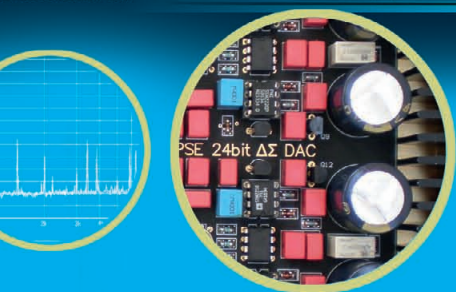


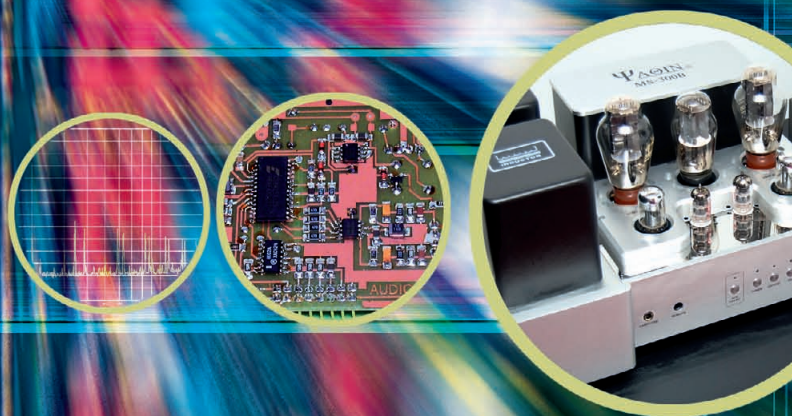
СОВРЕМЕННАЯ ЭЛЕКТРОНИКА 4 2012



В номере:

- Звуковые ЦАП от Texas Instruments
- Источники питания Vicor в авиации
- Средства отладки Wind River
- Работа в Allegro/OrCAD PCB Editor
- Усовершенствованный интерфейс RS-232

и многое другое





Микроконтроллеры STM8

Летают сами. Только запусти!



Каждый разработчик найдет в микроконтроллерах STM8 что-то для себя: малое энергопотребление, низкая стоимость, высокая производительность, совместимость различных функциональных линеек, удобство проектирования. Основное достоинство данной платформы — это исключительная экономическая эффективность созданных на ее основе решений. Все это позволяет семейству STM8 оптимально подходить для широчайшего круга общепромышленных приложений, требующих эффективной цифровой и аналоговой обработки и чувствительных к стоимости.

Санкт-Петербург

тел. +7 812 324-6350
sales@petrointrade.ru

официальный дистрибьютор в СНГ
Petro in Trade

www.petrointrade.ru

Москва

тел. +7 495 517-9256

Чебоксары

тел. +7 8352 55-4034

Нижний Новгород

тел. +7 831 275-8997

Екатеринбург

тел. +7 343 310-0327

Новосибирск

тел. +7 383 211-0202

Ижевск

тел. +7 3412 93-0162

Киев

ООО «ИНКОМТЕХ-ПРОЕКТ»

тел. +38 044 230-01-81

Таганрог

тел. +7 8634 340-890

Пермь

тел. +7 342 216-40-33

HiRel — УНИКАЛЬНАЯ НОМЕНКЛАТУРА ВЫСОКОНАДЁЖНЫХ ПОЛУПРОВОДНИКОВЫХ ПРИБОРОВ КОМПАНИИ INTERNATIONAL RECTIFIER ДЛЯ ОТВЕТСТВЕННЫХ ПРИМЕНЕНИЙ

Силовые дискретные полупроводниковые приборы, силовые модули и преобразователи напряжения от группы подразделений «Высоконадёжные изделия» компании International Rectifier



Реклама

Группа подразделений «Высоконадёжные изделия» корпорации International Rectifier обладает уникальными возможностями по проектированию и производству радиационно-стойких дискретных полупроводниковых приборов, гибридных и заказных модулей, а также интегрально-гибридных DC/DC-преобразователей. Накопленный в этой области опыт обеспечивает компании IR лидирующие позиции на рынке высоконадёжных полупроводниковых приборов, используемых в разнообразных объектах, прежде всего таких как военные и коммерческие ракетно-космические комплексы, военная и гражданская авиация, системы обычных и стратегических вооружений.

Основные особенности продукции HiRel

- Высокоэффективные герметичные корпуса
- Низкие тепловые и электрические потери
- Высокая удельная мощность
- Стойкость к воздействию ионизирующих излучений при накопленной дозе в кремнии изделий 1000 крад и более; гарантируется отсутствие одиночных эффектов от воздействия протонов и ионов с пороговыми линейными потерями энергии иона в кремнии более 82 МэВ·см²/мг
- Высокая надёжность
- Соответствие требованиям технических условий MIL-PRF-1950, MIL-PRF-38534, MIL-PRF-38535, стандартов MIL-STD-883, MIL-STD-750
- Уровни надёжности класса B и S согласно стандарту MIL-STD-883, а также JAN/JANXV и JANS

Номенклатура продукции HiRel

- Мощные стандартные и радиационно-стойкие транзисторы MOSFET с каналами n- и p-типа с рабочими напряжениями 20...1000 В и токами до 75 А
- 600 и 1200 В IGBT-транзисторы
- Ультрабыстрые диоды
- Диоды Шоттки
- Стандартные и радиационно-стойкие высоковольтные ИС драйверов затворов транзисторов MOSFET
- Радиационно-стойкие стабилизаторы напряжения со сверхнизким падением напряжения на регулирующем элементе
- Радиационно-стойкие одно- и многоканальные твердотельные реле
- Стандартные и радиационно-стойкие DC/DC-преобразователи с 1–3 выходами с мощностью 5...120 Вт для шин питания 27...270 В
- Помехоподавляющие фильтры
- Интеллектуальные силовые модули для управления вентильным электроприводом

ОФИЦИАЛЬНЫЙ ПАРТНЁР INTERNATIONAL RECTIFIER HiRel в РОССИИ

PROSOFT[®]
COMPONENTS

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

© СТА-ПРЕСС

International
IOR Rectifier
THE POWER MANAGEMENT LEADER

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
Ирина Лобанова (info@soel.ru)

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, 2012

4/2012 Contents

MARKET

News from the Russian Market 4

MODERN TECHNOLOGIES

Innovative Solutions in Industrial Energy-Saving Lighting 8

Denis Rad'kov

Cost-Efficient and Quickly Mountable Distributed Cabling 10

Aleksandr Ason

ELEMENTS AND COMPONENTS

Advanced Audio DACs from Texas Instruments 12

Yurii Petropavlovskii

Vicor Power Sources in Military and Civil Aviation 20

Ruslan Skryshevskii

MDR32F9Q2I Microcontroller. Part 2: Operation with Ports 24

Mikhail Golubtsov

DEVICES AND SYSTEMS

ARMGeoSpyder 3 Project for Advanced M2M Applications 28

Aleksandr Eliseev

**Debugging and Testing of Transceiver Devices Using
an SG8 Signal Generator** 38

Andrei Polyakov

Hardware Bring-Up Using Wind River Debugging Tools 40

Joachim Hampf

PRACTICAL ELECTRONICS

Coded Lock and Electronic Thermometer on ATMEGA8535 Microcontrollers 46

Sergei Shishkin

DESIGN AND SIMULATION

**Antenna and Microwave Device Design Automation in Advanced
Electrodynamic Simulators. Part 2: Simulation of Log-Periodic
Dipole Antennas in the CST Microwave Studio Environment** 52

Andrei Plastikov

**PCB Layout Design Using an Allegro/OrCAD PCB Editor. Part 1: Introduction
to the Allegro/OrCAD PCB Editor** 58

Anatolii Sergeev

PROGRAMMING

Refined RS-232 Communication Protocol 64

Aleksei Kuz'minov

EVENTS

**On Radio Manufacturing Plants Founded at the Beginning
of the Great Patriotic War on the East of the Soviet Union** 74

Vladimir Bartenev

SEMICON/SOLARCON Russia 2012! 78

Содержание 4/2012

РЫНОК

- 4 **Новости российского рынка**

СОВРЕМЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

- 8 **Инновационные решения в промышленном энергосберегающем освещении**
Денис Радьков

- 10 **Экономичная и быстрая в монтаже распределённая кабельная разводка**
Александр Асон

ЭЛЕМЕНТЫ И КОМПОНЕНТЫ

- 12 **Современные звуковые ЦАП компании Texas Instruments**
Юрий Петропавловский

- 20 **Источники питания Visor в военной и гражданской авиации**
Руслан Скрышевский

- 24 **Микроконтроллер MDR32F9Q21.
Часть 2. Работа с портами микроконтроллера**
Михаил Голубцов

ПРИБОРЫ И СИСТЕМЫ

- 28 **Проект ARMGeoSpyder 3 для современных приложений M2M**
Александр Елисеев

- 38 **Отладка и тестирование приёмо-передающих устройств с использованием генератора сигналов SG8**
Андрей Поляков

- 40 **Запуск оборудования средствами отладки Wind River**
Иоахим Хамп

ПРАКТИЧЕСКАЯ ЭЛЕКТРОНИКА

- 46 **Кодовый замок и электронный термометр на микроконтроллерах ATMEGA8535**
Сергей Шишкин

ПРОЕКТИРОВАНИЕ И МОДЕЛИРОВАНИЕ

- 52 **Автоматизация процесса проектирования антенн и устройств СВЧ в современных программных комплексах электродинамического моделирования.
Часть 2. Особенности моделирования ЛПВА в среде CST Microwave Studio**
Андрей Пластиков

- 58 **Разработка топологии печатных плат с помощью Allegro/OrCAD PCB Editor.
Часть 1. Введение в Allegro/OrCAD PCB Editor**
Анатолий Сергеев

ПРОГРАММИРОВАНИЕ

- 64 **Усовершенствованный протокол обмена по интерфейсу RS-232**
Алексей Кузьминов

СОБЫТИЯ

- 74 **О радиозаводах, созданных в начале Великой Отечественной войны на востоке нашей страны**
Владимир Бартегов

- 78 **SEMICON/SOLARCON Russia 2012!**

ПОДПИСКА НА ЖУРНАЛ

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.

ПЛАТНАЯ ПОДПИСКА

Преимущества:

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

«Роспечать»

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

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

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

«Агентство “ГАЛ”»

Тел.: (495) 981-0324, (499) 685-1220
artos-gal@mail.ru

«Интер-Почта-2003»

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

«Урал-Пресс»

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

Читатели из дальнего зарубежья могут оформить подписку через агентство

«МК-Периодика»

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

Новости российского рынка

РЫНОК

Компания ЭСТО-Вакуум расширяет производство и открывает центр технологических услуг

Компания «ЭСТО-Вакуум» – российский разработчик автоматизированного вакуумного оборудования для напыления, травления и осаждения различных материалов. Компания работает на рынке вакуумного оборудования с 2003 г. и за это время выпустила более 70 установок и наладила качественный сервис в

данном направлении. Весной этого года компания открывает Центр технологических услуг. Специфика данного центра заключается в предоставлении комплексных технических услуг для электронного производства. Центр состоит из участка вакуумного оборудования для напыления, травления и осаждения различных материалов, а также участка фотолитографии и измерительного оборудования. В центре могут быть реализованы следующие услуги: мелкосерийный

выпуск и нанесение покрытий на изделия заказчика, сдача оборудования в аренду (машина + оператор), обработка технологий заказчика и получение опытных образцов. Центр технологических услуг укомплектован современным оборудованием, которое отвечает всем современным техническим требованиям, в том числе и вакуумным оборудованием серии Carolina производства компании «ЭСТО-Вакуум».

www.esto-vacuum.ru

Тел./факс: (499) 710-6000, 710-6011

Элементы и компоненты

Полнофункциональный HART-модем с самым низким уровнем энергопотребления от Analog Devices

Компания Analog Devices объявила о создании двух микросхем – AD5700 и AD5700-1, каждая из которых реализует все функции модема, использующего коммуникационный протокол HART (Highway Addressable Remote Transducer). Это промышленный стандарт обмена цифровыми данными по аналоговым линиям связи, таким, например, как «токовая петля 4–20 мА». AD5700 – первый функциональнополный модем, который по результатам испытаний получил регистрацию соответствия требованиям стандарта для протокола физического уровня от HART Communication Foundation. AD5700-1 отличается только наличием дополнительного прецизионного генератора с погрешностью не более 0,5%. AD5700B и AD5700-1B имеют токи потребления 157 и 442 мкА, что на 38% меньше, чем у ближайших аналогов. Наличие в их составе встроенных блоков фильтрации и буферизации позволяет на 60% уменьшить число внешних компонентов по сравнению с альтернативными решениями. Микросхемы могут непосредственно подключаться к ЦАП с током

вым выходом, таким как AD5755, AD5421 (16 бит) и AD5410/20, AD5412/22 (12 бит). Они поставляются в 24-выводном корпусе LFCSP размерами 4 × 4 мм и специфицированы для работы в диапазоне температур от –40 до +125°C.

Получить консультацию технического специалиста и приобрести микросхемы можно в AUTEX Ltd., Москва, Профсоюзная ул., 65, офис 553.

www.autex.ru

Тел.: (495) 334-9151, 334-7741

ИС управления 600В IRS2334SPbF и IRS2334MPbF для инверторных приводов

Новые трёхфазные микросхемы управления 600 В IRS2334SPbF и IRS2334MPbF предназначены для инверторных приводов в энергосберегающем оборудовании и промышленной технике.

Микросхема IRS2334SPbF выпускается в корпусе SOIC20WB, а IRS2334MPbF – в корпусе QFN 5 × 5 мм. Компоненты занимают на плате площадь 25 кв. мм, предоставляя достаточно зазоров для монтажа высоковольтных компонентов.

Инверторный привод имеет эффективность более 80% по сравнению со стандартными on/off-приводами, имеющими менее 50% КПД. Новые микросхемы IRS2334SPbF и IRS2334MPbF представляют собой компактное и простое в реализации решение, которое может быть использовано для разработки электроинструмента, компрессоров холодильных установок и вентиляторов с электрическим управлением. В таких приложениях теперь можно будет совместить высокий коэффициент полезного действия инверторного электропривода с малым форм-фактором.

Семейство микросхем IRS2334x обеспечивает широкие возможности защиты, в которые входит защита от выбросов негатив-

ного напряжения (Vs), что позволит сделать систему стойкой к переходным процессам коммутации и короткому замыканию. Выходные драйверы имеют буфер импульсных токов для минимизации поперечной проводимости драйвера. Согласована задержка на прохождение импульса для упрощения использования приборов на высоких частотах. Канал с плавающим выходным потенциалом может быть использован для управления N-канальным силовым MOSFET-транзистором или IGBT-транзистором в конфигурации верхнего ключа.

Новые микросхемы разработаны по инновационной технологии IR производства высоковольтных микросхем, которая позволяет обеспечить отличную защиту электрической схемы и надёжность её эксплуатации в тяжёлых условиях. Микросхемы линейки IRS2334x имеют блокировку при понижении напряжения питания, функцию блокировки по времени и защиту от короткого замыкания. Также новые приборы оснащены входным фильтром и драйвером затвора с низким коэффициентом di/dt для обеспечения нечувствительности к шумам. Фаза выхода совпадает с фазой входного сигнала, микросхемы совместимы с логикой 3,3 В.

www.irf.ru

Тел.: (495) 737-9278

Существенное улучшение прецизионного кварцевого генератора ГК200-ТС

ОАО «Морион» провёл модернизацию ГК200-ТС, и теперь при исполнении с напряжением питания 5 В доступна высокая температурная стабильность (до $\pm 2 \times 10^{-10}$) в широком интервале температур (–40...+85°C). ГК200-ТС – прецизионный термостатированный генератор в корпусе с размерами 51 × 51 мм и высотой 10...19 мм. Характеризуется высокой температурной стабильностью в широком интервале рабочих температур и долговре-



Новости российского рынка



менной стабильностью (до $\pm 2 \times 10^{-8}$ /год). Также доступен вариант поставки с улучшенным уровнем фазовых шумов ULN (-137 дБ/Гц для $\Delta f = 10$ Гц, -162 дБ/Гц для $\Delta f = 10$ кГц).

Отличные характеристики позволяют использовать ГК200-ТС для многих применений в области телекоммуникаций, а также навигационной и измерительной техники. Также возможно исполнение с напряжением питания 12 В и выходными сигналами SIN или HCMOS. В настоящее время выпускается серийно.

Образцы нашей продукции будут представлены на стенде предприятия (№ 518, павильон № 7, зал № 1) на выставке «Новая электроника 2012». Там можно будет получить комплекты обновлённой технической информации и задать интересующие вопросы.

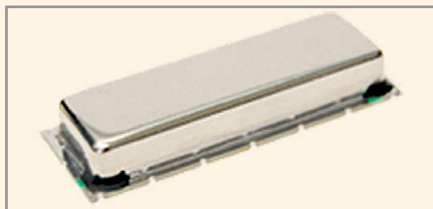
www.morion.com.ru

Тел.: (812) 350-7572, (812) 350-9243

Precision Devices Inc. предлагает новую линейку LC-фильтров

Precision Devices Inc. (PDI) анонсировала новый продукт для настройки частоты. В стандартных LC-фильтрах PDI центральная частота находится в мегагерцовом диапазоне от 5 до 100 МГц, полоса пропускания узкая, порядка 10%. В зависимости от требований, они могут иметь различные характеристики затухания в полосе задерживания: либо 40 дБ (при отношении ширины полос пропускания фильтра 3 : 1), либо 60 дБ (при отношениях 3 : 1 или 2,5 : 1). Эти LC-фильтры работают в широком диапазоне рабочих температур от -55 до $+105^\circ\text{C}$ и подходят для промышленных, военных и космических применений. Потери на отражение в стандартной серии составляют порядка 12 дБ мин.

Фильтры доступны в различных корпусах для поверхностного монтажа, монтажа



в отверстие и подключения через соединители. Для спецприменений PDI предлагает герметичные и высоконадёжные корпуса. При необходимости быстрого прототипирования PDI готов предложить любой фильтр в диапазоне частот от 5 до 100 МГц с минимальными сроками поставки. Инженеры PDI также готовы разработать и заказные фильтры на более высокие частоты. Если требуются LC-или кварцевые полосовые фильтры, НЧ-, ВЧ- или полосково-заграждающие со ступенчатой характеристикой, PDI будет основным выбором в качестве производителя.

Получить подробную информацию о продукции можно на стенде компании РСР № 619 во время работы выставки «Новая электроника».

www.rssp.ru

Тел.: (495) 781-2182

Высокоэффективный 50-Вт DC/DC-преобразователь для железнодорожного транспорта и промышленности

Компания Schaefer (США) представила DC/DC-преобразователи серии RPC-500 с выходной мощностью 500 Вт в компактном корпусе для установки на монтажную панель. Модули соответствуют стандартам безопасности для промышленного оборудования EN60950 и аппаратуры железнодорожного транспорта EN50155.



Постоянное входное напряжение 24, 48, 72 и 110 В преобразуется в напряжение 24 и 48 В с КПД до 92% с коэффициентом неустойчивости 0,2% и лучше.

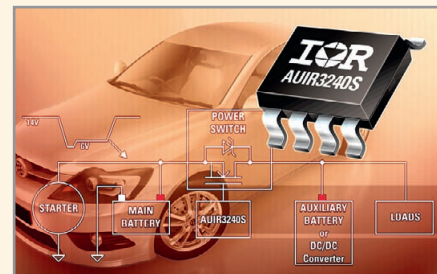
Имеется защита от короткого замыкания, перегрузки, изменения полярности входного напряжения и его падения ниже минимального значения, перенапряжения. Возможность подключения внешней обратной связи, дистанционный вход включения/выключения, светодиодные индикаторы и сигналы аварийных режимов являются стандартными. Габариты корпуса 266 × 180 × 54,8 мм. Диапазон рабочих температур $-25...+55^\circ\text{C}$ при полной нагрузке. Диапазон температур хранения $-40...+85^\circ\text{C}$.

www.prosoft.ru

Тел.: (495) 234-0636

Микросхема повышающего преобразователя с высокой степенью интеграции для применения в автомобильной электронике уменьшает расход топлива на 15%

Компания International Rectifier представила интегральную микросхему силового ключа AU1R3240S для коммутации аккумуляторной батареи при отключении и перезапуске двигателей внутреннего сгорания (система включения/выключения), которая помогает уменьшить расход топлива автомобиля до 15%.



Микросхема AU1R3240S является повышающим преобразователем с высокой степенью интеграции, разработанным специально для систем управления включением/выключением двигателя; микросхема выполняет функцию выключения двигателя, когда транспортное средство останавливается во время движения. Эта система требует применения бортового сетевого стабилизатора, использующего силовой ключ, который отключает стартер и основную аккумуляторную батарею от вспомогательной электрической системы во время запуска двигателя. Микросхема AU1R3240S способна управлять несколькими включенными параллельно транзисторами MOSFET для достижения очень низкого значения сопротивления канала ($R_{DS(ON)}$) в открытом состоянии с током потребления ниже 50 мкА. Новое устройство обеспечивает на выходе 15 В при работе от сети с широким диапазоном напряжения 4...36 В. Микросхема AU1R3240S также оснащена диагностикой выходного тока и аппаратным интерфейсом датчика температуры для чрезвычайно надёжных конструкций.

Устройство выпускается в корпусе SOIC8.

Микросхема AU1R3240S подвергается статическим и динамическим испытаниям в сочетании со 100%-автоматической визуальной проверкой на уровне пластин для обеспечения бездефектности. Устройства сертифицированы в соответствии с требованиями стандартов AEC-Q100.

www.prochip.ru

Тел.: (495) 232-2522

Новости российского рынка

12,1" TFT-дисплей от Raystar Optronics для встраиваемых применений

В настоящее время всё чаще во встраиваемых приложениях применяются TFT ЖК-дисплеи с размером диагонали 12,1". Компания Raystar Optronics выпустила новую модель RFM1210A-AIW-L для таких применений, которая соответствует требованиям промышленных встраиваемых систем. Просветный дисплей имеет встроенную светодиодную подсветку на светодиодах белого свечения, которая обес-

печивает яркость 500 кд/м² (минимум 380 кд/м²).

Основные характеристики модели RFM1210A-AIW-L:

- разрешение 1024 × 768 пикселей;
- количество отображаемых цветов 262 000/16,2 млн.;
- размер пиксела 0,24 × 0,24 мм;
- интерфейс LVDC (20-контактный соединитель);
- габариты: 260,5 × 204 × 8,4 мм;
- рабочая площадь 245,76 × 184,32 мм;
- угол обзора 160°/160°;



- диапазон рабочих температур от –30 до +80°С;
- диапазон температур хранения от –40 до +85°С.

www.prosoft.ru

Тел.: (495) 234-0636

Приборы и системы

Новый вид векторных анализаторов цепей – виртуальный векторный рефлектометр CABAN R54

Известный российский производитель оборудования для высокочастотных измерений ООО «ПЛАНАР» приступил к выпуску нового вида векторных анализаторов цепей. Виртуальный векторный рефлектометр CABAN R54 с диапазоном рабочих частот от 85 МГц до 5,4 ГГц управляется и питается от компьютера по USB-интерфейсу. CABAN R54 обладает всеми современными функциями подобных приборов и обеспечивает высокую точность измерений. Он выполнен очень малогабаритным и лёгким: 117 × 39 × 19 мм и всего 250 г, потребляемая мощность не превышает 2 Вт.



Отличительной особенностью CABAN R54 является возможность непосредственного подключения его к измеряемому устройству без использования измерительного СВЧ-кабеля. Это повышает точность измерений, удешевляет эксплуатацию прибора и позволяет экономить время на процедуре калибровки, которую можно выполнять реже и в удобных условиях.

www.planar.chel.ru

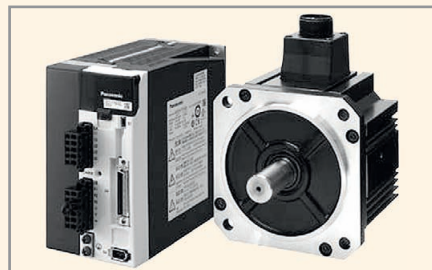
Тел.: 8 (351) 729-9777

Сервоприводы Panasonic

Panasonic – одна из крупнейших машиностроительных компаний мира, занимается разработкой и изготовлением сервоприводов. С 2012 г. сервоприводы Panasonic поставляются в Россию компанией «НПФ Электропривод».

Сервоприводы Panasonic отвечают европейским стандартам безопасности, отличаются бесшумной и плавной работой, гибкостью настроек. Осуществляется управление скоростью, положением и моментом.

Основной отличительной чертой сервоприводов Panasonic является высокий



интеллект. Встроенный фильтр автоматически обеспечивает быстрое устранение вибраций. Количество настраиваемых фильтров увеличено до четырёх, это обеспечивает значительное сокращение вибраций при остановках и исключительную плавность движения, точность позиционирования и стабильность скорости.

Сервоприводы Panasonic могут использоваться с разными типами нагрузки – работа по вертикальной оси, работа с большим сопротивлением движению и т.д.

Настройку сервоприводов удобно производить с помощью встроенной панели, от ПК или PLC.

www.steppmotor.biz

www.electroprivod.ru

Тел.: (812) 493-2726, 703-0981

События

Компания PCB technology провела свой очередной семинар по проектированию печатных плат

Компания PCB technology с 2006 г. регулярно проводит семинары для разработчиков печатных плат. Ведёт семинары технический директор PCB technology – Акулин Александр Игоревич.

14 марта PCB technology провела семинар на тему: «Проектирование многослойных плат на СВЧ-материалах».

В рамках семинара были освещены следующие темы:

- материалы СВЧ;

- структуры многослойных плат;
- расчёт и контроль импеданса;
- специальные технологии;
- особенности подготовки проектов;
- выбор СВЧ-материалов;
- замена ФАФ и ФЛАН;
- монтаж СВЧ-плат;
- СВЧ-платы на металлическом основании;
- обзор стандартов IPC, относящихся к проектированию ВЧ- и СВЧ-плат.

Семинар посетили более 70 инженеров-конструкторов, представляющих около 20 предприятий.

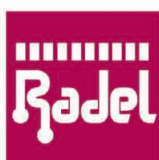
Семинары по проектированию, которые регулярно проводит PCB technology, пред-

назначены для главных инженеров и технологов, руководителей предприятий и инженеров конструкторских бюро, и посвящены практическим аспектам проектирования печатных плат. Семинары дают разработчикам знания, необходимые для грамотного и технологичного проектирования сложных плат и берегающие от чрезмерных потерь времени и денег при проектировании, изготовлении и монтаже.

Узнать подробную информацию и план ближайших семинаров можно на сайте или по телефону.

www.pcbtech.ru

Тел.: (499) 558-02-54

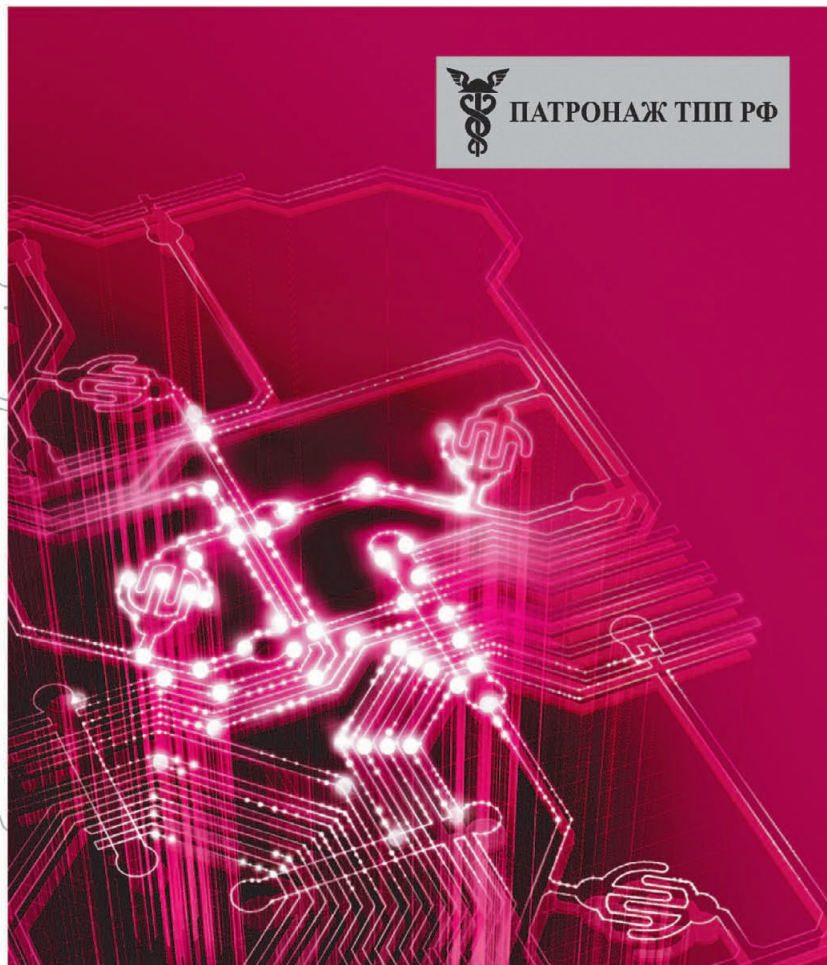


РАДИОЭЛЕКТРОНИКА И ПРИБОРОСТРОЕНИЕ

XII МЕЖДУНАРОДНАЯ СПЕЦИАЛИЗИРОВАННАЯ ВЫСТАВКА



ПАТРОНАЖ ТПП РФ



- Электронные компоненты
- Комплектующие
- Печатные платы
- Светотехника
- Материалы
- Конструктивы
- Технологии
- Промышленное оборудование и инструменты
- Контрольно-измерительные приборы и лабораторное оборудование

Организаторы выставки:



radel2@orticon.com, www.farexpo.ru/radel
тел.: +7 (812) 777-04-07, 718-35-37

Место проведения: Санкт-Петербург, СКК, пр. Ю. Гагарина, 8, м. «Парк Победы»

24–26 октября 2012

Санкт-Петербург, СКК

Инновационные решения в промышленном энергосберегающем освещении

Денис Радьков (Московская обл.)

Новый вид энергосберегающего промышленного освещения – индукционное. Период окупаемости проектов при установке индукционных ламп, как правило, не превышает 2...2,5 года, что существенно меньше гарантийного срока на оборудование – 5 лет. Таким образом, ещё в период гарантии предприятие начинает получать финансовую выгоду за счёт сэкономленных затрат на электроэнергию и эксплуатационные расходы.

Освещение производственных помещений всегда было и является дорогостоящим мероприятием. Зачастую это связано с большими площадями, требующими засветки (см. рисунок), большими высотами подвеса осветительных устройств, большими текущими эксплуатационными затратами и высокими требованиями к освещённости. В настоящее время, как правило, в промышленных светильниках используются лампы накаливания и газоразрядные. Давайте коротко рассмотрим каждый из этих типов.

Лампы накаливания просты в изготовлении, удобны в эксплуатации, не нуждаются в применении пуско-регулирующей аппаратуры (ПРА) для включения в сеть. Тем не менее, они имеют ряд ярко выраженных недостатков: низкую светоотдачу (от 7 до 15 лм/Вт), малый КПД, равный 5...13%, и короткий срок службы – 800...1000 ч. Из-за низкой эффективности ламп накаливания, в ряде стран мира принято решение о запрете в ближайшем будущем их использования с целью перехода к современным энергоэффективным источникам света.



Энергосберегающее освещение индукционными лампами эллинг в С-Петербурге (порт Дубровка)

23 ноября 2009 г. Президент Российской Федерации Д.А. Медведев подписал Федеральный закон № 261-ФЗ «Об энергосбережении и о повышении энергетической эффективности и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации». Согласно этому закону, в России с 1 января 2011 г. запрещены производство и продажа ламп накаливания мощностью 100 Вт и более.

Газоразрядные лампы излучают свет в результате электрического разряда в парах металла. Газоразрядные лампы бывают низкого (люминесцентные) и высокого давления.

Люминесцентные лампы генерируют свет, приближающийся к естественному, обладают большим сроком службы (10 000 ч) и высокой световой отдачей, достигающей для некоторых видов ламп 55...100 лм/Вт, таким образом они в 4...5 раз экономичнее ламп накаливания. Источником света люминесцентных ламп является поверхность трубки, поэтому яркость и слепящее действие люминесцентных ламп значительно ниже, чем у ламп накаливания.

Практическое использование люминесцентных ламп в промышленном освещении имеет свои недостатки: относительная громоздкость, стробоскопический эффект и чувствительность к температуре окружающей среды (оптимальная температура 20...25°C). Изменение температурного режима ведёт к снижению светового потока, а при температуре ниже 5°C лампа может и не загореться.

Для освещения больших производственных помещений используются дуговые ртутные люминесцентные лампы высокого давления (ДРЛ). Недостатки ламп ДРЛ: длительное разго-

рание (5...15 мин), низкая светоотдача (25...50 лм/Вт), снижение светового потока лампы к концу срока службы на 30...40%, пульсация светового потока (от 63 до 74%).

В промышленном освещении также используются натриевые лампы (ДНаТ), обладающие более высокой светоотдачей, но имеющие очень низкую цветопередачу и сильную зависимость световых и электрических параметров от перепадов напряжения. Преобладание жёлтой составляющей в спектре и практически отсутствие синих и зелёных составляющих не позволяют использовать их при выполнении точных работ, требующих естественного восприятия цветов и деталей объектов.

Рассмотрим современные альтернативные варианты.

Светодиодные светильники успешно применяются в различных областях промышленности благодаря своим характеристикам:

- низкое питающее напряжение и отсутствие в светодиодных лампах ртути обеспечивает возможность создания безопасных условий работы;
- высокая световая отдача, хорошие индексы цветопередачи и возможность вариации цветовой температуры и яркости светодиодов помогают создать комфортные условия даже для самой сложной зрительной работы;
- с применением светодиодных светильников появляется возможность создавать осветительные установки с хорошей равномерностью освещённости или же, наоборот, расставлять светом акценты, если это необходимо;
- у светодиодов высокий срок службы, что позволяет производить техническое обслуживание светодиодных светильников гораздо реже по сравнению с остальными;
- светодиоды и светодиодные светильники устойчивы к различным механическим воздействиям;
- светодиоды и светодиодные светильники могут работать в очень широком диапазоне температур,

что позволяет использовать их во всех сферах производства: от холодильных установок до цехов с повышенной температурой окружающей среды;

- светодиоды работают бесшумно, что благоприятно сказывается на комфортности условий работы персонала.

Несмотря на то что освещение промышленных объектов – область, работа в которой связана с рядом особенностей и трудностей, светодиодные светильники находят в ней всё более широкое применение. Главным и наиболее важным недостатком светодиодного освещения является высокая цена.

Наиболее перспективным в настоящее время решением проблемы в промышленном освещении являются безэлектродные, индукционные люминесцентные лампы. Лампы данного типа обладают наиболее качественными показателями и значительно дешевле светодиодов.

Рассмотрим достоинства и преимущества индукционных ламп:

- длительный срок службы, который составляет от 100 000 ч;
- превосходная светоотдача – 80 лм/Вт и выше;
- высокий уровень светового потока при длительном использовании – более 80% от первоначального после 60 000 ч работы;
- мгновенное включение/перезапуск (существенное преимущество в сравнении с ртутными и натриевыми лампами, для которых требуется время на разогрев/остывание – от 5 до 15 мин);
- высокая энергоэффективность (при одинаковой освещённости индукционные лампы потребляют в два раза меньше электроэнергии, чем ДНаТ, в три раза больше, чем ДРЛ, в 10 раз – чем лампы накаливания);
- высокий индекс цветопередачи – $R_a > 80$ (благоприятно сказывается на восприятии оттенков цветов, в отличие от натриевых ламп ($R_a > 30$), излучаемый свет которых имеет оранжевый оттенок и неестественную цветопередачу);
- отсутствие мерцаний и стробоскопического эффекта,
- широкий диапазон цветовых температур (2700...6500К) – от тёплого белого до дневного света – позволяет выбрать оптимальную подсветку в зависимости от условий освещения;

- низкая температура нагрева лампы – ниже 80°C;
- стабильность светового потока при различных температурах окружающей среды, надёжное зажигание при температуре до -40°C, при положительных температурах лампы «зажигаются» и «перезажигаются» практически мгновенно;
- возможность регулирования светового потока в пределах 30...100% от номинального значения;
- высокий КПД электронного балласта – более 0,95;
- экологичность: отсутствие паров ртути за счёт использования амальгамы.

Наиболее весомым аргументом применения индукционного освещения является предоставление пятилетней гарантии от завода-производителя. Реальный срок эксплуатации от 100 000 ч в режиме день/ночь составляет не менее 25 лет.

Обоснование экономического эффекта лучше рассматривать на конкретной ситуации. Например, расчёт эффективности замены ртутных ламп на индукционные в цехе промышленного предприятия показывает почти трёхкратное снижение расходов за счёт экономии электроэнергии, а также длительного срока службы.

Расчёты окупаемости, проведённые различными предприятиями, показывают срок окупаемости инвестированных в проекты средств от 1,5 лет на вновь построенных до 2,5 лет на уже эксплуатируемых мощностях. Таким образом, предприятие начинает получать выгоду от экономии электроэнергии ещё в течение гарантийного срока службы энергосберегающего оборудования. Сроки окупаемости проектов могут быть дополнительно сокращены при использовании программы модернизации существующих светильников. Если внутренняя поверхность промышленных светильников после нескольких лет эксплуатации позволяет эффективно направлять отражённый свет, то посредством специального переходника возможна установка индукционных ламп в существующие корпуса. В этом случае меняется и ПРА ламп ДРЛ или ДНаТ на балласт индукционной лампы.

Последние разработки дизайна и технических характеристик индукци-

онных ламп позволяют проводить замену существующих источников освещения без замены светильников, что значительно снижает единовременные затраты.

Учитывая технические характеристики индукционных ламп, снижение затрат на эксплуатацию и обслуживание, можно смело утверждать, что в настоящее время индукционные лампы являются наиболее энергоэффективным источником света, который используется в промышленном освещении.





Группа компаний
НАНОСВЕТ

**Энергосберегающее
промышленное
освещение**



ООО «НАНОСВЕТ»
142000, МО, Домодедово,
ул. Лесная, 23
Тел.: +7(495) 978-87-76
Тел./факс: +7(496) 793-47-35
info@nanosvet.ru
www.nanosvet.ru

Реклама

Экономичная и быстрая в монтаже распределенная кабельная разводка

Александр Асон (Москва)

В статье рассматриваются вопросы электропитания распределённых установок и механизмов. Для подключения оборудования в существующих системах электроснабжения предлагаются различные решения с применением разъемов производства Phoenix Contact, а также описываются их особенности и преимущества.

Технология быстрого подключения открывает новые возможности

Автоматизация является ключом к эффективности производственных процессов и залогом высокого качества продукции. Оптимизированное планирование, быстрый ввод в эксплуатацию и высокая степень доступности конечных устройств с короткими интервалами обслуживания являются решающими конкурентными преимуществами. Это также относится и к распределённым полевым устройствам, – например, приводам, насосам, электродвигателям. Полевые шины и устройства должны быть простыми в разработке, надёжны в использовании и могут быть гибко расширены в любой момент времени. Распределение электропитания установок может быть реализовано тремя способами в зависимости от технических требований.

Непрерывная шина питания

Непрерывная шина питания также известна как «древовидная» шина. Здесь магистральный кабель проложен через все устройства предприятия или отдельной электрической установки, при этом все нагрузки соединены с помощью ответвлений от основного кабеля без разрыва магистральной линии (рис. 1).

Такое соединение является одним из основных преимуществ этой системы, т.к. при отключении конечного устройства не происходит разрыва всей цепи. Эта технология особенно интересна для кабелей большого сечения (более 4 мм²), в частности, с коммерческой точки зрения. Древовидная шина независима от любого конкретного устройства, так как любая вторичная ветка соединяет основную кабель питания и нагрузку. В случае замены одного из устройств силовая шина остаётся непрерывной, что также гарантирует работоспо-

собность всей системы при выходе из строя одного из конечных устройств.

Прокладка такой шины питания на производствах с разветвлённой структурой, занимающих значительную площадь, – достаточно трудоёмкий процесс, который требует высокой квалификации персонала. Именно по этой причине экономический эффект от применения такой шины питания снижается, если требуется произвести расширение системы или её ремонт. В последние годы применение такой шины питания стало весьма популярно в промышленных условиях в результате появления новых соединительных технологий, например, IDC-разъемов или прокалывающих изоляцию соединителей. При оценке экономической эффективности таких решений необходимо принимать в расчёт дополнительные затраты на специальные кабели, несмотря на значительный выигрыш во времени монтажа, который даёт технология прокалывания или прорезания изоляции. Непрерывная шина питания особенно подходит для стационарных установок и машин. Круглые кабели находят больше применения в промышленных установках, так как дают большую гибкость в прокладке шины питания и доступны

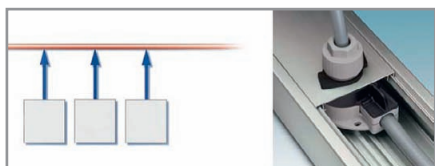


Рис. 1. Подключение к непрерывной шине питания с помощью T-образного разветвителя

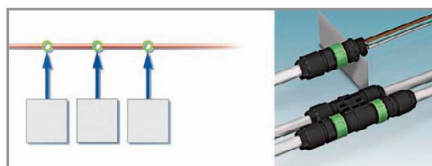


Рис. 2. Соединение внешних потребителей с общей шиной при сквозном подключении

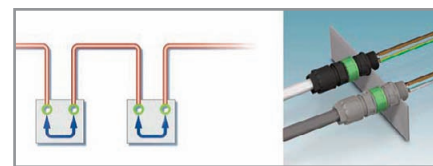


Рис. 3. Кольцевая шина питания

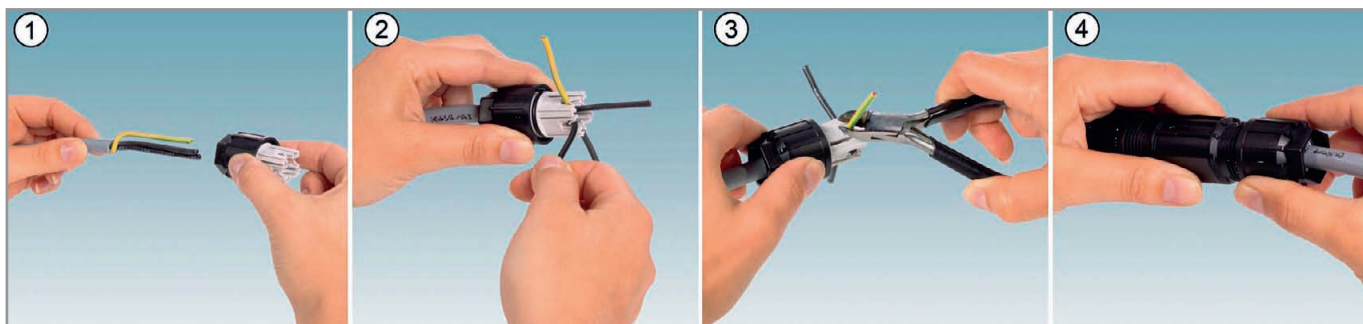


Рис. 4. С помощью разъемов Quiscon подключение оборудования к цепи питания осуществляется за четыре простых шага

по выгодной цене в разных версиях. Много лет назад Phoenix Contact разработал Т-разветвитель Quickon, имеющий степень защиты IP65 и подходящий для круглых кабелей 5×4 мм² (630 В/32 А), которые используются во многих приложениях.

СКВОЗНАЯ СИЛОВАЯ ШИНА

При сквозном типе подключения силовой шины главная линия питания разрезается и затем снова соединяется в этом же месте с помощью разветвителя (рис. 2). Этот тип подключения имеет неоспоримое преимущество при обслуживании устройства или ремонтных работах, т.к. не требует остановки других потребителей. При этом такая система обеспечивает и более высокий уровень гибкости при установке или расширении системы.

По сравнению с непрерывной шиной питания, сквозная шина может быть полностью сборной. Тем не менее, большое число точек соединения считается недостатком такой системы. Резка шины питания и повторное её соединение с помощью разветвителя влечёт за собой дополнительные расходы и должны быть тщательно выполнены. Для выполнения соединения Phoenix Contact разработал Н-разветвители Quickon с системой быстрого соединения IDC, которая позволяет произвести подключение на месте в течение минуты. Разъёмы для распределения питания Quickon – это соединители промышленного уровня, имеющие степень защиты IP68, устойчивые к ударам по IK07. Отсутствие необходимости предварительной подготовки проводников сокращает время монтажа на 80%. Интегрированные в корпус Н-разветвителя IDC-контакты, прорезающие изоляцию (в четырёхполюсном исполнении), позволяют пропускать ток до 20 А при напряжении до 690 В и подключать провода сечением 1,0...2,5 мм². Возможность иметь фиксированные и подключаемые соединения Quickon в сочетании с быстрой и надёжной установкой предлагает значительный потенциал для рационализации. Разветвители Quickon Н полностью защищены от касания (IP2X) и представляют собой компактные и прочные распределительные устройства, которые можно быстро подключать. Четыре разъёма Quickon внутренне связаны друг с другом (имеют парал-

лельную схему соединения контактов), их корпус изготовлен из армированного стекломатом полиамида. Н-разветвитель может быть использован для реализации двух отвлений от магистрального кабеля питания либо подключения трёх конечных потребителей по схеме «звезда».

ЗАМКНУТАЯ (КОЛЬЦЕВАЯ) ШИНА ПИТАНИЯ

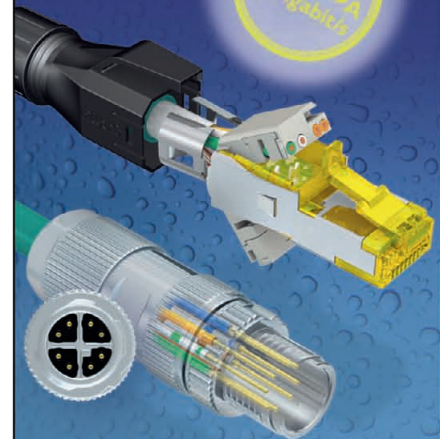
Замкнутые силовые шины часто используются для питания стандартных машин и установок (рис. 3). Для реализации такой шины по соображениям безопасности (для защиты обслуживающего персонала) необходимы разъёмы, защищённые от касания, как с гнездовыми, так и со штыревыми контактами. Phoenix Contact предлагает широкий ассортимент круглых и квадратных разъёмов для кабелей любого сечения, с различным числом контактов и типом подключения.

Разъёмы Quickon с IDC-технологией соединения (рис. 4) являются хорошей альтернативой для проходных разъёмов в такой шине питания. Соединители Quickon включают в себя все основные компоненты для распределения энергии в децентрализованных электрических установках и системах.

СОКРАЩЕНИЕ ВРЕМЕНИ МОНТАЖА ДО 80%

Использование IDC-технологии соединения Quickon даёт выигрыш во времени монтажа распределённой шины питания до 80%. Кодирование разъёмов ввода и вывода питания можно просто осуществить, используя разъёмы чёрного и серого цвета, которые также могут быть механически закодированы с помощью механических ключей. В зависимости от требуемой частоты обслуживания, соединение может быть фиксированным или разъёмным. При фиксированном соединении каждая жила кабеля непосредственно соединяется с IDC-контактами проходного разъёма Quickon. В случае же разъёмного соединения используется специальный кабельный разъём Quickon (с зелёной соединительной гайкой), который соединяется с блочным разъёмом. Такая гибкость конструкции даёт заказчику дополнительный экономический эффект.

Новое поколение разъемов RJ45 и M12 для Ethernet 10Гбит/с



Вам нужны соединители для сети Ethernet 10Гбит/с? Обратите внимание на соответствие всех компонентов системы стандартам ГОСТ Р 53246 (IEEE 802.3an). Только компоненты категории CAT6_A гарантируют надежную передачу данных при скоростях до 10Гбит/с. Phoenix Contact предлагает полный ассортимент решений для сетей 10G Ethernet, соответствующих стандарту CAT6_A.



Технологии быстрого соединения проводников QUICKON и PIERCECON обеспечивают надежный и легкий монтаж разъемов без специального инструмента.

M12 CAT6_A

Витая пара: AWG26
 Степень защиты: IP 67
 Температурный диапазон: -40°C...85°C
 Артикул: 1417430 VS-08-M12MS-10G-P SCO



RJ45 CAT6_A

Степень защиты: IP 20
 Витая пара: AWG26...AWG22
 Артикул: 1419001 VS-08-RJ45-10G/Q

ООО «Феникс Контакт РУС»
 119619 Москва,
 Проектируемый проезд 5167, д. 9, стр. 1
 Тел.: +7 (495) 933-8548
 Факс: +7 (495) 931-9722
 info@phoenixcontact.ru
 www.phoenixcontact.ru



Современные звуковые ЦАП компании Texas Instruments

Юрий Петропавловский (Ростовская обл.)

Статья содержит краткий обзор ЦАП для ответственных звуковых приложений. Приведены классификационные параметры и особенности применения современных ЦАП фирмы Texas Instruments.

Цифроаналоговый преобразователь является одним из ключевых элементов современной звуковоспроизводящей аппаратуры, во многом определяющим качество её звучания. Перед разработчиками электронной аппаратуры для звуковых приложений неизбежно встаёт вопрос выбора подходящих микросхем ЦАП. Решение этого вопроса, прежде всего, зависит от назначения разрабатываемой техники. Для подавляющего большинства приложений проблемы с выбором ЦАП практически отсутствуют. Выбор микросхем ЦАП для профессиональной аппаратуры осложняется наличием «субъективной» составляющей оценок качества звучания, даваемых музыкантами, звукорежиссёрами и подготовленными слушателями.

Существуют два основных типа преобразователей, используемых в звуковых приложениях, – параллельные (многоуровневые) и на основе дельта-сигма (ДС) модуляции. Основные недостатки многоуровневых ЦАП с параллельной структурой – негарантированная монотонность характеристики преобразования, высокая стоимость (из-за необходимости лазерной подгонки в процессе производства) и постоянно уменьшающаяся номенклатура выпускаемых микросхем. Фактически в настоящее время доступны только несколько типов таких микросхем Analog Devices и TI/Burr-Brown. Достоинства ДС ЦАП – гарантированная монотонность, более доступная цена и широкая номенклатура выпускаемых микросхем.

Микросхемы одноканальных ДС ЦАП, предназначенных для звуковых приложений, появились в 1990-х годах. Однако в результате экспертных прослушиваний аппаратуры с такими преобразователями выяснилось, что обеспечиваемое ими качество звучания не отвечает профессиональным требованиям из-за большого уровня внеполос-

ных помех, генерируемых ДС-модуляторами. Указанные помехи, введённые в стандартный звуковой тракт, порождали слышимые интермодуляционные искажения в области звуковых частот. Однако ДС ЦАП и схемы их включения постоянно совершенствовались, и к 2004 г. этот недостаток был устранён [1].

Важнейшими характеристиками ЦАП, определяющими качество звучания, являются частота дискретизации и разрядность. Вопросы, связанные с необходимостью повышения частоты дискретизации и разрядности квантования для повышения качества звучания цифровой аппаратуры, обсуждаются на протяжении многих лет. Серьёзный анализ влияния указанных параметров на достоверность и точность звукопередачи в цифровых системах был приведён в докладе профессора Университета McGill (Канада) Веслава Войчика на 115-м конгрессе AES в Нью-Йорке (Университет McGill является крупнейшим мировым центром исследований в области психоакустики). Основные положения, приведённые в докладе, были обобщены в статье профессора С-ПбГУП Ирины Алдошиной [2]. Ниже приведены те из них, которые в той или иной степени связаны с характеристиками ЦАП.

Способность слуховой системы услышать каждый инструмент на его реальном месте и оценить влияние помещения зависит, прежде всего, от уникальных возможностей слухового аппарата. Однако при передаче всей пространственной картины её восприятие зависит и от разрешающей способности записывающих, передающих и воспроизводящих систем. Многие специалисты полагают, что дальнейший прогресс в улучшении «прозрачности» и создании «ощущения присутствия» в системах звукозаписи может быть достигнут за счёт увеличения частоты дискретизации и расширения диапазона частот за пределы 20 кГц. Высокая разрешающая способ-

ность во временной области является наиболее важной для обеспечения прозрачности звучания. В современных цифровых устройствах используются следующие значения частот дискретизации: 44,1; 48; 96; 192 и 384 кГц, при этом интервалы между выборками составляют 22,7; 20,8; 10,4; 5,2 и 2,6 мкс (использование более низких частот дискретизации для систем высокого разрешения не допускается).

Акустические музыкальные сигналы обладают нестационарной временной и динамической структурой и достаточно быстрым нарастанием уровней – до 120...130 дБ за 7...10 мкс. Это означает, что интервал выборки 22,7 мкс, используемый форматом CD Audio, слишком велик. Кроме того, в спектре ряда музыкальных инструментов присутствуют ультразвуковые составляющие (в спектре трубы до 40 кГц, скрипки – до 100 кГц). Запись реального реверберационного процесса без потери информации также представляет большие трудности. Так, в помещении площадью 1000 м² интенсивность отражений через 1 с после начала реверберации составляет более 500 в секунду. Это означает, что отражённые звуковые сигналы будут прибывать с интервалом менее 2 мкс и вызывать соответствующие флуктуации результирующего сигнала. При интервале выборок 22,7 мкс зарегистрировать их невозможно.

Эксперименты показали, что в отражённых сигналах происходят быстрые амплитудные и фазовые сдвиги и быстрые нерегулярные изменения частоты. Модуляционные искажения имеют место во всех звеньях звукозаписи, их наличие может восприниматься на слух как появление некоторой шумовой окраски чистого тона. Такая окраска появляется при записи на аналоговые магнитофоны из-за детонации и продольных колебаний ленты (флаттера), что приводит к появлению боковых полос в высокочастотной части спектра. Звуковой сигнал обогащается некогерентным шумом, который создаёт так называемое «аналоговое звучание». Флаттер-шум приводит к временным ошибкам порядка 10 мкс, поэтому при переносе на компакт-диск эти флуктуации теряются.

Таким образом, повышение разрешающей способности цифровых систем реально приводит к повышению качества звуковоспроизведения, а выбор микросхем ЦАП следует проводить по параметрам различных категорий – временной, динамической, частотной и спектральной. К таким па-

раметрам относятся: число разрядов, частота дискретизации, динамический диапазон, отношение сигнал/шум и спектр гармонических искажений при низких уровнях выходного сигнала.

В последние годы микросхемы звуковых ЦАП с параллельной структурой производят немногие фирмы, в их чис-

ле AD и TI. Предметом настоящей статьи являются микросхемы звуковых ЦАП компании Texas Instruments. Классификационные параметры ИС ЦАП для звуковых приложений компании из каталога 2012 г. приведены в таблице.

Особенности и параметры много-разрядных звуковых ЦАП Burr-Brown

Основные параметры микросхем звуковых ЦАП компании Texas Instruments

Тип ИС	Архитектура	Число каналов	Входные форматы	Интерфейс управления	Частота выборки, кГц	Число входных дв. разрядов	Общие гармонические искажения + шум (% дБ)	Отношение сигнал/шум, дБ	Динамический диапазон, дБ	Примечания/ корпус
DSD1608	ДС	8	ИКМ:стандарт, L-J, I2S; DSD	Посл. 4 линии	ИКМ: 200, DSD: 2822,4	24	0,0012	108	108	TQFP-52
DSD1702	ДС	2	Ст. L-J, I2S, DSD	Посл. 3 линии	200/2822,4	24	0,0015	106	106	QSOP-20
DSD1791	Сегм. ДС	2	Ст. L-J, I2S, DSD	Посл. 4 линии	200/2822,4	24	0,001	113	113	SSOP-28
DSD1792A	Сегм. ДС	2	Ст. L-J, I2S, DSD	Посл. 4 линии	200/2822,4	24	0,0004	127	127	SSOP-28
DSD1793	Сегм. ДС	2	Ст. L-J, I2S, DSD	I ² C	200/2822,4	24	0,001	113	113	SSOP-28
DSD1794A	Сегм. ДС	2	Ст. L-J, I2S, DSD	I ² C	200/2822,4	24	0,0004	129	129	SSOP-28
DSD1796	Сегм. ДС	2	Ст. L-J, I2S, DSD	Посл. 4 линии	200/2822,4	24	0,0005	123	123	SSOP-28
PCM1602A	Многоуровн. ДС	6	Ст. L-J, I2S	Посл. 4 линии	200	24	0,002	105	105	LQFP-48
PCM1606	Многоуровн. ДС	6	Ст. L-J, I2S, TDM	Спец. интерфейс	200	24	0,004	103	103	SSOP-20
PCM1609A	Многоуровн. ДС	8	Ст. L-J, I2S	Посл. 4 линии	200	24	0,002	105	105	LQFP-48
PCM1680	Многоуровн. ДС	8	R-J, L-J, I2S	SPI, I ² C	200	24	0,002	105	105	SSOP-28
PCM1681/Q1	Многоуровн. ДС	8	R-J, L-J, I2S, TDM	SPI, I ² C	200	24	0,002	105	105	TSSOP-28
PCM1702	Параллельная	1	Посл. BTC	Нет	352,8 (44,1×8)	20	-96 дБ	120	110	PDIP-16, SO-20
PCM1704	Параллельная	1	Посл. BTC	Нет	768 (96×8)	24	0,0008	120	112	SO-20
PCM1723	ДС	2	Ст., I2S	Посл. 3 линии	96	24	-89 дБ	96	94	SSOP-24
PCM1727	ДС	2	Ст., I2S	Посл. 3 линии	96	24	-89 дБ	94	92	SSOP-24
PCM1740	ДС	2	Ст., I2S	I ² C	96	24	-89 дБ	94	94	SSOP-24
PCM1741	ДС	2	Ст., L-J, I2S	Посл. 3 линии	100	24	0,005	98	98	SSOP-16
PCM1742	Многоуровн. ДС	2	Ст., L-J, I2S	Посл. 3 линии	200	24	0,002	106	106	SSOP-16
PCM1744	ДС	2	I2S	Спец. интерфейс	96	24	-83 дБ	97	95	SOIC-14
PCM1748	Многоуровн. ДС	2	Ст., L-J, I2S	Посл. 3 линии	100	24	0,002	106	106	SSOP-16
PCM1753/54/55	Многоуровн. ДС	2	R-J, L-J, I2S, ст.	Посл. 3 линии	200	24	0,002	106	106	SSOP-16
PCM1770/71	ДС	2	L-J, I2S	Посл. 3 линии	50	24	0,1	98	98	УЗЧ для телефонов TSOP-16, VQFN-20
PCM1772/73	ДС	2	L-J, I2S	Посл. 3 линии	50	24	0,007	98	98	УЗЧ, TSOP16, VQFN-20
PCM1774	ДС	2	L-J, I2S	SPI, I ² C	50	16	0,008	93	93	УЗЧ, VQFN-20
PCM1780/81/82	Многоуровн. ДС	2	R-J, L-J, I2S	Посл. 3 линии	200	24	0,002	106	106	SSOP-16
PCM1789/Q1	Многоуровн. ДС	2	R-J, L-J, I2S	SPI, I ² C	192	24	-94 дБ	113	113	TSSOP-24
PCM1791A	Сегм. ДС	2	Ст. L-J, I2S, DSD	SPI, I ² C, TDMCA	200/2822,4	24	0,001	113	113	SSOP-28
PCM1792A	Сегм. ДС	2	Ст. L-J, I2S, DSD	SPI, I ² C, TDMCA	200/2822,4	24	0,0004	127	127	SSOP-28
PCM1793	Сегм. ДС	2	Ст. L-J, I2S	Спец. интерфейс	200	24	0,001	113	113	SSOP-28
PCM1794A	Сегм. ДС	2	Ст. L-J, I2S	Спец. интерфейс	200	24	0,0004	132	132	SSOP-28
PCM1795	Сегм. ДС	2	Ст. L-J, I2S, DSD	SPI, I ² C, TDMCA	200/2822,4	32	0,0005	123	123	SSOP-28
PCM1796	Сегм. ДС	2	Ст. L-J, I2S, DSD	SPI, I ² C, TDMCA	200/2822,4	24	0,0005	123	123	SSOP-28
PCM1798	Сегм. ДС	2	Ст. L-J, I2S	Спец. интерфейс	200	24	0,0005	123	123	SSOP-28
PCM4104	ДС	4	R-J, L-J, I2S, TDM	SPI	216	24	-100 дБ	119	118	TQFP-48
TLV320DAC23	Многоуровн. ДС	2	R-J, L-J, I2S	SPI	96	32	-88 дБ	100	90	УЗЧ, DSP, TSOP-28, QFN-28, GQE-32
TLV320DAC26	ДС	2	R-J, L-J, I2S	SPI	48	32	-95 дБ	97	Не норм.	УЗЧ, DSP, QFN-32
TLV320DAC32	ДС	2	R-J, L-J, I2S	I ² C	96	32	-79 дБ	94	Не норм.	УЗЧ, DSP, QFN-32
TLV320DAC3100	ДС	2	R-J, L-J, I2S, TDM	I ² C	192	24	-82 дБ	95	Не норм.	УЗЧ класс D, DSP, QFN-32
TLV320DAC3101	ДС	2	R-J, L-J, I2S, TDM	I ² C	192	24	-82 дБ	95	Не норм.	УЗЧ класс D, DSP, QFN-32
TLV320DAC3120	ДС	1	R-J, L-J, I2S, TDM	I ² C	192	24	-82 дБ	95	Не норм.	УЗЧ класс D, DSP, QFN-32
TLV320DAC3202	ДС	2	R-J, L-J, I2S, PCM	I ² C	48	32	-74 дБ	Не норм.	100	УЗЧ класс G, WCSP-20

Примечания: Приведены максимальные частоты дискретизации и число разрядов; ст. – стандартный звуковой формат данных; L-J/R-J – форматы звуковых данных с левым и правым выравниванием (Left Justified/Right Justified); TDM (Time-division Multiplexed) – технология временного уплотнения; ДС – дельта-сигма; многоуровн. ДС – многоуровневая ДС; сегм. ДС – сегментированная многоуровневая ДС; все количественные параметры приведены для режима ИКМ.

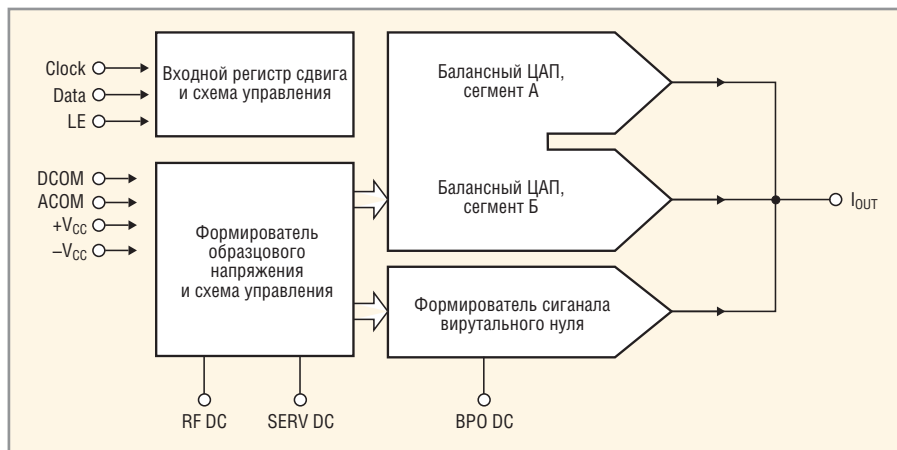


Рис. 1. Структура микросхемы PCM1702

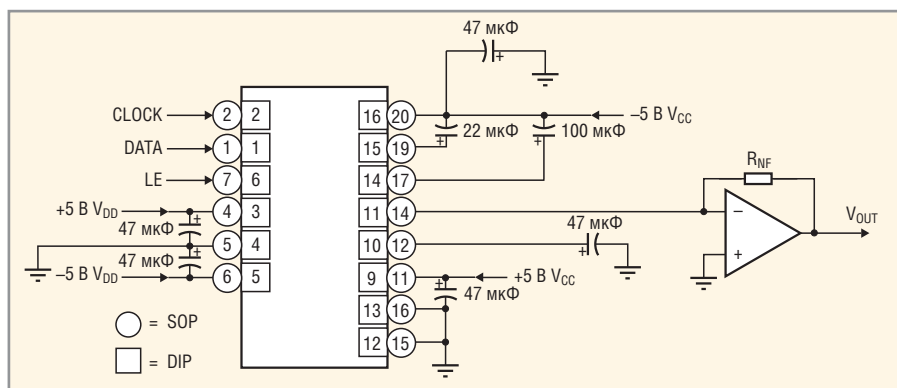


Рис. 2. Типовое включение микросхемы PCM1702

PCM54-PCM58 и PCM61 приведены в статье [3], а одного из лучших, по мнению многих специалистов, параллельного ЦАП PCM63 – в [4]. Рассмотрим особенности и парамет-

ры прецизионных параллельных ЦАП PCM1702 (редакция 2008 г.) и PCM1704 (редакция 2009 г.), имеющих в каталоге фирмы. Микросхемы PCM1702P/P-J/P-K (корпус DIP-

16), PCM1702U/U-J/U-K (SOP-16) являются одноканальными усовершенствованными 20-разрядными «кодо-зависимыми» ЦАП, выполненными по технологии BiCMOS Advanced Sign Magnitude 20-Bit DAC.

В отличие от большинства параллельных ЦАП, формирование выходного сигнала в «кодозависимых» (Sign Magnitude) осуществляется двумя независимыми ЦАП, работающими на общую нагрузку. Первый преобразователь обрабатывает область двоичного дополнительного кода (BTC), соответствующую положительным уровням сигнала, второй – отрицательным. Такое решение обеспечивает точное преобразование сигналов вблизи критического для параллельных ЦАП уровня (нулевого уровня сигнала). Описание данного метода преобразования приведено в патенте [5], структурная схема PCM1702 показана на рисунке 1, а типовая схема включения – на рисунке 2 (в кружках номера выводов PCM1702U, в квадратах – PCM1702P). К особенностям микросхемы можно отнести:

- сверхнизкий уровень общих гармонических искажений и шума (без внешних элементов подстройки) –96 дБ;
- близкую к идеальной работу при низких уровнях выходного сигнала;

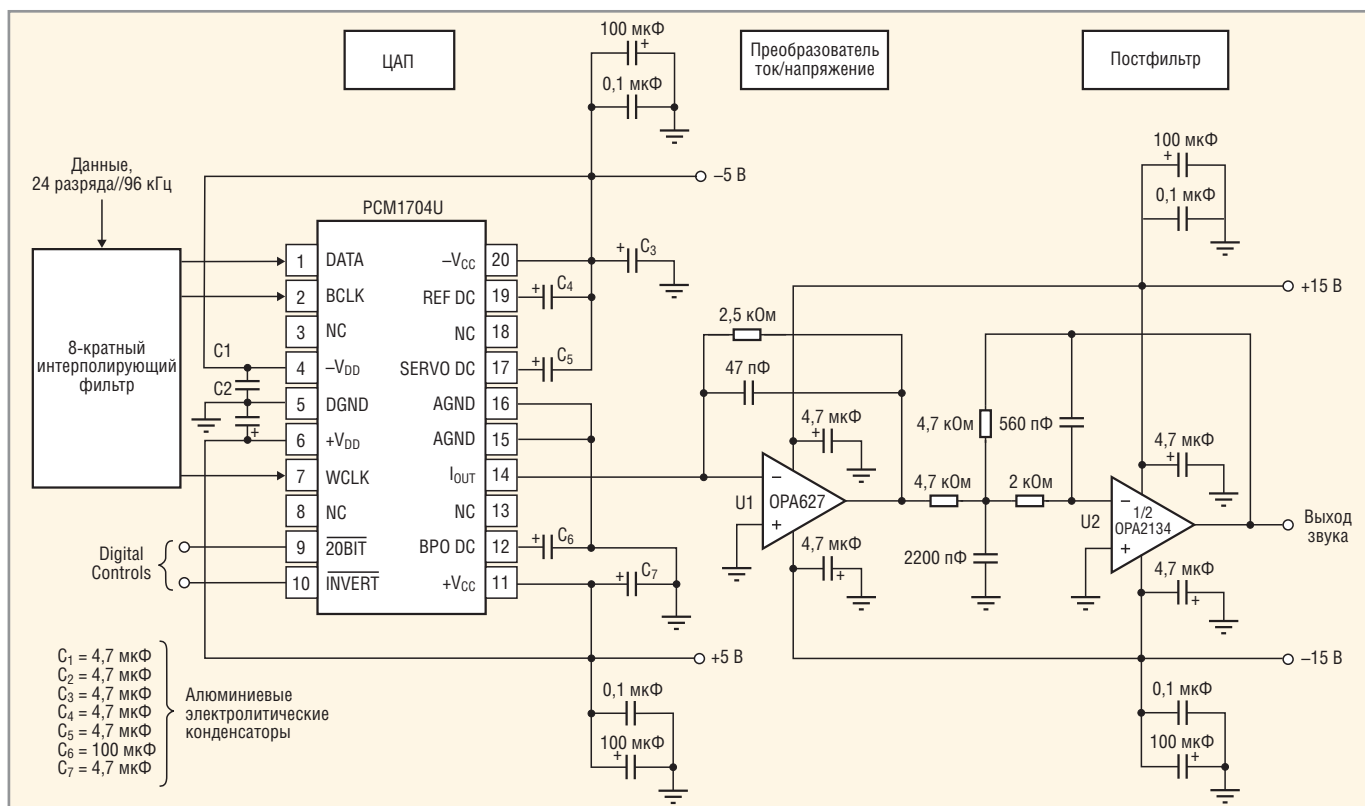


Рис. 3. Типовое включение микросхемы PCM1704

- отсутствие выбросов на выходе при переключении разрядов (Glitch-Free Output);
- типовое отношение сигнал/шум 120 дБ (с взвешивающим фильтром типа А);
- высокую скорость изменения выходного тока $\pm 1,2$ мА за 200 нс;
- возможность работы с 24-разрядными сигналами с 16-кратной передискретизацией;
- встроенные источники опорных напряжений;
- малую потребляемую мощность (150 мВт).

Негативное влияние на качество звучания устройств на основе параллельных ЦАП оказывает параметр, называемый монотонностью передаточной характеристики (Monotonicity). Для измерения монотонности на вход ЦАП подаются код линейно нарастающего сигнала фиксированной частоты; отклонения выходного сигнала от наклонной прямой приводят к увеличению уровня гармоник основного сигнала. На практике для измерения монотонности пользуются спектральным методом измерения уровня гармоник сигнала [6].



Рис. 4. Зависимость общих гармонических искажений и шума от уровня выходного сигнала микросхемы PCM1704

Микросхемы PCM1704U (корпус SOIC-20) являются 24-разрядными «кодозависимыми» ЦАП, выполненными по технологии BiCMOS. Типовая схема включения ИС приведена на рисунке 3. Особенности микросхем PCM1704U:

- частота дискретизации 16..96 кГц;
- 8-кратная передискретизации на частоте 96 кГц;
- входные данные – 20 и 24 разряда;
- динамический диапазон 112 дБ (группа К), отношение сигнал/шум 120 дБ, нелинейные искажения плюс шум 0,0008% (группа К).

На рисунке 4 приведены зависимости общих гармонических искажений



Рис. 5. Спектры выходного сигнала микросхемы PCM1704

плюс шум (THD+N) от уровня выходного сигнала при 16- и 24-разрядном квантовании. На рисунке 5 показан спектр выходного сигнала PCM1704U при уровне -90 дБ.

Из сравнения параметров рассмотренных микросхем можно сделать вывод, что по такому важному параметру, как искажения плюс шум, микросхемы PCM1704 уступают PCM1702, несмотря на более высокие разрядность и частоту дискретизации. На это указывает и отсутствие в справочных данных PCM1704 параметра THD+N при выходном сигнале -60 дБ, а также его указание в процентах. Разница прояв-

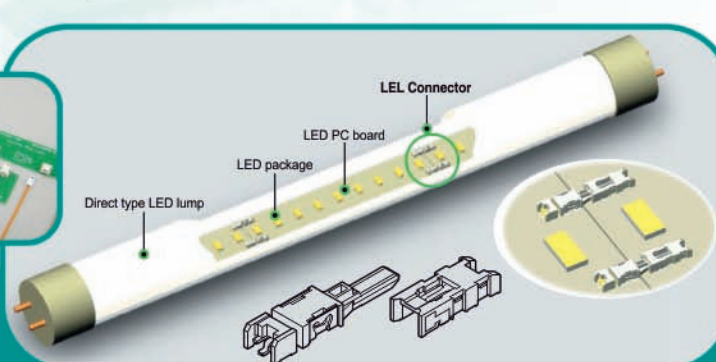
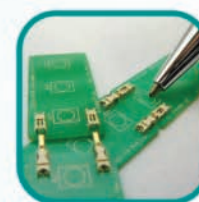


Соединители JST разработаны с учетом необходимости набора светодиодных плат в светодиодные линейки разной длины

Характеризуются:

- малой высотой соединителей,
- высокой надежностью контакта,
- наличием ключа на стыкуемых частях разъема,
- расширенным температурным диапазоном: -55 +105°C,
- подпружиненный контакт обеспечивает устойчивую работу изделия при большом перепаде температур.

Серия LEB/LEA — 3A AC, DC (#22) / 300V AC, DC
Серия LEL — 1A AC, DC / 100V AC, DC



Тел.: (495) 739-65-09
Факс: (495) 739-65-08
E-mail: microem@microem.ru
www.microem.ru



Реклама

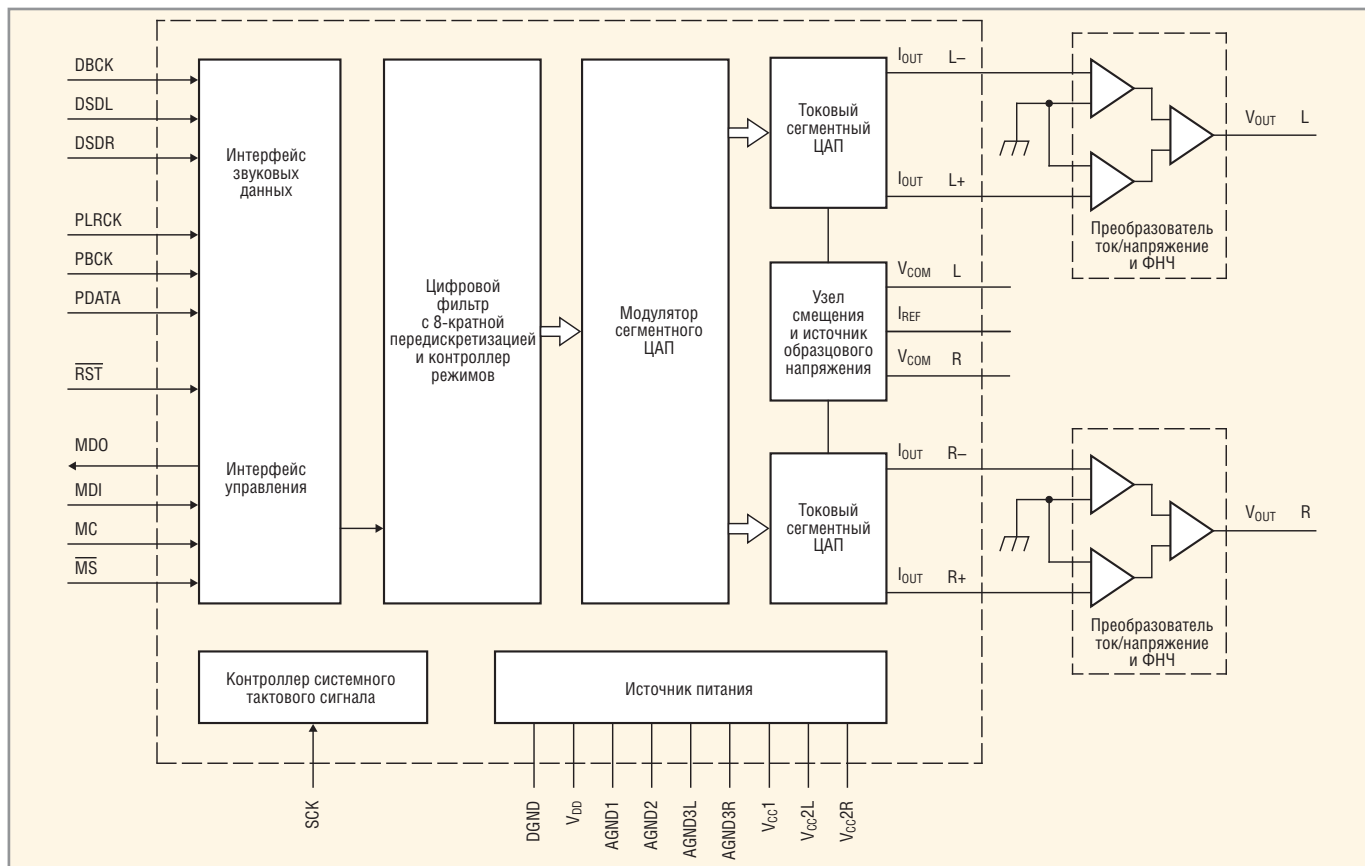


Рис. 6. Структура микросхем DSD1792A, DSD1796

ляется уже при уровне -20 дБ: $0,06\%$ у PCM1704U-K (соответствует -65 дБ) и -84 дБ у PCM1702P/U-K. Обе микросхемы являются одними из немногих многоразрядных ЦАП, выпуск которых в 2011 г. не прекратился.

В рассмотренные ИС многоразрядных ЦАП не входят цифровые фильтры и выходные ОУ для преобразования тока в напряжение. Перечисленные элементы, размещённые на плате отдельно от ЦАП, по мнению некоторых специалистов, позволяют добиться более высоких показателей качества преобразователей.

Подавляющая часть звуковых ЦАП Texas Instruments, выпускаемых в настоящее время, выполнена на основе различных модификаций ДС-модуляторов. В составе микросхем звуковых ЦАП, приведённых в таблице, есть приборы как бюджетного класса, так и микросхемы, предназначенные для профессиональной аппаратуры.

Микросхемы DSD1792A, DSD1794A, DSD1796 выполнены по сегментированной многоуровневой архитектуре (Advanced Segment), которая заключается в отдельной обработке разрядов: для 24-разрядных ЦАП старшие шесть разрядов обрабатываются блоком

ICOB (Inverted Complementary Offset Binary), а младшие 18 разрядов – 5-уровневым ДС-модулятором. После суммирования обоих цифровых потоков образуется 66-уровневый цифровой код, который усредняется с учётом весов (Data-weighted Averaging) и преобразуется в дифференциальный аналоговый сигнал.

Перечисленные выше приборы серии DSD, а также микросхемы PCM1791A, PCM1792A, PCM1795, PCM1796 поддерживают режим Direct-Stream-Digital (прямой цифровой поток), который отличается значительно более высокой частотой дискретизации

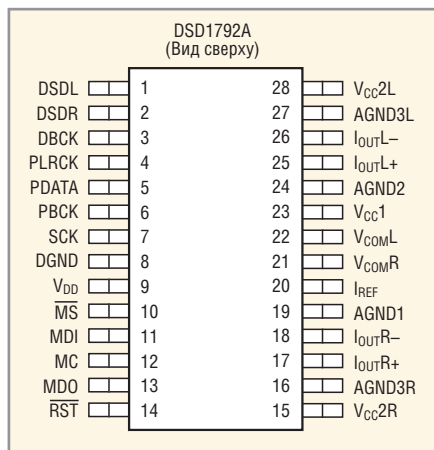


Рис. 7. Назначение выводов микросхемы DSD1792A

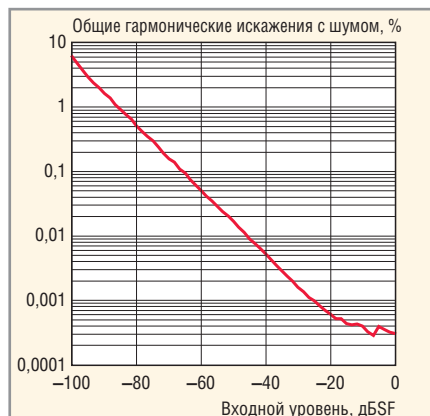


Рис. 8. Зависимость общих гармонических искажений и шума микросхемы DSD1792A от уровня входного сигнала

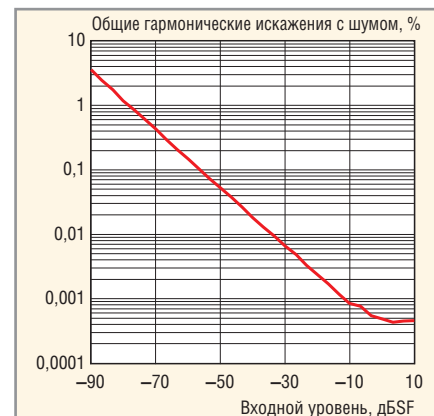


Рис. 9. Зависимость общих гармонических искажений плюс шум микросхемы DSD1796 от уровня входного сигнала

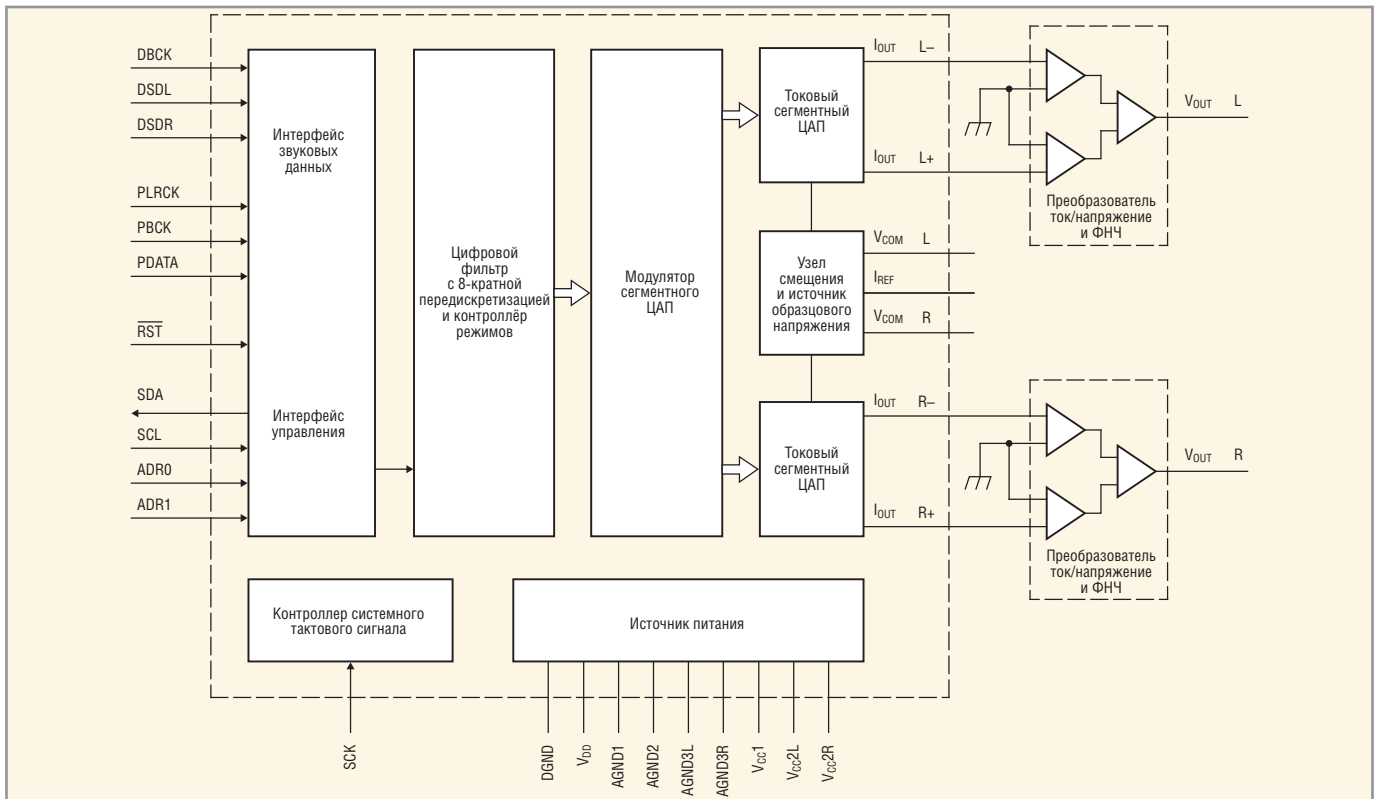


Рис. 10. Структура микросхем PCM1794A, PCM1798

по сравнению с ИКМ-записью на компакт-диске ($44,1 \text{ кГц} \times 64 = 2822,4 \text{ кГц}$), при этом скорость передачи данных

составляет 2,8224 Мбит/с на каждый канал. Главные преимущества DSD: плоская АЧХ в диапазоне до 100 кГц

при динамическом диапазоне 120 дБ и более; практически полное отсутствие шума квантования; возмож-



**МАКРО
ГРУПП**
Внедряя Качество

Макро групп приглашает всех желающих на бесплатные семинары.

В рамках выставки **Новая электроника 2012**. 19 апреля с 10.00 – 17.00.

Семинар совместно с Silica An Avnet Company «Расширенная процессорная платформа Zynq-7000»

В рамках выставки **НАВИТЕХ 2012**. 17 апреля с 14.00 – 16.00.

Семинар «Применение модулей Simcom и SkyTraq».

Регистрация на семинары обязательна на сайте www.macrogroup.ru

Реклама

Санкт-Петербург тел.:(812) 370 60 70
Москва тел.:(495) 988 02 72

Екатеринбург тел.:(343) 379 03 68
Ростов-на-Дону тел.:(863) 227 03 93

Чебоксары тел.:(8352) 42 61 03
Новосибирск тел.:(383) 233 34 87

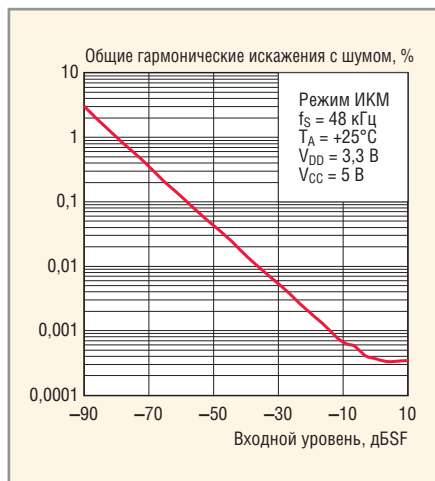


Рис. 11. Зависимость общих гармонических искажений плюс шум микросхемы PCM1795 от уровня входного сигнала

ность простого преобразования потоковой записи в другие форматы, в том числе CD Audio, High Sampling Audio ($f_s = 88,2/96$ кГц), DAT, звуковое сопровождение цифрового телевидения ($f_s = 32/48$ кГц) и др. Преимущества DSD полностью реализованы в проигрывателях SACD категории High-End.

Кособенностям микросхем PCM1791A, PCM1792A, PCM1795, PCM1796 можно отнести:

- поддержку форматов ИКМ и DSD;
- восьмикратный фильтр передискретизации (внеполосное затухание -130 дБ, неравномерность в полосе пропускания $\pm 0,00001$ дБ);
- поддержку интерфейса с временным уплотнением TDMCA (в DSD1792A, DSD1796), разработанного для сопряжения с ЦПОС компании TI, а также с другими программируемыми приборами;
- дополнительный интерфейс для поддержки внешних цифровых фильтров или сигнальных процессоров;
- функции, программируемые пользователями: регулируемый аттенюатор ($0...-120$ дБ, шаг $0,5$ дБ); цифровая коррекция предискажений; переключение типа АЧХ цифрового фильтра (Rolloff: Sharp/Slow);
- раздельное питание для аналоговых (5 В) и цифровых ($3,3$ В) узлов.

Области применения, рекомендуемые изготовителем: аудио/видео,

HDTV-ресиверы; SACD, DVD и Blu-ray-проигрыватели; автомобильные звуковые системы; цифровые многодорожечные магнитофоны, профессиональное звуковое оборудование.

Структура микросхем DSD1792A, DSD1796 с внешними ОУ приведена на рисунке 6, назначение выводов – на рисунке 7. Микросхема DSD1794A отличается только интерфейсом управления (шины MDO, MDI, MC, MS заменены на SDA, SCL, ADDR0, ADDR1 интерфейса I²C). Основные параметры микросхем DSD1792A, DSD1794A/DSD1796 в режиме DSD: общие гармонические искажения плюс шум – $0,0005/0,0007\%$, динамический диапазон – $128/122$ дБ, отношение сигнал/шум $128/122$ дБ.

На рисунке 8 приведена зависимость гармонических искажений микросхемы DSD1792A от уровня входного сигнала (режим ИКМ); практически тот же вид имеет и характеристика микросхемы SD1794A. Аналогичная зависимость для микросхемы DSD1796 приведена на рисунке 9.

Микросхемы PCM1794A (2008 г.), PCM1795 (2009), PCM1796 (2008), PCM1798 (2009) выполнены по архитектуре Advanced Segment. Приборы PCM1795, PCM1796 могут работать и с потоками DSD; максимальное число входных двоичных разрядов для PCM1795 – 32. Все микросхемы имеют одинаковый набор возможностей и сфер применения с рассмотренными выше приборами серии DSD. Структура микросхем PCM1794A и PCM1798 приведена на рисунке 10, она практически идентична схеме, приведённой на рисунке 6. Микросхемы PCM1795 и PCM1796 также отличаются интерфейсами звуковых данных и управления. На рисунке 11 приведена зависимость общих гармонических искажений от уровня входного сигнала (режим ИКМ) для 32-разрядного ЦАП PCM1795.

Из многоканальных приборов можно отметить одну из последних разработок компании – восьмиканальный ЦАП PCM1681/PCM1681-Q1 (2011 г.) [7]. Особенности прибора:

- полный размах выходного напряжения $3,75$ В ($U_{пит} = 5$ В);
- цифровой фильтр с 4-/8-кратной передискретизацией, затухание -57 дБ, неравномерность АЧХ $\pm 0,015\%$;
- аппаратное управление функциями;
- цифровой аттенюатор до -100 дБ, шаг 1 дБ;

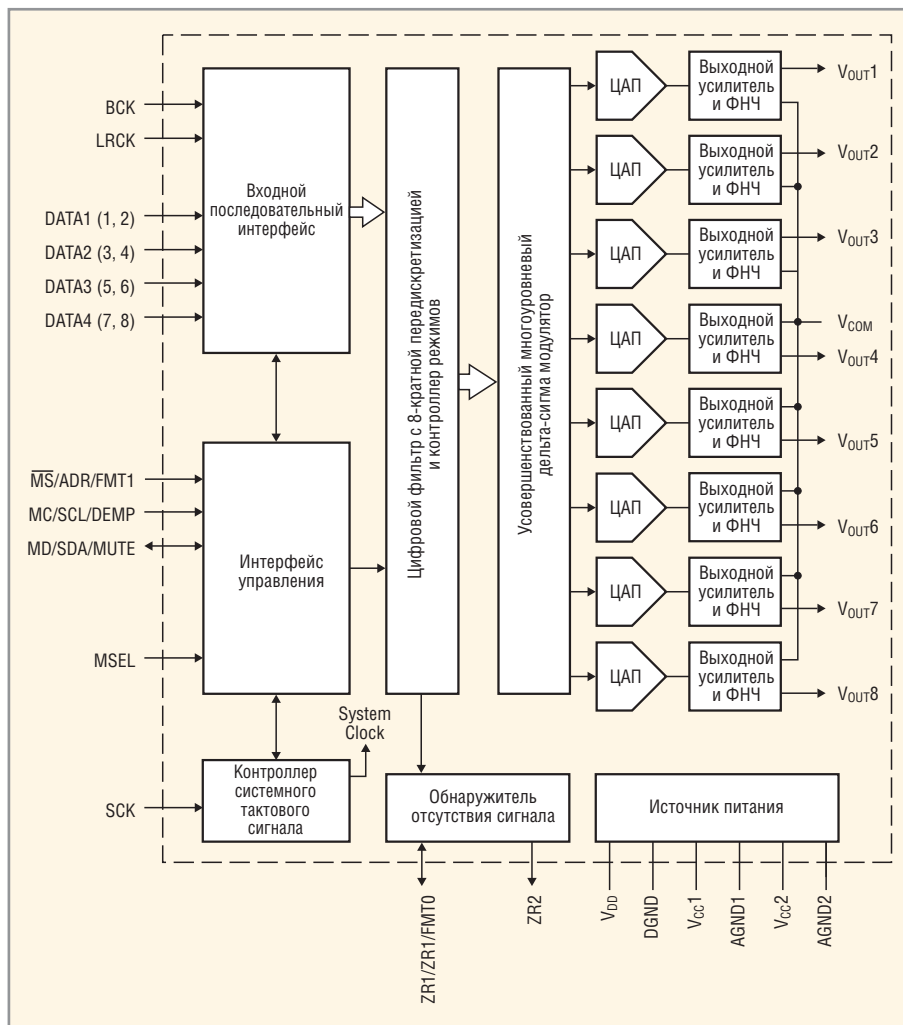


Рис. 12. Структура микросхемы PCM1681

- пользовательские функции: выбор формата звуковых данных; мягкое снижение громкости; выбор прерываний; выбор передискретизации;
- диапазон рабочих температур $-40...85^{\circ}\text{C}$ или $-40...105^{\circ}\text{C}$ (автомобильные исполнения).

Сферы применения РСМ1681: внешние автомобильные усилители; интегральные аудио-/видеоресиверы; HDTV-ресиверы; звуковые карты для компьютеров класса High-End; цифровые рабочие станции и другие многоканальные приложения. Структурная схема ИС приведена на рисунке 12.

Микросхемы серии TLV предназначены для мобильных приложений, к качеству звучания которых не предъявляются жёсткие требования. В состав микросхем серии входят двухканальные УЗЧ класса D или G, в некоторые микросхемы включены цифровые сигнальные процессоры. Коротко рассмотрим особенности одной из последних разработок компании – ЦАП с усилителями для головных телефонов TLV320DAC3202 (2011 г.):

- использование УЗЧ класса G для ограничения пиков громкости;

- возможность работы с наушниками, рассчитанными на напряжение 1 В (RMS);
- малая потребляемая мощность (6,5 мВт);
- встроенная защита от коротких замыканий;
- поддержка частот дискретизации: 8; 11,025; 12; 16; 24; 32; 44,1 и 48 кГц;
- регулировка громкости в диапазоне от +4 до -59 дБ (32 шага).

Сферы применения ИС: смартфоны и музыкальные телефоны; портативные навигаторы; персональные медиапроигрыватели; карманные компьютеры; портативные игровые консоли; звуковые проигрыватели на базе жёстких дисков и флэш-памяти.

Таким образом, компания Texas Instruments выпускает широкую номенклатуру ИС звуковых ЦАП. Ряд микросхем может быть использован в профессиональной звуковой аппаратуре. Несколько ИС характеризуются отношением сигнал/шум более 100 дБ и могут быть установлены в высококачественную бытовую аппаратуру (см. таблицу). Более десяти типов ИС ЦАП с отношением сигнал/шум 92...98 дБ рассчитаны на стационарную и

портативную аппаратуру бюджетного класса.

ЛИТЕРАТУРА

1. Данилов А. Преобразователи и интерфейсы для цифровых звуковых форматов высокого разрешения. Часть 1: Преобразователи. Электронные компоненты. 2005. № 1. С. 38–43.
2. Алдошина И. Физический и психоакустический анализ цифрового звука с высоким разрешением. Звукорежиссёр. 2004. № 4.
3. Петропавловский Ю. ЦАП РСМ54...56, 58, 61 фирмы TI/Burr-Brown для звуковой аппаратуры классов Hi-Fi, Hi-End. Ремонт электронной техники. 2007. № 4.
4. Петропавловский Ю. ЦАП РСМ63 и цифровой интерполирующий фильтр DF1700 фирмы TI/Burr-Brown в высококачественной звуковой аппаратуре. Ремонт электронной техники. 2007. № 6.
5. US Patent 5257027. Modified sign-magnitude DAC and method. <http://www.patentstorm.us/patents/5257027/claims.html>.
6. Андронников Д. ЦАП Lynx 24. <http://www.lynxaudio.narod.ru/articles/lynx24/lynx24.pdf>.
7. http://www.ti.com/lscs/ti/analog/audio/audio_overview.page.





Проводка уложена слишком **плотно?
Панели расположены слишком **высоко**?
Проводники слишком **велики**?
Будьте к этому готовы.**





FLUKE.

Представляем первые в мире гибкие токоизмерительные клещи **Fluke 376 с iFlex.**

Инновационный гибкий датчик тока
iFlex обеспечивает более высокую гибкость в проведении измерений

Наивысший из возможных классов безопасности
Испытаны с превышением уровней классов безопасности CAT IV для 600 В и CAT III для 1000 В.

Надежность показаний
Встроенный фильтр нижних частот и современный уровень обработки сигнала.

Специальная технология измерений INRUSH
Фильтрация помех, точное измерение пускового тока двигателя.

Эргономичность конструкции
Большой и легкочитаемый дисплей с подсветкой.

**Fluke 376 с iFlex:
Теперь не существует ничего,
до чего нельзя было бы добраться.**

Повышенные функциональные возможности при проведении измерений

- Измеряемый ток — до 2500 А (переменный)/1000 А (постоянный).
- Измеряемое напряжение — до 1000 В переменного и постоянного тока с мВ-диапазоном для дополнительных принадлежностей.
- Сопротивление — до 60 кОм.

Детальные технические характеристики изделия и описание всего ассортимента инновационных токоизмерительных клещей Fluke см. на веб-сайте: www.Fluke.ru

© Fluke Corporation, 2011.
Технические характеристики могут быть изменены без уведомления. Ad 3840056A

Реклама

Источники питания Vicor в военной и гражданской авиации

Публикуется с разрешения журнала CHIP NEWS Украина (www.chipnews.com.ua)

Руслан Скрышевский (г. Киев, Украина)

Сегодня в авиапромышленности особое внимание уделяется вопросам безопасности полетов, качественного и надёжного обслуживания пассажиров. В выполнении этих требований помогают источники питания из модулей фирмы Vicor. В данной статье пойдёт речь о применении преобразователей напряжения в военной и гражданской авиатехнике, а также о том, как правильно подавлять электромагнитные шумы.

Компания Vicor разработала ряд источников питания и фильтров для применения в авиационной технике. Эти модули значительно снижают уровень электромагнитных шумов, обеспечивая надёжную работу электрических двигателей и других электротехнических устройств. Источники питания от компании Vicor применяют многие производители авиационной и авиакосмической техники, среди которых и корпорация Airbus и NASA.

Основными преимуществами применения преобразователей и фильтров Vicor в аэротехнике являются:

- надёжность;
- соответствие всем стандартам авиобезопасности;
- широкий спектр продукции;
- техническая поддержка.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МОДУЛЕЙ DC/DC

Использование модулей DC/DC MI-J00 для питания мониторов в кабинах самолётов

DC/DC-преобразователи MI-J00 (рис. 1) могут использоваться в гражданской авиации. Они обладают функцией контроля, характеризуются высокой

надёжностью, широким диапазоном входных напряжений, малыми размерами и небольшим весом, способностью работать как при низких, так и при высоких температурах. Технические характеристики DC/DC-преобразователей MI-J00 приведены в таблице 1.

Применение DC/DC модулей VI-JWR-CY и Megaracs в имитаторах полётов для вертолётов

Имитаторы полётов необходимы для воспроизведения условий полёта, близких к реальным. В качестве источников питания в них могут применяться следующие DC/DC-модули:

- MegaPacs (рис. 2) – для простых конфигураций;
- VI-JWR-CY (рис. 3) – для нестандартных значений выходных напряжений.

Технические характеристики данных модулей приведены в таблице 2.

Использование модулей DC/DC V-I Chip в антиобледенителях крыльев самолёта

Для применения в системах антиобледенения Vicor предлагает DC/DC-мо-

дули V-I Chip – MIL-COTS VTM, PRM (по одному на каждое крыло), что обеспечивает двойную избыточность. Диапазон входных напряжений составляет 15...60 В. Они выпускаются в SMD-корпусе с площадью всего 1 квадратный дюйм и выдают выходное напряжение 1...50 В при токе 100 А или выходной мощности 120 Вт.

DC/DC-модули VTM, PRM; BCM (рис. 4) являются частью запатентованного Vicor подхода к преобразованию мощности в системах питания с промежуточной шиной, который получил название факторизированной архитектуры питания (ФАП). Предложенная архитектура в сочетании с преобразователями V I Chip позволяет разработчикам создавать высокоэффективные, но при этом недорогие системы. Компактные модули для поверхностного монтажа, построенные по резонансной схеме, имеют КПД 95...97% и способны конвертировать до 300 Вт мощности. В данной архитектуре используются модули предварительной стабилизации напряжения PRM и трансформаторы напряжения VTM, которые осуществляют гальваническую развязку «вход-выход», а также шинный преобразователь напряжения BCM. Областью применения ФАП являются телекоммуникационные технологии, энергетика, медицина, военная промышленность.

К основным преимуществам данных модулей относятся:

- отличные переходные характеристики;



Рис. 1. DC/DC-модуль MI-J00

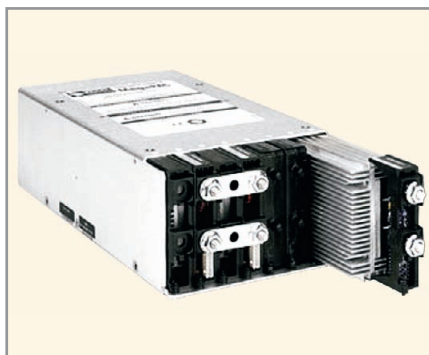


Рис. 2. DC/DC Megarac



Рис. 3. Модули серий VI-200, VI-J00

- высокий КПД;
- высокая плотность мощности преобразования;
- низкая стоимость;
- надёжность.

Основные характеристики модулей напряжения ФАП приведены в таблицах 3 и 4.

Использование DC/DC Maxi, Mini, Micro модулей Vicor для модернизации дисплеев вертолёта в условиях ограниченного пространства

При переходе от больших объёмных дисплеев на электронно-лучевых трубках к ЖКИ-дисплеям значительно изменились условия работы источников питания.

Таблица 1. Технические характеристики DC/DC-преобразователей MI-J00

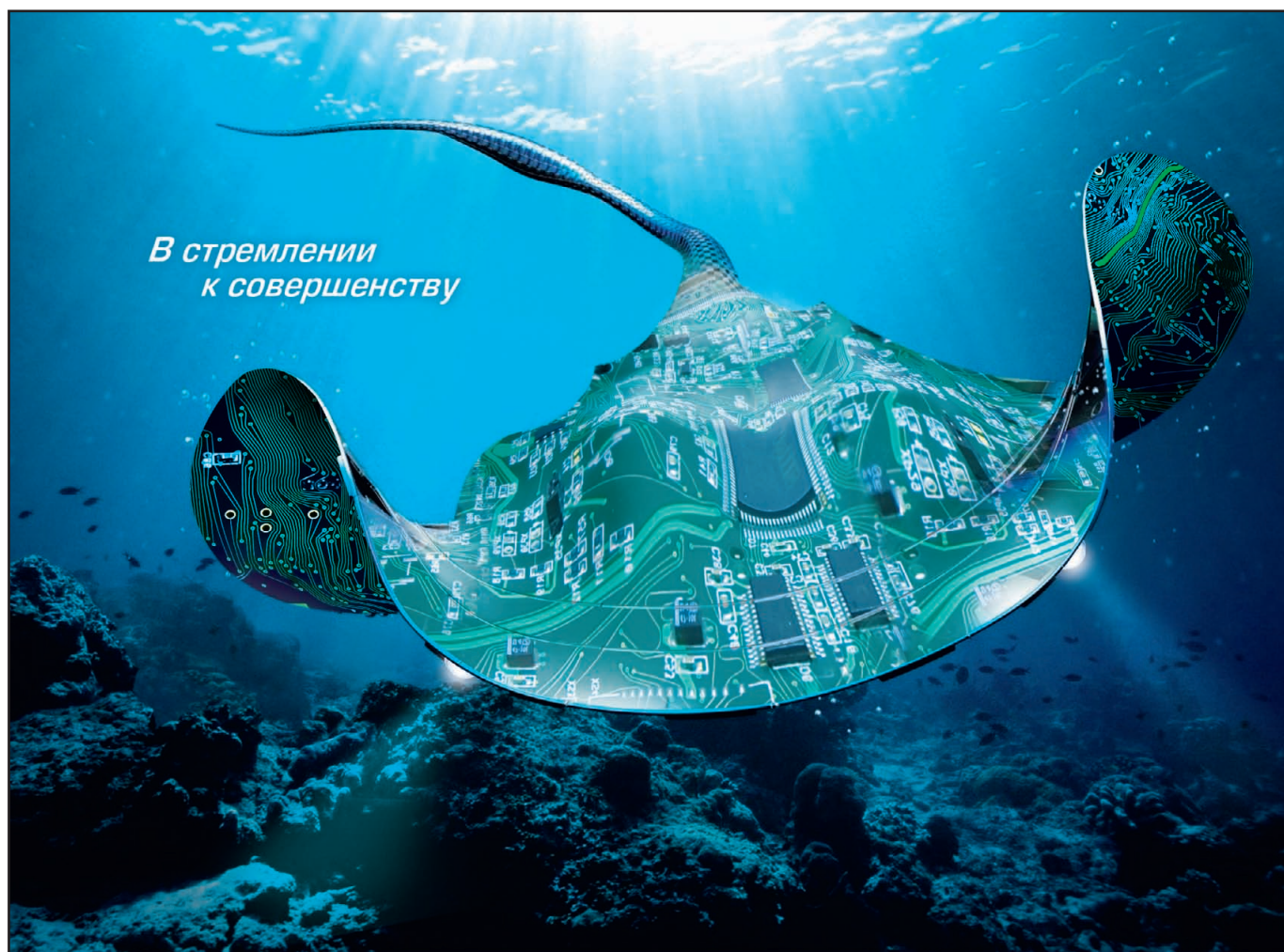
Входное напряжение, В	Выходные напряжения, В	Температура эксплуатации, °С	Выходная мощность, Вт	КПД, %	Размеры, мм
18...50	2...48	-40...+100 -65...+125	10...50	До 90	57,9 × 61,0 × 12,7
100...210					
125...400					
100...310					

Таблица 2. Технические характеристики Мегарас, VI-JWR-CY

Название модуля	Входное напряжение, В	Выходное напряжение, В	Температура эксплуатации, °С	Мощность, Вт	Размеры, мм
Мегарас	10,0...380,0	1,0...95,0	-40...+85	До 4000	86,4 × 152,4 × 241,3
VI-JWR-CY	48	7,5	-25...+100	50	57,9 × 61,0 × 12,7

При переходе от больших объёмных дисплеев на электронно-лучевых трубках к ЖКИ-дисплеям значительно изменились условия работы источников

питания. Как правило, в вертолётах вход подаётся 28 В. Для дисплея верто-



*В стремлении
к совершенству*



**Комплексные поставки электронных компонентов
СПЕЦИАЛЬНОГО, ДВОЙНОГО И ОБЩЕГО НАЗНАЧЕНИЯ**

Закрытое Акционерное Общество «Фаворит – Электронная Компания»
Web: www.favorit-ec.ru ■ тел./факс: +7(495)627-76-24

Представительство ЗАО «Фаворит – ЭК»
в Республике Беларусь, г. Минск
Тел.: +375 (17) 207-01-85
info@favorit-ec.ru

Представительство ЗАО «Фаворит – ЭК»
в Санкт-Петербурге: ООО «Невская Электронная Компания»
Тел.: +7 (812) 449-52-40
www.spbnek.ru • nek@spbnek.ru

Представительство ЗАО «Фаворит – ЭК»
в Нижнем Новгороде
Тел.: +7 (910) 886-80-60
alexandra@favorit-ec.ru

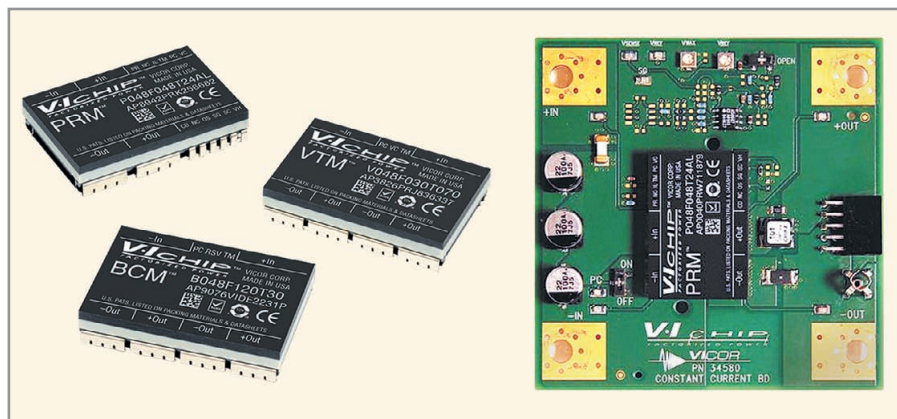


Рис. 4. Модули PRM, BCM, VTM и их представление на плате

лётa на сайте компании Vicor в программе PowerBench™ можно создать собственный источник питания, в котором можно использовать DC/DC модули Maxi, Mini и Micro.

DC/DC-преобразователи этих типов обладают рядом таких преимуществ, как:

- надёжность;
- универсальность в применении;

- высокое соотношение «размер–мощность»;
- возможность подстройки выходного напряжения 10...110%;
- низкое потребление энергии в «спящем» режиме;
- возможность параллельной установки модулей для увеличения выходной мощности.

Таблица 3. Технические характеристики модулей BCM, PRM, VTM в корпусах Full-chip

Тип модуля	Входное напряжение, В	Выходное напряжение, В	Выходной ток, А	КПД, %	Размеры, мм
BCM	38...55	1,19...55	6...90	До 96	32,5 × 22,0 × 6,73
PRM	24, 36, 45, 48	48	4...8	До 97	
VTM	26...55	0,7...55	6...130	До 96	

Таблица 4. Технические характеристики модулей BCM, PRM, VTM в корпусах Half-chip

Тип модуля	Входное напряжение, В	Выходное напряжение, В	Выходной ток, А	КПД, %	Размеры, мм
BCM	38...55	12	11,3	До 95	22,0 × 16,5 × 6,73
PRM	38...55	5...55	4	До 97	
VTM	26...55	0,8...13,8	10...50	До 95	

Таблица 5. Параметры DC/DC-преобразователей типов Maxi, Mini, Micro

Параметры	Значения
Диапазон входных напряжений, В	9...425
Стандартные входные напряжения, В	24; 48; 72; 110; 150; 300; 375
Диапазон выходных напряжений, В	2...54
Стандартные выходные напряжения, В	2; 3,3; 5; 6,5; 8; 12; 15; 24; 28; 32; 36; 48; 54
Рабочие температурные диапазоны, °С	-10...+100; -20...+100; -40...+100; -55...+100
Размеры Maxi, мм	117 × 55,9 × 12,7
Размеры Mini, мм	57,9 × 55,9 × 12,7
Размеры Micro, мм	57,9 × 36,8 × 12,7
Дополнительные возможности	Защита от выходного перенапряжения, наличие защитного корпуса для суровых условий работы

Параметры DC/DC-преобразователей типов Maxi, Mini и Micro приведены в таблице 5.

БОРЬБА С ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫМИ ПОМЕХАМИ (EMI) В AC/DC-СИСТЕМАХ

Борьба с электромагнитными помехами часто рассматривается как «чёрное пятно» в проектировании преобразователей питания, особенно для систем AC/DC. Рассмотрим причины возникновения электромагнитных помех, их влияние на систему, а также практические рекомендации для минимизации этого влияния.

Основной причиной шума является наличие переходных процессов тока (di/dt) и/или напряжения (du/dt) в системе. Для AC/DC-преобразователей используется ряд схемотехнических методов построения импульсных источников питания, включая полностью резонансную, квазирезонансную и широтно-импульсную (ШИМ) модуляции.

Преобразователи, управляемые ШИМ, используют прямоугольный регулирующий сигнал с непрерывно меняющейся шириной импульса. Результатом этого является «белый шум». Если его не фильтровать и не экранировать, то появляются помехи в электронном оборудовании, которое питается от этой же сети переменного тока.

Шумы, которые проникают из преобразователя через линии питания и/или через выходные кабели питания, называются «кондуктивным излучением линий питания». Существует две формы проявления шума: дифференциальная и синфазная. Дифференциальный шум – это шум, который присутствует только в линиях питания и не присутствует на «уровне земли». Он может быть измерен только по отношению к линиям питания. Синфазный шум можно измерить только между уровнем земли и одной из линий питания.

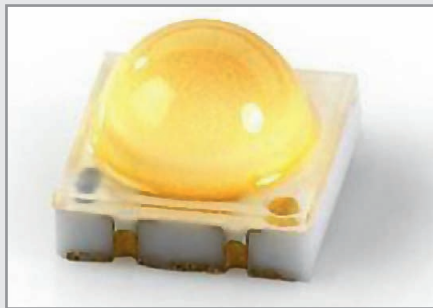
AC/DC-преобразователи используют EMI-фильтры внутри корпуса источника питания. Эти фильтры содержат индуктивные и емкостные компоненты, называемые X- и Y-компонентами. X-компоненты размещены вдоль линий питания и фильтруют дифференциальный шум; Y-компоненты размещаются между линиями питания и землёй и фильтруют синфазный шум.



Новости мира News of the World Новости мира

Sharp: светодиодные модули со световым потоком от 5 до 7000 лм

Добавив новую серию высокопроизводительных светодиодных матриц мощностью до 50 Вт, Sharp предлагает расширенную линейку продукции, насчитывающую более 100 светодиодных модулей. Модули семейства Zenigata обеспечивают световой поток от 5 до 7000 лм, отличаются широким диапазоном цветовых температур и высоким значением индекса цветопередачи (CRI). Благодаря собственному высокотехнологичному производству, Sharp предлагает более 100 моделей светодиодных модулей с четкой градацией классов рабочих характеристик.



В зависимости от уровня яркости, модули выполнены с использованием различного числа светодиодных чипов. Это позволяет компании практически полностью охватить спектр яркости от 5 до 7000 лм. Помимо этого, модули представлены в широком диапазоне цветовых температур от 2700 до 6500К с оттенками «тёплый», «нейтральный», «чистый» и «холодный» белый.

Ориентируясь на применение в точечных источниках света и потолочных светильниках, Sharp предлагает светодиодные модули серии Mega Zenigata со световым потоком от 1150 до 7000 лм, наряду с младшей серией Mini Zenigata, обеспечивающей световой поток от 300 до 1550 лм. Благодаря механической и оптической совместимости модулей серии Mega Zenigata компании Sharp, становится возможным создание осветительных приборов с различным уровнем яркости с использованием одинаковых рефлекторов, линз и корпусов. Для систем местного освещения наиболее подходят светодиоды серий SAE и Pico Zenigata со световым потоком от 5 до 75 лм.

Все светодиодные матрицы характеризуются продолжительным сроком службы до 40 000 ч при рабочей температуре 90°C и высоким качеством света. Типовое значение индекса цветопередачи (CRI) светодиодов составляет как минимум 80 для всего диапазона цветовых температур. А индекс CRI светодиодных модулей Mega Zenigata может достигать 93 (тип.). В соче-

тении с высокой светоотдачей это позволяет модулям соответствовать требованиям международной программы Energy Star и другим промышленным стандартам.

Ассортимент светодиодных решений способен удовлетворить требования самых различных приложений, от ночников до уличных фонарей, систем освещения жилых территорий, складов и магазинов, дорог различного назначения, а также внутреннего освещения офисных зданий и производственных цехов.

Для всего этого разнообразия приложений Sharp продемонстрирует образцы осветительных приборов на основе новейших светодиодных матриц на стенде, созданном при участии своих заказчиков.

www.sharpsme.com

Базовое решение на светодиодах для замены ламп накаливания

Фирма Power Integrations представляет базовое решение драйвера для работы светодиодов, заменяющих лампы накаливания. Драйвер способен выдавать мощность, необходимую для светодиодного решения, заменяющего лампы накаливания 100 Вт, и может размещаться в лампе формата A19. Базовое решение DER-322 является гальванически не развязанным драйвером с КПД 93%, который вырабатывает из переменного напряжения сети 195...265 В (частотой 47...63 Гц) номинальное напряжение светодиодной цепи 78 В при токе 230 мА.



Драйвер базируется на ИС LNK460VG из LinkSwitch-PL семейства фирмы Power Integrations. Базовое решение размещается в корпусе лампы формата A19, отвечает требованиям норм EN61000-3-2-C-(D) и остаётся, по утверждению производителя, значительно ниже предельных значений THD.

При коэффициенте мощности более 0,95 оно выполняет требования коммерческих и потребительских приложений. DER-322 задуман, прежде всего, как драйвер для решений, заменяющих лампы накаливания формата A19, но может быть также модифицирован и для монтажа в трубки T8. Драйвер представляет интерес как для разработчиков светодиодных систем освеще-

щения высшего класса, так и для разработчиков, производящих замену ламп накаливания светодиодами.

Базовое решение может быть модифицировано таким образом, что поддерживает симисторное (TRIAC) диммирование. Документацию DER-322 можно бесплатно скачать с сайта Power Integrations.

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

Sharp представляет круглый запоминающий ЖК-дисплей

Анонсируя новый запоминающий ЖКИ LS010B7DH01, Sharp представляет дисплей со сверхмалым потреблением, впервые имеющий круглую активную зону изображения с количеством пикселей 12 868. При диаметре 1 дюйм (2,5 см) новый запоминающий ЖКИ отличается высоким разрешением, составляющим 128 × 128 пикселей, и видимой областью, достаточной для полной графической черно-белой визуализации контента.

Превосходная читаемость при любом уровне освещённости достигается за счёт высокой отражательной способности дисплея и контрастности 14 : 1. Благодаря коэффициенту пропускания света области изображения, равному 0,25%, новый запоминающий дисплей может оснащаться задней подсветкой, что позволяет видеть информацию на экране даже в темноте. Благодаря своей круглой форме, LS010B7DH01 идеально подходит для наручных устройств, требующих продолжительного времени работы.

К таким устройствам относятся не только наручные часы, но и спортивные и туристические компьютеры, а также медицинские приборы контроля состояния пациента. Помимо этого, круглые запоминающие ЖКИ могут также применяться в качестве экранов спидометров электровелосипедов, спортивных тренажёров и термостатов. Как и все запоминающие ЖК-дисплеи, LS010B7DH01 отличается чрезвычайно низким энергопотреблением, не превышающим 10 мкВт при статическом изображении и 45 мкВт при обновлении картинки с частотой 1 Гц.

Таким образом, потребляемая мощность приблизительно составляет всего 1% от уровня энергопотребления обычных транзистивных TFT ЖКИ, и даже по сравнению с обычными рефлективными индикаторами, запоминающие ЖК-дисплеи потребляют всего десятую долю мощности. Более того, стандартных ЖКИ такой необычной, круглой формы в настоящее время просто не существует.

www.sharpsme.com

Микроконтроллер MDR32F9Q2I

Часть 2. Работа с портами микроконтроллера

Михаил Голубцов (Москва)

Цикл статей предназначен для тех читателей, которые хотят ознакомиться с отечественным микроконтроллером, совместимым с Cortex-M3, и научиться его использовать. Рассмотрены основные аппаратные узлы микроконтроллера, а также их программирование. В каждой статье приводится пример реального использования, со схемой и полным текстом программы. Поскольку микроконтроллер Cortex-M3 сложнее многих популярных приборов, данная публикация может облегчить его освоение.

Микроконтроллер содержит шесть 16-разрядных портов ввода-вывода с названиями PORTA – PORTF. Каждый вывод порта может выполнять одну из четырёх возможных функций:

- порт;
- основная функция;
- альтернативная функция;
- переопределённая функция.

Для выбора функции предусмотрено переключение вывода на различные функциональные блоки внутри микроконтроллера. Каждый вывод порта можно настраивать независимо от настроек других выводов. На рисунке 1 показана структура одного вывода порта микроконтроллера.

При работе в режиме порта ввода-вывода имеются дополнительные возможности. В режиме работы порта на выход его можно сконфигурировать как управляемый драйвер или открытый исток, а также установить параметр мощности, который задаёт медленный, средний или короткий фронт на выводе порта при переключении его состояния.

В режиме работы порта на вход можно задать:

- аналоговый или цифровой режим работы;
- триггер Шмитта;
- фильтр на входе;
- подтяжку к питанию;

- подтяжку к общему проводу.

В таблице приведены варианты возможных функций для каждого вывода порта микроконтроллера. Управление портами микроконтроллера осуществляется при помощи набора из восьми 32-разрядных регистров:

MDR_PORTx->RXTX	Данные порта
MDR_PORTx->OE	Направление для каждого вывода порта
MDR_PORTx->FUNC	Режим работы порта (функция)
MDR_PORTx->ANALOG	Аналоговый режим работы порта
MDR_PORTx->PULL	Подтяжки к питанию или общему проводу
MDR_PORTx->PD	Режим работы выходного драйвера
MDR_PORTx->PWR	Мощность передатчика
MDR_PORTx->GFEN	Входной фильтр

Ниже приведено подробное описание регистров.

MDR_PORTx->RXTX

Регистр предназначен для управления состоянием выходных линий порта, а также для получения состояния входных линий порта. В регистр можно записывать данные и считывать из него данные. Значение регистра после сброса: 0. Биты с 0 по 15 соответствуют выводам порта соответственно с Rx0 по Rx15. Для установления состояния выходной линии порта в соответствующий ей разряд регистра надо записать «1». Для получения состояния линии порта, настроенной на вход, следует считать из этого регистра число и в разряде, соответствующем линии порта, получить её состояние.

MDR_PORTx->OE

Регистр предназначен для задания направления передачи данных на выводах порта. В регистр можно записывать данные и считывать из него данные. Значение регистра после сброса: 0. Биты с 0 по 15 соответствуют выво-

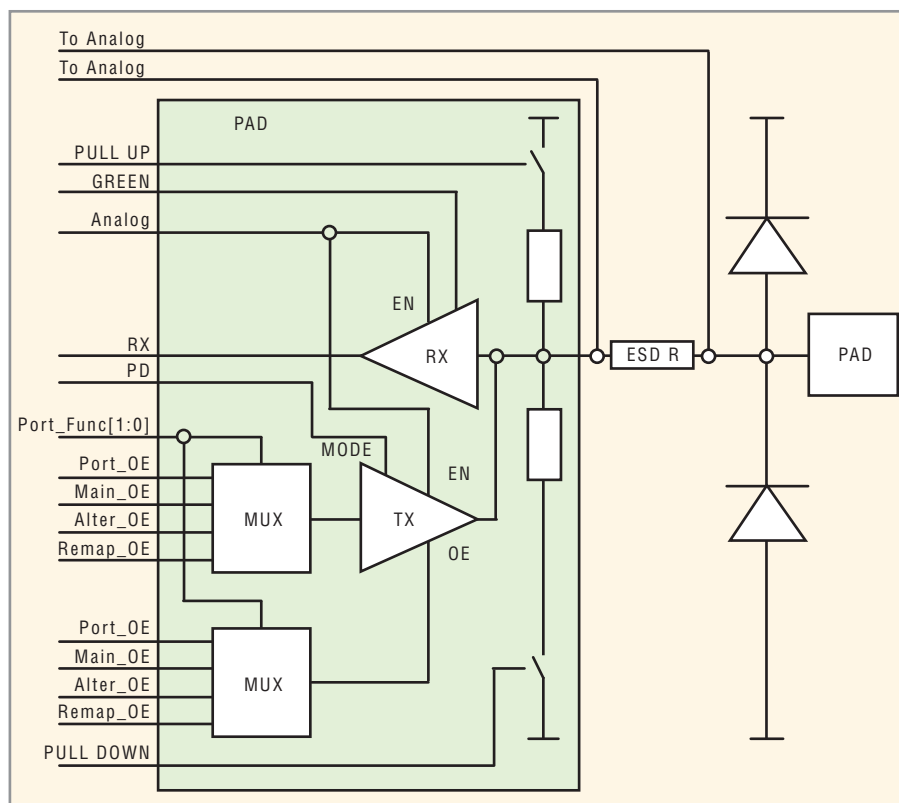


Рис. 1. Структура вывода порта микроконтроллера

дам порта соответственно с Rx0 по Rx15. Для установления направления работы линии порта следует в соответствующий ей разряд регистра записать «0» или «1». При значении «0» линия порта работает на вход, при «1» – на выход.

MDR_PORTx→ANALOG

Регистр предназначен для задания аналогового или цифрового режима работы линий порта. В регистр можно записывать данные и считывать из него данные. Значение регистра после сброса: 0. Биты с 0 по 15 соответствуют выводам порта соответственно с Rx0 по Rx15. Для установления режима работы линии порта следует в соответствующий ей разряд регистра записать «0» или «1». При значении «0» линия порта работает в аналоговом режиме, при «1» – в цифровом режиме.

MDR_PORTx→GFEN

Регистр предназначен для включения или отключения фильтра на линии порта при выбранном для неё направлении работы на вход. В регистр можно записывать данные и считывать из него данные. Значение регистра после сброса: 0. Биты с 0 по 15 соответствуют выводам порта соответственно с Rx0 по Rx15. Для включения или отключения фильтра следует в соответствующий линии порта разряд регистра записать «0» или «1». При значении «0» фильтр выключен, при «1» – фильтр включен.

MDR_PORTx→FUNC

Регистр предназначен для задания режима работы линии порта. В регистр можно записывать данные и считывать из него данные. Значение регистра после сброса: 0. Каждой линии порта соответствует пара из двух битов регистра. Регистр можно представить в виде:

Разряд регистра	31...1	0
Назначение	MODE15 [1:0] ...	MODE1 [1:0] MODE0 [1:0]

Для выбора режима работы следует в соответствующую данной линии порта пару битов записать значение:

- «00» – порт ввода/вывода;
- «01» – основная функция;
- «10» – альтернативная функция;
- «11» – переопределённая функция.

MDR_PORTx→PWR

Регистр предназначен для задания выходной мощности линии порта, настроенного для работы на выход. Чем больше мощность, тем короче фронт импульса на линии при изменении её состояния. В регистр можно записывать данные и считывать из него данные. Значение регистра после сброса: 0. Каждой линии порта соответствует пара из двух битов регистра. Регистр можно представить в виде:

Разряд регистра	31...1	0
Назначение	PWR15 [1:0] ...	PWR1 [1:0] PWR0 [1:0]

Для выбора требуемой мощности следует в соответствующую данной линии порта пару битов записать значение:

- «00» – зарезервировано (передатчик отключен);
- «01» – медленный фронт;
- «10» – быстрый фронт;
- «11» – максимально быстрый фронт.

Следует учитывать, что при переключении режима мощности изменяется потребляемая микроконтроллером мощность.

MDR_PORTx→PULL

Регистр предназначен для подключения или отключения встроенных резисторов подтяжки на выводах порта, настроенных для работы на вход. В регистр можно записывать данные и считывать из него данные. Значение регистра после сброса: 0. В регистре есть две группы логически разделённых битов. Биты с 0 по 15 позволяют управлять резистором подтяжки к питанию. Бит 0 соответствует линии Rx0, бит 1 соответствует линии Rx1, и так далее до 15 бита.

Биты с 16 по 31 позволяют управлять резистором подтяжки к общему проводу (нулю). Бит 16 соответствует линии Rx0, бит 17 соответствует линии Rx1, и так далее до 31 бита. Для задания состояния резистора подтяжки следует в соответствующий данной линии порта разряд регистра записать «0» или «1». При значении «0» подтяжка отключена, при «1» – подтяжка включена.

Реклама

ЭК ZIP

Огромный ассортимент
Всегда в наличии на складе

www.zip-2002.ru

MDR_PORTx→PD

Регистр фактически содержит два отдельных 16-разрядных регистра. С его помощью можно включать или отключать триггер Шмитта на входных линиях портов, а также переключать режим работы выходного драйвера. В регистр можно записывать данные и считывать из него данные. Значение регистра после сброса: 0. Би-

ты с 0 по 15 позволяют управлять триггером Шмитта. Бит 0 соответствует линии Rx0, бит 1 соответствует линии Rx1, и так далее до 15 бита. При значении «0» триггер Шмитта отключен, при «1» – триггер Шмитта включен.

Биты с 16 по 31 позволяют переключать режим работы выхода. Бит 16 соответствует линии Rx0, бит 17 соответствует линии Rx1, и так далее до

15 бита. При значении «0» выход настроен как управляемый драйвер, при «1» – выход настроен как открытый исток.

У рассматриваемого микроконтроллера достаточно сложная система тактирования. Работа с ней будет рассмотрена подробно в последующих статьях. Чтобы можно было выполнять примеры программ, непосредственно в начале функции main следует вставлять несколько строк для настройки встроенного тактового генератора:

```
// использовать генератор высокой частоты HSE 8 МГц как источник тактовой частоты
MDR_RST_CLK->HS_CONTROL = 0x1; // разрешить работу генератора HSE
while (MDR_RST_CLK->CLOCK_STATUS == 0x00) __NOP(); // ждать запуска HSE
MDR_RST_CLK->CPU_CLOCK = 0x102;
// переключить HSE в 8 МГц
```

Важно помнить, что для включения в работу порта необходимо предварительно в регистре разрешения тактирования периферийных блоков разрешить его тактирование. Соответствие битов регистра MDR_RST_CLK->PER_CLOCK и названия порта:

- 21 – PORT A,
- 22 – PORT B,
- 23 – PORT C,
- 24 – PORT D,
- 25 – PORT E.

Например, для включения тактирования порта С следует указать:

```
MDR_RST_CLK->PER_CLOCK |= (1UL << 23); // Разрешить тактирование PORT C
```

Пример настройки линий PC0 и PC1 порта С для работы на выход:

```
// настроить выходы PC0 и PC1 порта С как выходы
MDR_PORTC->OE |= ((1 << 0) | (1 << 1)); // направление - выход
MDR_PORTC->FUNC &= ~((3 << 0*2) | (3 << 1*2)); // функция - порт
MDR_PORTC->ANALOG |= ((1 << 0) | (1 << 1)); // цифровой режим
MDR_PORTC->PWR &= ~((3 << 0*2) | (3 << 1*2));
MDR_PORTC->PWR |= ((1 << 0*2) | (1 << 1*2)); // медленный фронт
```

Функции портов микроконтроллера

Вывод	Функция			
	порт	основная	альтернативная	переопределенная
Порт А				
PA0	PA0	DATA0	EXT_INT1	–
PA1	PA1	DATA1	TMR1_CH1	TMR2_CH1
PA2	PA2	DATA2	TMR1_CH1N	TMR2_CH1N
PA3	PA3	DATA3	TMR1_CH2	TMR2_CH2
PA4	PA4	DATA4	TMR1_CH2N	TMR1_CH2N
PA5	PA5	DATA5	TMR1_CH3	TMR2_CH3
PA6	PA6	DATA6	CAN1_TX	UART1_RXD
PA7	PA7	DATA7	CAN1_RX	UART1_TXD
Порт В				
PB0	PB0	DATA16	TMR3_CH1	UART1_TXD
PB1	PB1	DATA17	TMR3_CH1N	UART2_RXD
PB2	PB2	DATA18	TMR3_CH2	CAN1_TX
PB3	PB3	DATA19	TMR3_CH2N	CAN1_RX
PB4	PB4	DATA20	TMR3_BLK	TMR3_ETR
PB5	PB5	DATA21	UART1_TXD	TMR3_CH3
PB6	PB6	DATA22	UART1_RXD	TMR3_CH3N
PB7	PB7	DATA23	nSIROUT1	TMR3_CH4
PB8	PB8	DATA24	COMP_OUT	TMR3_CH4N
PB9	PB9	DATA25	nSIRIN	EXT_INT4
PB10	PB10	DATA26	EXT_INT2	Nsirout1
Порт С				
PC0	PC0	–	SCL1	SSP2_FSS
PC1	PC1	OE	SDA1	SSP2_CLK
PC2	PC2	WE	TMR3_CH1	SSP2_RXD
Порт D				
PD0	PD0	TMR1_CH1N	UART2_RXD	TMR3_CH1
PD1	PD1	TMR1_CH1	UART2_TXD	TMR3_CH1N
PD2	PD2	BUSY1	SSP2_RXD	TMR3_CH2
PD3	PD3	–	SSP2_FSS	TMR3_CH2N
PD4	PD4	TMR1_ETR	nSIROUT2	TMR3_BLK
PD5	PD5	CLE	SSP2_CLK	TMR2_ETR
PD6	PD6	ALE	SSP2_TXD	TMR2_BLK
PD7	PD7	TMR1_BLK	nSIRIN2	UART1_RXD
Порт E				
PE0	PE0	ADDR16	TMR2_CH1	CAN1_RX
PE1	PE1	ADDR17	TMR2_CH1N	CAN1_TX
PE2	PE2	ADDR18	TMR2_CH3	TMR3_CH1
PE3	PE3	ADDR19	TMR2_CH3N	TMR3_CH1N
PE6	PE6	ADDR20	TMR2_CH4N	TMR3_CH2
PE7	PE7	ADDR21	TMR2_BLK	TMR3_CH2N
Порт F				
PF0	PF0	ADDR0	SSP1_TXD	UART2_RXD
PF1	PF1	ADDR1	SSP1_CLK	UART2_TXD
PF2	PF2	ADDR2	SSP1_FSS	CAN2_RX
PF3	PF3	ADDR3	SSP1_RXD	CAN2_TX
PF4	PF4	ADDR4	–	–
PF5	PF5	ADDR5	–	–
PF6	PF6	ADDR6	TMR1_CH1	–

После этой настройки порта можно формировать логические уровни напряжения на линиях PC0 и PC1. Для этого следует использовать команды:

```
MDR_PORTC->RXTX &= ~1UL << 0;
// выставить значение «0» на PC0
MDR_PORTC->RXTX &= ~1UL << 1;
// выставить значение «0» на PC1

MDR_PORTC->RXTX |= 1UL << 0;
// выставить значение «1» на PC0
MDR_PORTC->RXTX |= 1UL << 1;
// выставить значение «1» на PC1
```

Для удобства определим маски для выводов с помощью #define. Предположим, к линии PC1 подключена схема, управляющая включением лампы. Если в начале программы записать #define Lamp1 1UL << 1, то далее в программе можно указать:

```
MDR_PORTC->RXTX |= Lamp1; //
включить лампу
MDR_PORTC->RXTX &= ~Lamp1 //
выключить лампу
```

В результате программа хорошо читается, и облегчается программирова-

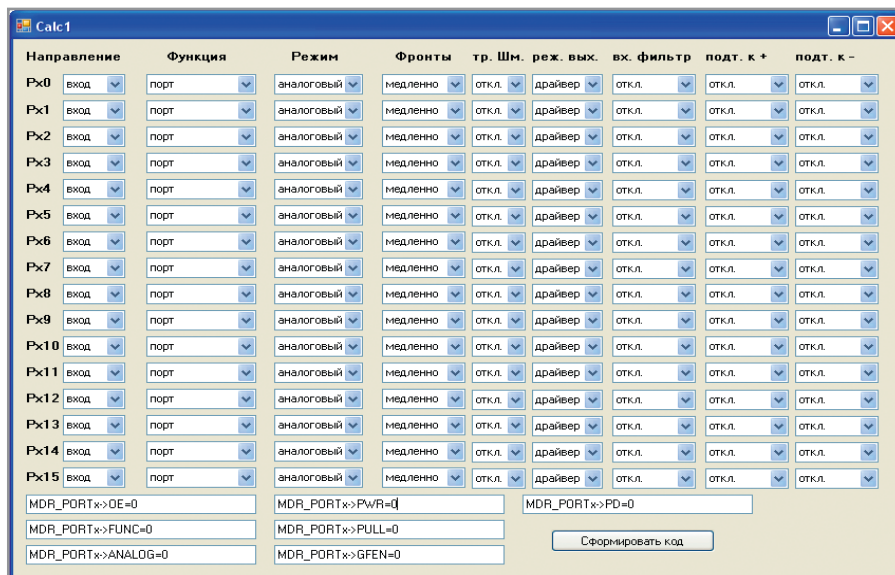


Рис. 2. Окно программы для настройки портов

ние переключения на другую линию порта (достаточно изменить только строчку с #define, остальной текст программы остаётся неизменным). Разумеется, другую линию порта при этом следует настроить для работы на выход.

Для удобства работы автором статьи написана небольшая программа, облегчающая настройку портов. На ри-

сунке 2 показано её окно. Для использования программы необходимо установить требуемые режимы для каждой линии порта, после чего нажать на кнопку «Сформировать код». В полях отобразятся строки кода, которые можно скопировать в свою программу. Программу настройки портов можно скачать с интернет-страницы журнала (www.soel.ru). ©

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

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

Проект ARMGeoSpyder 3 для современных приложений M2M

Александр Елисеев (Литва)

В статье описывается многофункциональная плата ARMGeoSpyder3, выполненная на микроконтроллерах с ядром ARM.

Плата оптимизирована для рынка устройств и средств малой промышленной и бытовой автоматизации. Особое внимание уделено поддержке различных коммуникационных интерфейсов и работе с интернет-сервисами.

ВВЕДЕНИЕ

Проект ARMGeoSpyder3 представляет собой дальнейшее развитие идеи многофункциональной встраиваемой системы, предназначенной для быстрой разработки решений по автоматизации задач удалённого управления и наблюдения за различным оборудованием, промышленными установками, автотранспортом, бытовым оборудованием и прочими стационарными и подвижными объектами на базе современных беспроводных и интернет-технологий. Решения такого рода называются технологиями Machine-to-Machine (M2M).

В последнее время, с появлением облачных интернет-сервисов, задача развёртывания и применения M2M-технологий упрощается. Однако это не относится к устройствам, реализующим данную технологию: их комплексность неуклонно повышается, следуя за усложнением приложений, протоколов связи и увеличивающимся разнообразием локальных интерфейсов.

Плата ARMGeoSpyder3 разрабатывалась с учётом требований прозрачности внутреннего устройства контроллера M2M и высокой надёжности его работы – с одной стороны, и к поддержке современных коммуникационных протоколов и беспроводных интерфейсов – с другой.

ВОЗМОЖНОСТИ ПЛАТЫ ARMGeoSPYDER3

Ориентация платы на технологию M2M обуславливает наличие определённых интерфейсов: GSM/GPRS, Ethernet, RS-485 и CAN, локальных RS-232, USB и специализированного 1-Wire, а также звукового интерфейса и цифроаналоговых входов и выходов. Также предусмотрено питание от лити-

евого аккумулятора, встроенное высоконадёжное зарядное устройство, гибкие средства управления потребляемой мощностью, энергонезависимые часы реального времени и возможность полного перепрограммирования собственного программного обеспечения через Интернет.

Модуль GSM фирмы Telit, применённый на плате, характеризуется высоким качеством и разнообразием функций. Особенностью модуля является наличие цифрового звукового интерфейса, позволяющего передавать сигнал в модуль и обратно без посторонних шумов, характерных для стандартных микроконтроллерных плат. Модуль оснащён полным стеком протоколов TCP/IP и такими интересными функциями, как декодирование DTMF-сигналов и выполнение пользовательских программ с использованием интерпретатора языка сценариев. Модуль сертифицирован для работы во многих странах мира, что обеспечивает беспроводной выход в Интернет практически в любом месте земного шара.

Интерфейс Ethernet 10/100Base-T выполнен на одной из самых экономичных ИС и имеет функцию автоматического распознавания типа кабеля (прямой или перекрёстный). Для связи с локальными устройствами используются интерфейсы CAN и RS485. Микросхема драйвера RS485 способна поддерживать до 256 устройств на шине и работать на скорости до 20 Мбит/с.

Для применения на подвижных объектах плата оснащена встроенным модулем GPS LEA-6S. Модуль имеет низкое энергопотребление и высокую чувствительность. Стандартный форм-фактор обеспечивает возможность обновления до совместимости с GLONASS.

Для систем сбора данных о температуре с большого количества датчиков или для систем контроля доступа или охранных систем с использованием электронных ключей iButtons используется интерфейс 1-Wire. Плата обеспечена аппаратным драйвером данного интерфейса, полностью отвечающего всем требованиям стандарта.

При разработке платы учитывалось, что нарастающая сложность современных технологий Интернет требует использования развитых операционных систем, таких как Linux, Windows, QNX и т.д. с сохранением возможности обработки полевых интерфейсов и внешних сигналов в реальном времени. Без значительных усилий по переработке программного обеспечения и нежелательных компромиссов это возможно реализовать с использованием двух или более микроконтроллеров. Плата содержит микроконтроллер LPC3250 с ядром ARM9, менеджером виртуальной памяти и большим объёмом внешней памяти, пригодным для запуска полнофункциональных операционных систем. Кроме того, на плате находится микроконтроллер серии STM32F2xx с ядром ARM Cortex-M3, адаптированный для обработки сигналов под управлением простейшей операционной системы реального времени.

Интерфейс пользователя предусматривает возможность подключения TFT-дисплея 320 × 240 пикселей с глубиной цвета до 24 бит и сенсорным экраном. Встроенный звуковой усилитель мощностью до 2 Вт обеспечивает прямое подключение громкоговорителей, а встроенный ненаправленный микрофон подключается как к центральному микроконтроллеру, так и к модулю GSM.

Такое богатое оснащение позволяет использовать плату в широком спектре приложений. Это, в первую очередь, различные системы сбора телеметрической информации, логгеры, телематические системы, программируемые логические контроллеры, охранные системы, системы контроля доступа, шлюзы для доступа внешних устройств в Интернет через полевые ши-

ны или Ethernet, информационные панели, голосовые оповещатели и др. В таблице 1 приведены основные характеристики платы ARMGeoSpyder3.

Конструкция платы

Плата ARMGeoSpyder3 имеет шесть слоёв металлизации, два из которых являются сплошными слоями питания и земли. Топология проводников оптимизирована с учётом минимизации электромагнитной восприимчивости к помехам, обеспечения электромагнитной совместимости радиочастотных модулей и отвода тепла от силовых компонентов. Габариты платы ARMGeoSpyder3 (см. рис. 1) адаптированы для размещения в алюминиевом корпусе 1455P1601 фирмы Hammond Manufacturing.

На рисунке 2 показана плата в корпусе. Алюминиевый корпус 1455P1601 обеспечивает надёжное экранирование, хороший теплоотвод и оставляет достаточно места для дополнительных плат и аккумулятора.

Архитектура платы

На рисунке 3 показана упрощённая структурная схема платы, которая содержит два микроконтроллера, связанных между собой последовательными интерфейсами SPI и UART. Микроконтроллер LPC3250, выполненный на ядре ARM9, обладает сравнительно большой вычислительной мощностью и ресурсами памяти. В нём реализуется основное приложение и пользовательский интерфейс. К этому микроконтроллеру подключены основные интерфейсы, такие как USB, Ethernet, SDIO, беспроводные модули GSM, GPS и графический дисплей через 24-битный RGB-интерфейс. В простейшем случае для разработки приложения на базе платы можно обойтись только программированием этого микроконтроллера.

Однако, большой объём разнородного программного обеспечения плохо сказывается на характеристиках, связанных с обработкой сигналов в реальном времени и на надёжности работы системы в целом. Устройства M2M нередко предназначены для обработки сигналов, исходящих от различных датчиков или приходящих с полевых шин, а также формирования ответных сигналов. С такой задачей гораздо лучше справится отдельный микроконтроллер с архитектурой, адаптированной для детерминирован-

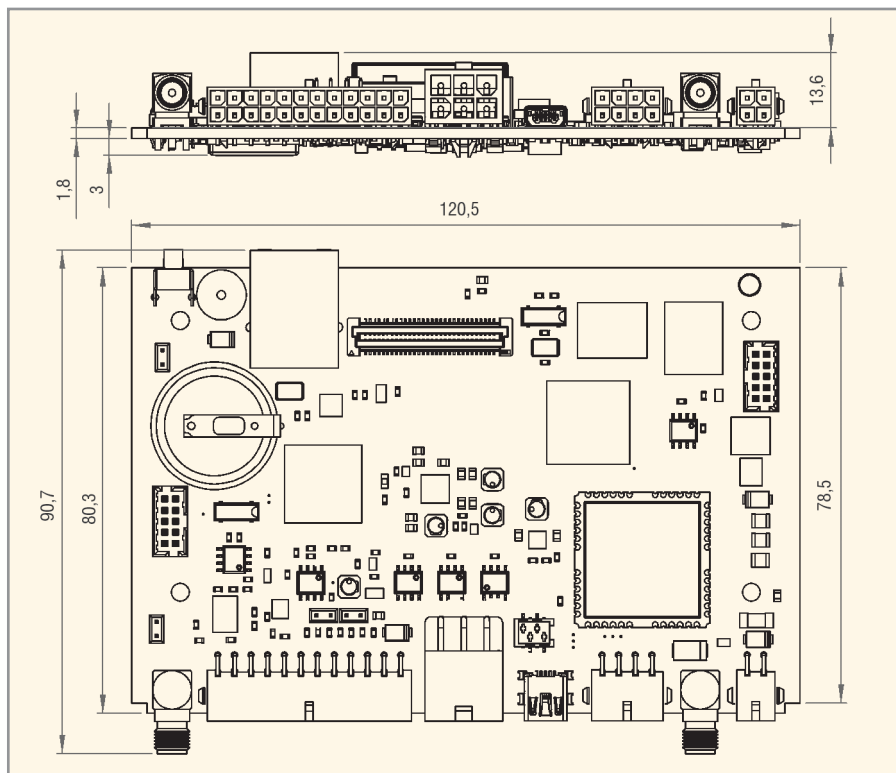


Рис. 1. Габариты платы ARMGeoSpyder3

ной обработки сигналов. В данном случае использован микроконтроллер семейства STM32F2xx с ядром ARM Cortex-M3, являющийся модернизацией популярного семейства STM32F1xx.

Микроконтроллеры семейства STM32F2xx отличаются высокой надёжностью, широким температурным диапазоном, низким потреблением, высоким быстродействием и сертифицированы для применения в бортовой

аппаратуре транспортных средств. На плате ARMGeoSpyder3 микроконтроллер STM32F205VBT6 выполняет обслуживание аналого-цифровых входов, дискретных выходов, обрабатывает сигналы с трёхосевого акселерометра, следит за поддержанием режимов разряда-заряда литиевого аккумулятора, работает с интерфейсами полевых шин RS-485 и CAN, обслуживает цифровой звуковой интерфейс модуля

СПЕКТР

**НА ПУТИ
К ВЕРШИНЕ
УСПЕХА**

Компания СПЕКТР предлагает услуги по изготовлению и монтажу печатных плат. Срочное изготовление опытных образцов. Выполнение заказов любого объема.

Тел.: +7 (495) 2206493, (981) 7090482, (960) 276-28-41
Факс: +7 (812) 3332755 (авт.)
info@spectr-pcb.ru • www.spectr-pcb.ru

GSM и содержит энергонезависимые часы реального времени. Таким образом, данный микроконтроллер снимает значительную вычислительную нагрузку с основного микроконтроллера. В дополнение к этому, микроконтроллер STM32F205VBT6 управляет всеми линиями питания микроконтроллера LPC3250. В случае необходимости он может полностью отключить питание от всей подсистемы микроконтроллера LPC3250, снизив потреб-

ление до уровня, недостижимого в обычных однопроцессорных системах на ARM9 при сохранении приемлемой функциональности. Дополнительными преимуществами использования второго микроконтроллера являются возможность защиты программного обеспечения и реализация мониторинга основного микроконтроллера.

Интерфейс UART предназначен для передачи асинхронных управляющих

сообщений между узлами. Интерфейс SPI, как более быстродействующий, может быть использован для пересылки больших объёмов однородной информации с применением механизмов прямого доступа к памяти по схеме ведущий-ведомый. Это может быть необработанный поток выборок со встроенного в STM32F205VBT6 12-битного АЦП, ретрансляция цифрового звука с модуля GSM и т.п.

Особенностью платы является наличие прецизионного аппаратного монитора литиевого аккумулятора. Известно, что литий-ионные или литий-полимерные аккумуляторы очень чувствительны к режиму эксплуатации и неправильный их заряд или разряд может приводить к разрушительным последствиям. Наличие на плате аппаратного монитора, защищающего как от перезаряда, так и от переразряда, а также от перегрузок по току и напряжению, позволяет применять аккумуляторы такого типа, в том числе, без встроенной защиты.

Монитор аккумулятора на микросхеме DS2762AE+ при необходимости может полностью отключить аккумулятор от схемы, оставив незначительный ток утечки – не более 2 мкА. Но даже при полностью отключённом аккумуляторе и без внешнего питания микроконтроллер STM32F205VBT6 способен через заданный промежуток времени снова подключить аккумулятор к схеме благодаря активному модулю часов реального времени. Возобновить подачу питания от аккумулятора можно и кнопкой включения/выключения/сброса на плате. Микросхема DS2762AE+ управляется по цифровому интерфейсу 1-Wire и содержит доступные для считывания данные о токе, напряжении и текущем уровне заряда аккумулятора.

Организация питания платы

Плата получает питание от внешнего источника или от аккумулятора. Аккумулятор не является обязательным элементом – часы реального времени имеют собственный источник питания. Внешнее питание на плату подаётся с разъёма X2. Напряжение питания может находиться в диапазоне от 8 до 30 В. Входные цепи питания защищают плату от перенапряжения и переплюсовки. Для защиты от перегрузок по току на плате впаян плавкий предохранитель. За уровнем напряжения на входе следит микроконтроллер

Таблица 1. Основные параметры платы

Основные	
Тип центрального микроконтроллера	LPC3250
Тактовая частота центрального микроконтроллера	До 266 МГц
Разрядность центрального микроконтроллера	32 бита
Частота системной шины	До 133 МГц
Тип внешней оперативной памяти	DDR2
Объём внешней оперативной памяти	64 Мб
Объём внешней памяти SPI Flash	До 8 Мб
Объём внешней памяти NAND Flash	До 256 Мб
Тип вспомогательного микроконтроллера	STM32F205VBT6
Тактовая частота вспомогательного микроконтроллера	До 120 МГц
Интерфейсы	
Интерфейс I ² C	1
Интерфейс SPI	1
Интерфейс CAN	1
Интерфейс RS-232	2
Интерфейс USB 2.0 host/OTG FS до 12 Мбит/с с защитой от перегрузок	1
Интерфейс 10/100Base-T	1
Интерфейс RS-485	1
Интерфейс 1-Wire	1
Интерфейс карты microSD	1
Интерфейс 24-битного TFT-дисплея с каналом управление по I ² C или SPI и сенсорным экраном	1
Интерфейс сопроцессора ввода/вывода по UART	1
Отладочный JTAG-интерфейс для LPC3250	1
Отладочный JTAG-интерфейс для STM32F205VBT6	1
Звуковой интерфейс на базе кодека WM8978GEFL/V с 5-полосным аппаратным эквалайзером, заградительным фильтром и усилителем 2 Вт	1
Энергонезависимые часы реального времени с отдельным перезаряжаемым литиевым элементом питания	1
Цифроаналоговые входы с разрешением 12 бит	7
Дискретные выходы типа общий коллектор	3
Дифференциальный драйвер для питания двухцветного светодиода	1
3-осевой акселерометр	1
Встроенный микрофон	1
Встроенный зуммер	1
GSM-модуль Telit GL865 с подключением внешней антенны	1
GPS-модуль u-Blox LEA-6S с подключением внешней антенны	1
Держатель SIM-карты	1
Интерфейс заряда литиевых аккумуляторов с датчиком температуры	1
Другие параметры	
Напряжение питания	9...30 В
Пиковая мощность при активизации всей периферии	< 3 Вт
Температура эксплуатации	-10...40°C
Габариты	120,5 Ч 80,3 мм
Вес платы	86 г
Каналы автозагрузки центрального микроконтроллера	NAND flash, SPI Flash, UART, microSD
Встроенное зарядное устройство для Li-Ion аккумуляторов	3,1...4,2 В, до 4 Ач

STM32. Входное напряжение преобразуется к более низкому уровню импульсным преобразователем на ИС типа LM22676MRE-ADJ, способной выдавать средний ток до 3 А.

Выходное напряжение преобразователя (VBATT, см. рис. 3) регулируется цифровым потенциометром по шине I²C с микроконтроллера STM32. При наличии литиевого аккумулятора напряжение выставляется таким образом, чтобы обеспечить необходимый режим заряда или покоя аккумулятора, но не менее 3,3 В. Этого достаточно, чтобы сформировать основное (3 В) и вспомогательные напряжения питания системы при помощи многоканального контроллера питания на ИС TPS65024RHBT и линейного стабилизатора MCP1801T-3002. В отсутствие аккумулятора выходное напряжение преобразователя устанавливается на уровне 4,2 В. Напряжение VBATT подключено напрямую к радиоканалу модуля GSM, что ограничивает диапазон изменения данного напряжения.

Многоканальный контроллер питания TPS65024RHBT формирует весь

набор напряжений, требуемых для питания микроконтроллера LPC3250. Этот узел питания может быть полностью выключен сигналом с микроконтроллера STM32, например, при переходе в режим пониженного энергопотребления или для полного сброса LPC3250 с обесточиванием, что помогает повысить жизнеспособность системы в экстремальных условиях эксплуатации. При переводе схемы в режим сна и активном входном преобразователе минимальный ток потребления от внешнего источника составляет 4,7 мА.

Литиевый аккумулятор подключается к плате через разъём X3. Аккумулятор должен быть снабжён терморезистором с отрицательным ТКС и номиналом 10 кОм для правильного измерения температуры, которая является важным показателем, влияющим на выбор режима заряда. При определённых поправках и в отсутствие терморезистора на аккумуляторе, значение температуры можно получить с датчика температуры в микроконтроллере STM32 и датчика температуры в микросхеме DS2762AE+.

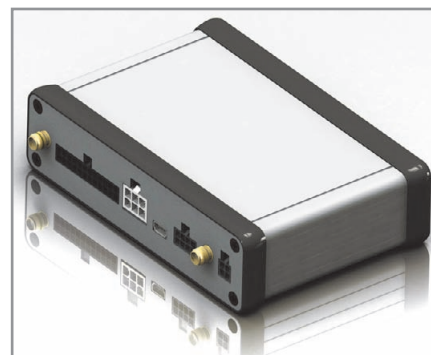


Рис. 2. Плата ARMGeoSpider3 в корпусе

Микросхема DS2762AE+ выполняет важнейшие функции защиты аккумулятора от перегрузок, перенапряжения и контролю состояния, а также управляет двумя внешними ключами на транзисторах, которые отключают или подключают аккумулятор к схеме. Микросхема имеет крайне низкое потребление в режиме сна (не более 2 мкА) и практически не разряжает аккумулятор в выключенном состоянии. Микросхема управляется по интерфейсу 1-Wire от микроконтроллера STM32, на который возложена поддержка процесса разряда-заряда аккумулятора. Такая архитектура позволяет

Новые решения в области программного обеспечения

САПР

Торо

версия 5.3

Топологический трассировщик печатных плат

SimOne

версия 1.2

Моделирование электронных схем

ОСРВ

FX-RTOS

Операционная система реального времени для встраиваемых систем с ограниченными ресурсами

Москва
Санкт-Петербург

Тел.: +7 (495) 232-1864 • Факс: +7 (495) 232-1654
Тел.: +7 (812) 448-0444 • Факс: +7 (812) 448-0339

info@eremex.ru
www.eremex.ru

реклама

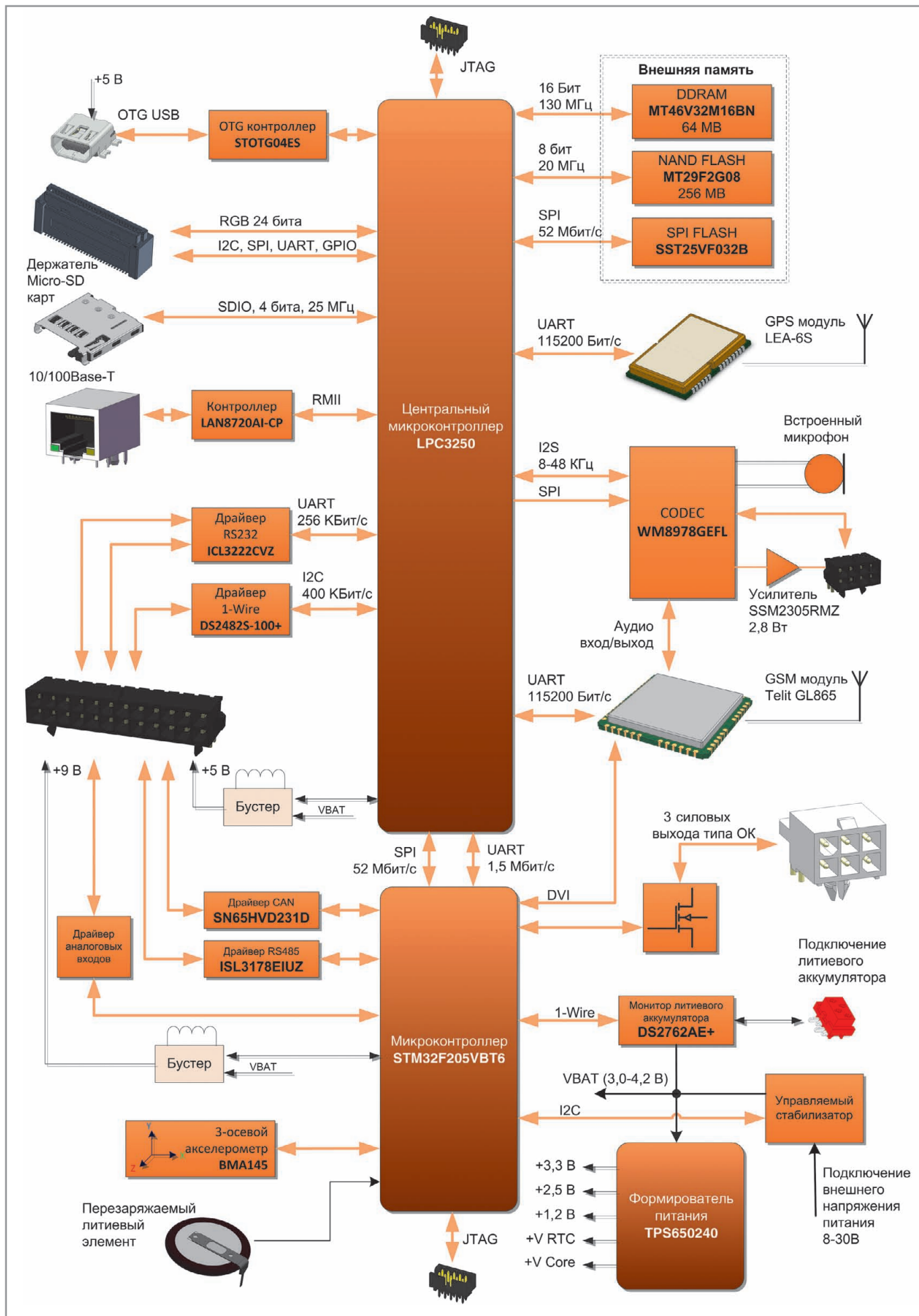


Рис. 3. Упрощенная структурная схема платы

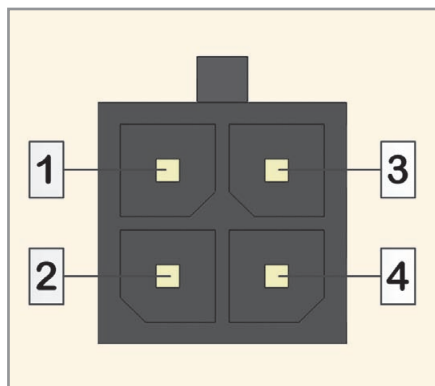


Рис. 4. Цоколёвка разъёма X2

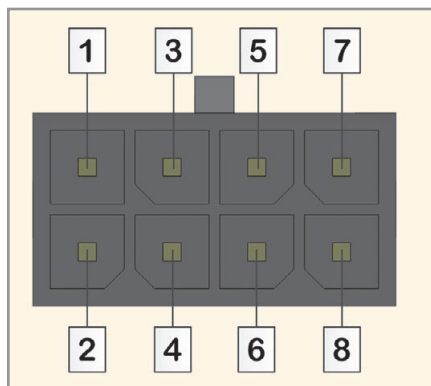


Рис. 5. Цоколёвка разъёма X4

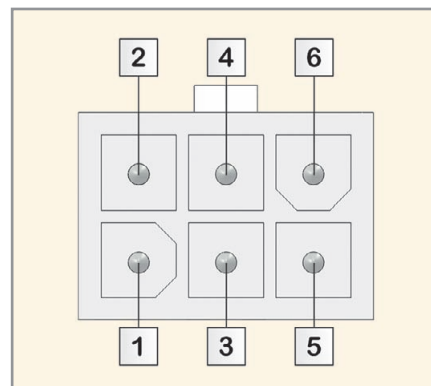


Рис. 6. Цоколёвка разъёма X9

программным способом выключать схему и включать её вновь через длительные промежутки времени, вплоть до года и более.

На плате установлена единственная кнопка, подключённая к DS2762AE+ и к микроконтроллеру STM32. Этой кнопкой в любой момент можно подключить аккумулятор к полностью отключённой схеме, а программная поддержка со стороны STM32 позволяет либо полностью отключить схему от аккумулятора, либо сделать кратковременный сброс, что зависит от длительности нажатия кнопки.

Для интерфейсов USB или RS-232 требуется питание более 3 В. Поэтому на плате установлены два повышающих преобразователя на 5 и 9 В. Напряжение 9 В выведено на внешний разъём X10 для питания внешних датчиков и устройств.

Некоторые, наиболее потребляющие, узлы платы могут быть индивидуально отключены от питания. В их числе цифровая часть модуля GSM, модуль GPS, контроллер Ethernet, повышающие преобразователи, звуковой усилитель, дисплей и центральный микроконтроллер LPC3250. Контроллер USB, драйверы CAN и RS-485, акселерометр и микроконтроллер STM32 могут быть переведены в режим сна.

Подзаряжаемый литиевый элемент на плате питает узел часов реального времени в микроконтроллере STM32. Часы реального времени микроконтроллера STM32 формируют внешний сигнал, который пробуждает микросхему DS2762AE+ и подключает аккумулятор при выводе схемы из отключённого состояния.

Сброс и начальная загрузка

После подачи питания на плату (от аккумулятора или внешнего источника) запускается микроконтроллер

STM32, выполняя записанную в его внутреннюю флэш-память программу. Затем микроконтроллер STM32 включает питание на микроконтроллере LPC3250 и спустя некоторое время снимает сигнал сброса. В микроконтроллере LPC3250 есть внутреннее ПЗУ, содержащее код первичного загрузчика, которому передаётся управление после сброса. Этот первичный загрузчик (bootstrap) последовательно пытается осуществить загрузку пользовательской программы из четырёх разных источников: UART5, SPI Flash, внешнего ОЗУ и MLC NAND Flash.

Интерфейс UART5 выведен на разъём X10, и можно воспользоваться программами для ПК от компании NXP, чтобы загрузить в ИС свою программу. Но по умолчанию используется загрузка из SPI Flash. Первичный загрузчик переписывает код программы из SPI Flash во внутреннее ОЗУ микроконтроллера LPC3250. Поскольку объём внутреннего ОЗУ ограничен, переписывается не более 56 Кб. Далее управление передаётся по начальному адресу внутреннего ОЗУ, куда были переписаны данные. Как правило, это ещё не конечное пользовательское приложение, поскольку его объём слишком мал. На плате ARMGeoSpyder3 по умолчанию это будет вторичный загрузчик, который инициализирует ИС внешней памяти DDRAM и SLC NAND

Flash. На этом этапе программа, выполняемая во внутреннем ОЗУ микроконтроллера, переписывает программу пользователя из NAND Flash в DDRAM. По окончании перезаписи управление передаётся программе пользователя в DDRAM. На этом процесс загрузки может не закончиться, и программа пользователя, уже имеющая большие размеры и способная поддерживать файловые системы, может начать загрузку следующего уровня программного обеспечения из карты памяти SD или других каналов, например Интернет.

Первичная запись программного обеспечения в STM32 осуществляется через интерфейс JTAG, а программное обеспечение для микроконтроллера LPC3250 может быть записано посредством UART или JTAG.

Подсистема памяти

Микроконтроллер STM32 имеет внутреннюю флэш-память объёмом 128 Кб и внутреннее ОЗУ объёмом 64 Кб. Внутреннюю флэш-память при необходимости можно защитить от считывания. В семействе микроконтроллеров STM32F2xx есть совместимые по корпусу ИС с большими ресурсами памяти, вплоть до 1 Мб типа флэш, которые могут быть установлены на плате вместо STM32F205VBT6.

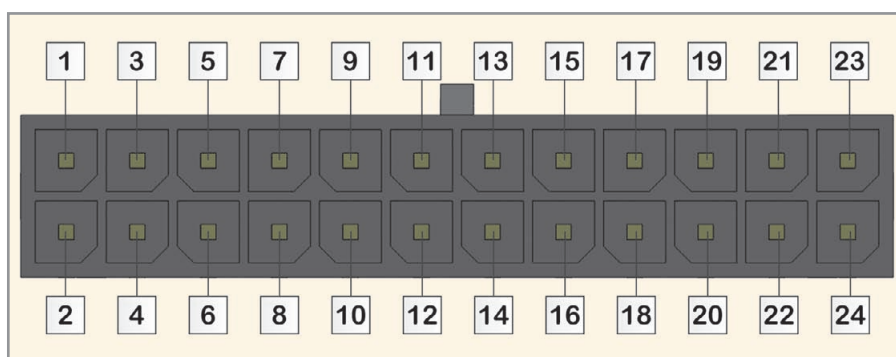


Рис. 7. Цоколёвка разъёма X10

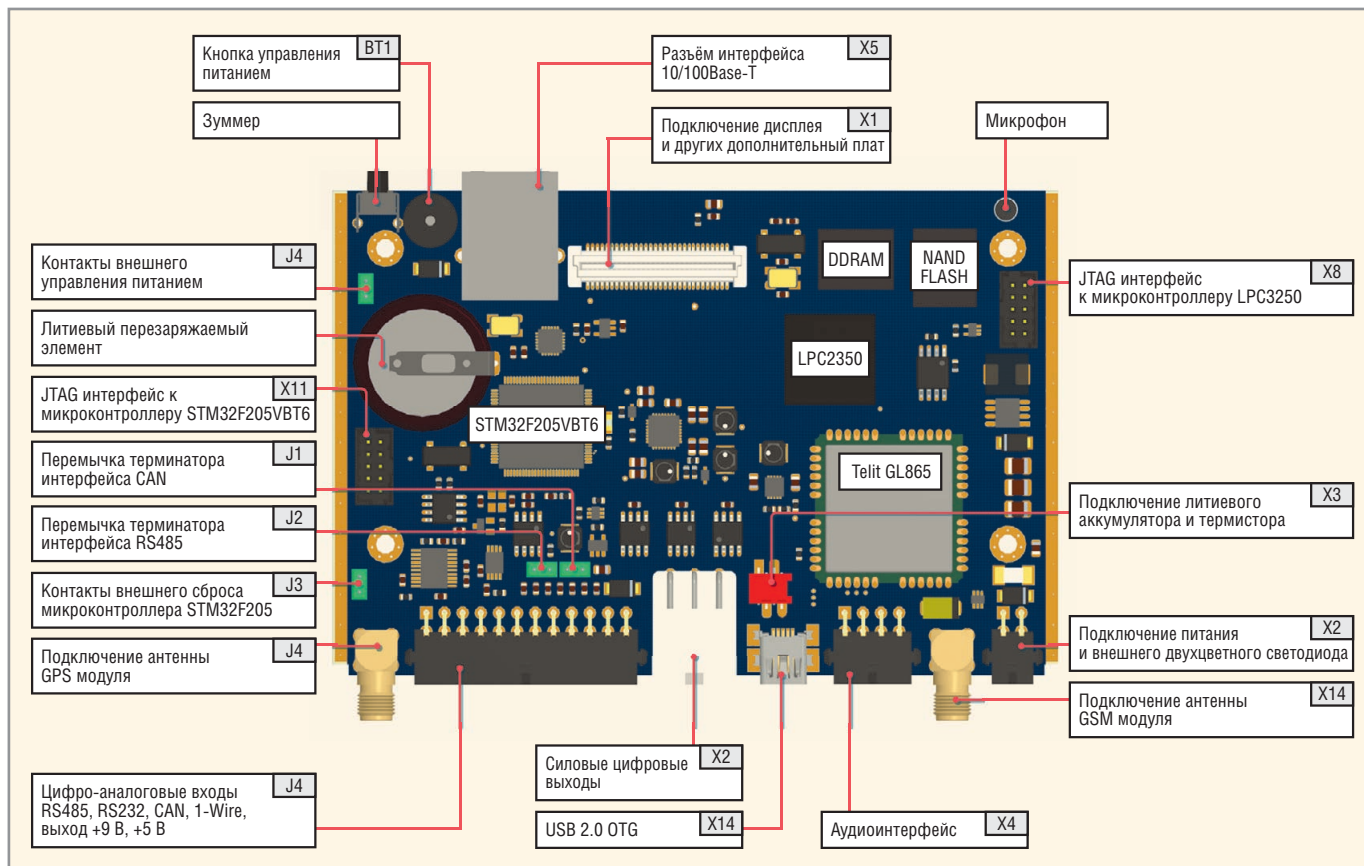


Рис. 8. Расположение разъёмов на верхней стороне платы

В микросхеме LPC3250 программа хранится во внешнем ПЗУ или ОЗУ и выполняется, чаще всего, из внешнего ОЗУ. В качестве внешнего ОЗУ использована ИС DDRAM MT46V32M16BN с 16-битной шиной, ёмкостью 512 Мбит, которая питается напряжением 2,5 В и тактируется частотой 133 МГц. Микроконтроллер LPC3250 имеет весьма эффективный контроллер памяти DDR с возможностью точной ка-

либровки длительностей управляющих сигналов, которая реализована во вторичном загрузчике платы ARMGeoSpyder3.

Для хранения программ и данных большого объёма на плате установлена микросхема NAND flash типа MT29F2G08ABAЕАН объёмом 256 Мбит, которую можно использовать для основной программы пользователя и для организации надёжных файловых сис-

тем. Микросхема имеет 8-разрядную шину, и обращение к ней происходит с частотой около 20 МГц.

Микросхема SPI flash SST25VF032 на плате ARMGeoSpyder3 содержит вторичный загрузчик. Как менее подверженная износу, эта ИС является более надёжной для хранения критических данных. При необходимости функции этой ИС может взять на себя микроконтроллер STM32, поскольку он соединён с LPC3250 той же шиной SPI.

ВНЕШНИЕ ИНТЕРФЕЙСЫ ПЛАТЫ

На рисунках 4 – 7 приведены цоколёвки разъёмов платы. На рисунках 8 и 9 показано расположение разъёмов на плате, а в таблицах 2 – 8 описано назначение их выводов. Основным элементом подключения внешних устройств является разъём X10. На нём сконцентрированы интерфейсы шин CAN, RS485, RS232, 1-Wire, линии аналого-цифровых входов и выходные линии питания внешних устройств.

Интерфейс Ethernet

Интерфейс Ethernet (разъём X5) поддерживает стандарты 10/100Base-T/TX/T4 передачи данных по витой паре со скоростями 10 и 100 Мбит/с.

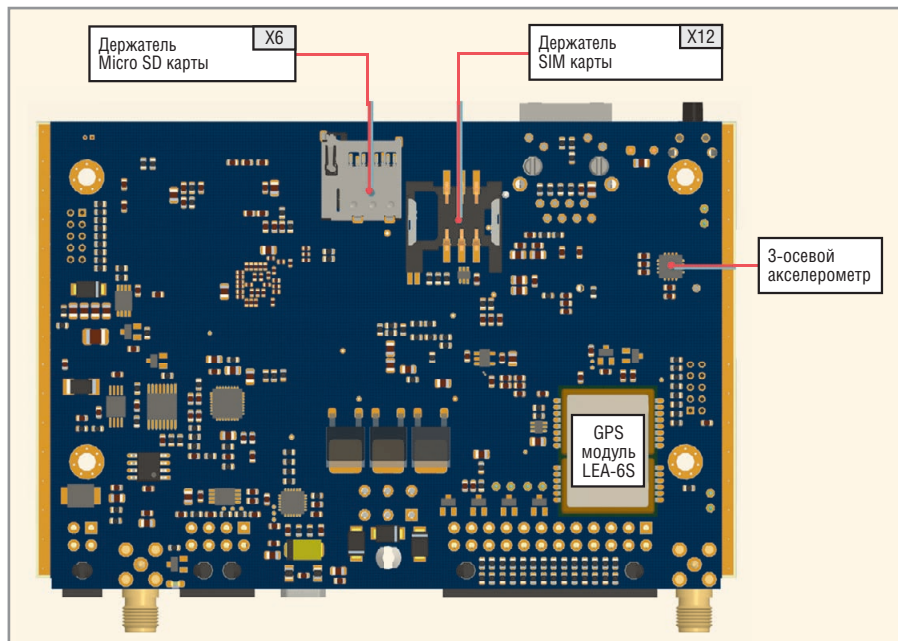


Рис. 9. Расположение разъёмов на нижней стороне платы

Разъём интерфейса интегрирован с трансформатором и снабжён светодиодной индикацией наличия и типа соединения. Контроллер физического уровня интерфейса выполнен на ИС LAN8720AI-CP, которая отличается пониженным напряжением питания 3,3 В и низким энергопотреблением. Кроме того, на плате предусмотрены средства полного отключения питания интерфейса Ethernet.

Микросхема LAN8720AI-CP связана с микроконтроллером LPC3250 специальным интерфейсом Reduced Media Independent Interface (RMII), который характеризуется уменьшенным количеством линий связи и, соответственно, меньшим уровнем электромагнитного излучения.

Интерфейс GSM/GPRS

В качестве модуля GSM/GPRS применяется модуль фирмы Telit GL865-DUAL. Основные параметры модуля:

- частотный диапазон GSM 900/1800 МГц;
- управление AT-командами по последовательному интерфейсу со скоростью до 115 200 бит/с;
- класс GPRS 10;
- напряжение питания 3,22...4,5 В;
- потребление в режиме сна 1,5 мА;
- потребление в выключенном состоянии <5 мкА.

Модуль связан с микроконтроллером LPC3250 интерфейсом UART и сохраняет работоспособность до температуры -40°C. Среди интересных особенностей модуля можно назвать:

- функция обнаружения подключения антенны;
- дешифратор сигналов DTMF;
- цифровой звуковой интерфейс;
- функция сканирования частот GSM с выдачей информации о базовых станциях, находящихся в пределах радиовидимости модуля даже без установленной SIM-карты;
- встроенный стек протоколов TCP/IP;
- встроенный интерпретатор пользовательских сценариев на языке Python;
- функция обнаружения глушения.

На плате ARMGeoSpyder аналоговый звуковой интерфейс модуля подключен к аудиокодеку, а цифровой интерфейс – к микроконтроллеру STM32. Такое разделение позволяет гибко коммутировать различные звуковые каналы на плате и снижать общую нагрузку на микроконтроллер, частично перемещая обработку звукового сигнала в STM32.

Интерфейс GPS

Модуль GPS LEA-6S фирмы u-blox является малопотребляющим и высокочувствительным приёмником сигналов

GPS. Модуль выполнен в стандартном форм-факторе и может быть заменён на модули LEA-5 или LEA-4. Модуль совместим с технологией A-GPS, которая

Таблица 2. Разъём X2. Поддача питания

Номер вывода	Назначение
1	Вход напряжения питания. +9...30 В. Ток до 1 А
2	Выход 1 на внешний светодиод, с током до 32 мА и размахом напряжения до 4 В
3	Общий. Земля платы
4	Выход 2 на внешний светодиод, с током до 32 мА и размахом напряжения до 4 В

Таблица 3. Разъём X4. Звуковой интерфейс

Номер вывода	Назначение
1	Вывод сигнала LIP дифференциального микрофонного входа кодека
2	Вывод сигнала LIN дифференциального микрофонного входа кодека
3	Аналоговая земля микрофонного входа
4	Земля линейных выходов
5	Вывод сигнала OUT3 кодека
6	Вывод сигнала OUT4 кодека
7	Вывод сигнала OUT- дифференциального выхода усилителя низкой частоты мощностью 2,8 Вт на нагрузку 4 Ом
8	Вывод сигнала OUT+ дифференциального выхода усилителя низкой частоты

Таблица 4. Разъём X9. Дискретные выходы

Номер вывода	Назначение
1	Общий выхода OUT1
2	Открытый сток выхода OUT1
3	Общий выхода OUT2
4	Открытый сток выхода OUT2
5	Общий выхода OUT3
6	Открытый сток выхода OUT3

Таблица 5. Разъём X10. Интерфейсы и аналоговые входы

Номер вывода	Назначение
1	Вход сигнала RxD интерфейса RS-232, подключённый к UART1 LPC3250
2	Выход сигнала TxD интерфейса RS-232, подключённый к UART1 LPC3250
3	Земля интерфейса RS-232
4	Земля интерфейса RS-232
5	Вход сигнала RxD интерфейса RS-232, подключённый к UART5 LPC3250
6	Выход сигнала TxD интерфейса RS-232, подключённый к UART5 LPC3250
7	Линия В интерфейса RS-485
8	Линия А интерфейса RS-485
9	Земля интерфейса RS-485
10	Земля интерфейса CAN
11	Линия L интерфейса CAN
12	Линия H интерфейса CAN
13	Земля интерфейса 1-Wire
14	Линия данных интерфейса 1-Wire
15	Цифроаналоговый вход 7
16	Цифроаналоговый вход 6
17	Цифроаналоговый вход 5
18	Цифроаналоговый вход 4
19	Цифроаналоговый вход 3
20	Цифроаналоговый вход 2
21	Цифроаналоговый вход 1
22	Земля цифроаналоговых входов
23	Выход напряжения 9 В. Выходной ток не более 800 мА
24	Выходное напряжение 5 В. Выходной ток не более 1 А

Таблица 6. Разъём X1. Интерфейс RGB и дополнительных расширений

Номер вывода	Назначение
1	Выход напряжения 3,3 В
2	Общий
3	Выход напряжения 3,3 В
4	Общий
5	Выход напряжения VBAT
6	Общий
7	Выход напряжения VBAT
8	Общий
9	Сигнал RGB интерфейса BLUE7
10	Сигнал RGB интерфейса GREEN7
11	Сигнал RGB интерфейса BLUE6
12	Сигнал RGB интерфейса GREEN6
13	Сигнал RGB интерфейса BLUE5
14	Сигнал RGB интерфейса GREEN5
15	Сигнал RGB интерфейса BLUE4
16	Сигнал RGB интерфейса GREEN4
17	Сигнал RGB интерфейса BLUE3
18	Сигнал RGB интерфейса GREEN3
19	Сигнал RGB интерфейса BLUE2
20	Сигнал RGB интерфейса GREEN2
21	Сигнал RGB интерфейса BLUE1
22	Сигнал RGB интерфейса GREEN1
23	Сигнал RGB интерфейса BLUE0
24	Сигнал RGB интерфейса GREEN0
25	GPI19 от LPC3250
26	Сигнал RGB интерфейса RED7
27	GPO23 от LPC3250
28	Сигнал RGB интерфейса RED6
29	GPI03 от LPC3250
30	Сигнал RGB интерфейса RED5
31	SYSRES от LPC3250
32	Сигнал RGB интерфейса RED4
33	TST CLK2 от LPC3250
34	Сигнал RGB интерфейса RED3
35	LCDCLKIN от LPC3250
36	Сигнал RGB интерфейса RED2
37	OE_ACD от LPC3250
38	Сигнал RGB интерфейса RED1
39	HSYNC от LPC3250
40	Сигнал RGB интерфейса RED0
41	LCDON от LPC3250
42	LCDLE от LPC3250
43	UART5 TX
44	VSYNC от LPC3250
45	UART5 RX
46	LSCLK от LPC3250
47	Сигнал CLK интерфейса SPI
48	LCD_CS от LPC3250
49	Сигнал MOSI интерфейса SPI
50	LCD_MISC от LPC3250
51	Сигнал MISO интерфейса SPI
52	Сигнал SCL интерфейса I2C
53	Общий
54	Сигнал SDA интерфейса I2C
55	AUX_IN
56	Общий
57	Сигнал сенсорного экрана Y2
58	Сигнал сенсорного экрана Y1
59	Сигнал сенсорного экрана X2
60	Сигнал сенсорного экрана X2

при поддержке GPRS резко уменьшает время от включения модуля до начала поступления информации о координатах.

На плате модуль питается от напряжения 3 В и может быть полностью отключен внешним транзистором. Модуль оснащён узлом питания активной антенны и детектором подключения антенны. Связь модуля с микроконтроллером LPC3250 осуществляется по интерфейсу UART. Модуль работает при температуре до -40°C .

Интерфейс USB

Интерфейс USB выведен на разъём X7. Интерфейс выполнен по спецификации OTG, т.е. может работать и как хост, и как устройство, в зависимости от программных настроек. Скорость интерфейса до 12 Мбит/с. Физический уровень интерфейса реализован на ИС STOTG04ES, которая питается напряжением 3 В и сохраняет работоспособность до температуры -40°C . Конфигурирование ИС осуществляется через интерфейс I²C от микроконтроллера LPC3250. Передача данных между LPC3250 и STOTG04ES производится по специализированному последовательному интерфейсу. При работе в режиме хоста питание 5 В для интерфейса формируется повышающим преобразователем.

Интерфейс RS-485

Интерфейс RS-485 выведен на разъём X10. Интерфейсом управляет микроконтроллер STM32. Драйвер физического уровня выполнен на ИС ISL3178EPUZ. Этот низковольтный, скоростной драйвер способен поддерживать до 256 аналогичных устройств на шине и работать на скорости до 20 Мбит/с. Драйвер соответствует стандартам RS-485 и RS-422 и обеспечен защитами от коротких замыканий и плавающих состояний.

Интерфейс CAN

Интерфейс CAN выведен на разъём X10. Интерфейсом управляет микроконтроллер STM32 в соответствии со спецификацией CAN 2.0B. Максимальная скорость интерфейса составляет 1 Мбит/с. Контроллер интерфейса CAN в микроконтроллере STM32 имеет 28 гибко конфигурируемых банков фильтров и дополнительно оснащён функцией работы в режиме жёсткого реального времени с разделением вре-

мени (Time Triggered Communication).

Драйвер физического уровня интерфейса CAN выполнен на микросхеме SN65HVD231D, которая питается напряжением 3 В. В спящем режиме ИС потребляет не более 40 нА. Драйвер поддерживает до 120 аналогичных устройств на шине без необходимости использования повторителей сигнала.

Интерфейс 1-Wire

Интерфейс 1-Wire выведен на разъём X10. Интерфейсом управляет микроконтроллер LPC3250 через микросхему DS2482S-100+, которая является мостом между шинами I²C и 1-Wire. По шине I²C микросхема подключается к LPC3250. Такое решение избавляет микроконтроллер от необходимости формирования довольно точных временных диаграмм для шины 1-Wire и при этом обеспечивает полное соответствие спецификации 1-Wire. Внешний коммутирующий ключ на шине 1-Wire позволяет решить проблему скачков потребления в шине для некоторых 1-Wire-устройств и использовать двухпроводное подключение.

Отображение

Интерфейс RGB для подключения TFT-дисплеев выведен на разъём X1. Интерфейс формируется микроконтроллером LPC3250. К интерфейсу можно подключать дисплей с разрядностью до 24 бит и разрешением до 1024 × 768 пикселей. От дисплея не требуется наличие встроенной памяти. Videобуфер дисплея располагается либо во внутреннем ОЗУ микроконтроллера, либо во внешней памяти DDRAM. Кроме сигналов RGB, на разъём X1 выведены сигналы для работы с сенсорным резистивным экраном и сигналы управляющих интерфейсов SPI, UART, I²C, GPIO, которые могут понадобиться для управления дисплеем и другой периферией на дополнительной плате. Конструктив разъёма X1 выбран таким образом, что подбором ответных частей можно получить точные расстояния между платой ARMGeoSpyder3 и дополнительной платой, подключаемой к X1. В частности, это расстояние может составить 15, 16 или 17 мм.

Звук

Звуковой интерфейс на плате ARMGeoSpyder3 отличается гибкостью. Интерфейс выполнен с использованием

микросхемы кодека WM8978GEFL/V, которая подключается к микроконтроллеру LPC3250 по цифровому двунаправленному интерфейсу I2S и поддерживает частоту дискретизации до 48 кГц.

Кодек содержит два цифроаналоговых преобразователя (отношение С/Ш 98 дБ), два аналого-цифровых преобразователя (С/Ш 95 дБ), несколько регулируемых усилителей и мультиплексоров для коммутации каналов, пятиполосный эквалайзер, входной перестраиваемый заградительный фильтр, входной низкочастотный фильтр.

Линии аналоговых сигналов кодека выведены на разъём X4. Они включают один псевдодифференциальный вход, к которому можно подключать микрофон; два линейных выхода, которые можно сконфигурировать как один псевдодифференциальный выход, и дифференциальный выход усилителя класса D мощностью до 2,8 Вт на 4-омную нагрузку.

Кроме этого, на плате расположен микрофон с широкой диаграммой направленности, подключённый к кодеку. Два входа и один выход кодека подключены к GSM-модему. Один из входов подключен к линии зуммера модема. Такая архитектура позволяет реализовать на базе платы ARMGeoSpyder3 диктофон, речевой информатор, удалённое прослушивание (через Интернет), абонентский переговорный модуль, детектор звуковых сигналов, автоответчик и другие приложения, связанные с обработкой звука.

Цифровые выходы

Плата ARMGeoSpyder3 снабжена тремя силовыми дискретными выходами, выполненными на n-канальных МОП-транзисторах IRLR3705ZPBF по схеме с открытым стоком. Выходы защищены от перенапряжения TVS-диодами SMAJ28A. Транзисторы управляются напряжением амплитудой 5 В и в открытом состоянии имеют сопротивление не более 11 мОм. Рекомендуемый средний ток через транзисторы при перегреве платы, не превышающем 10°C, не должен быть выше 3 А. Силовыми выходами управляет микроконтроллер STM32 через линии GPIO, которые одновременно являются универсальными выходами многофункциональных модулей таймеров микроконтроллера. Это позволяет, в част-

ности, формировать на выходах скоростные частотно-модулированные сигналы. Наибольшая частота, достижимая на выходах GPIO микроконтроллеров семейства STM32F2xx, равна 60 МГц.

Аналого-цифровые входы

На разъём X10 выведено семь аналого-цифровых входов. Каждый вход обеспечен резистивным делителем, схемой защиты от перенапряжений и цепью подачи напряжения смещения. При определённой конфигурации входы могут выполнять функции низковольтных дискретных выходов. Входы обслуживает микроконтроллер STM32; 12-разрядный АЦП микроконтроллера обеспечивает выборки с частотой до 2 МГц. Благодаря цепям смещения, входы могут служить как для измерения токов и напряжений, так и для измерения сопротивлений. В частности, к входам можно подключить измерительные терморезисторы. По умолчанию входы сконфигурированы для измерения напряжения до 30 В. Микроконтроллер STM32 имеет два встроенных АЦП, поэтому некоторые пары входов могут обрабатываться синхронно.

ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ И СРЕДСТВА РАЗРАБОТКИ

Средства разработки и отладки платы ARMGeoSpyder3 аналогичны инструментам, применяемым для предыдущей версии платы ARMGeoSpyder2, и достаточно подробно описаны в СЭ № 2, 2011.

В связи с появлением дополнительного интерфейса Ethernet было модифицировано приложение универсального загрузчика GSBoot. Теперь загрузчик с кодовым названием GSBoot12 способен загружать программное обеспечение одновременно и по Ethernet, и по каналам связи GPRS.

Плата комплектуется программным обеспечением с открытым исходным кодом для обоих микроконтроллеров. В состав программного обеспечения входят:

- проект комплексного тестирования узлов платы с исходными текстами для среды KEIL MDK-ARM v4.22;
- проект модуля программирования SPI Flash на плате для среды KEIL MDK-ARM;
- проект модуля программирования NAND Flash на плате для среды KEIL MDK-ARM;

Таблица 7. Разъём X8.

Интерфейс JTAG микроконтроллера LPC3250

Номер вывода	Назначение
1	Общий
2	TRST (сброс JTAG)
3	TDI
4	TMS
5	TCK
6	RTCK
7	TDO
8	RESET (сброс микроконтроллера)
9	Выход +3 В
10	Общий

Таблица 8. Разъём X11.

Интерфейс JTAG микроконтроллера STM32F205

Номер вывода	Назначение
1	Общий
2	TRST (сброс JTAG)
3	TDI
4	TMS
5	TCK
6	RTCK (не используется)
7	TDO
8	RESET (сброс микроконтроллера)
9	Выход +3 В
10	Общий

Таблица 9. Разъём X3.

Подключение аккумулятора

Номер вывода	Назначение
1	Подключение к плюсу аккумулятора
2	Подключение терморезистора
3	Подключение терморезистора
4	Подключение к минусу аккумулятора

- проект приложения для микроконтроллера STM32F205. Приложение работает на базе операционной системы реального времени, выполняет основные функции управления питанием системы, обрабатывает сигналы на входах и выходах и управляется с основного микроконтроллера LPC3250 приложением GSBoot12. Проект сопровождается исходными текстами и выполнен в среде KEIL MDK-ARM v4.22;
- двоичный образ приложения GSBoot12 с подготовленной структурой данных, записанный на карту памяти на microSD.

В приложении к статье (см. www.soel.ru) приведена принципиальная схема платы и сборочный чертёж.



Отладка и тестирование приёмо-передающих устройств с использованием генератора сигналов SG8

Андрей Поляков (Москва)

Наряду с анализатором спектра, генератор сигналов – один из наиболее часто используемых приборов в высокочастотной технике.

Он необходим в большинстве измерений, часть из которых описана ниже. Перед приобретением нового прибора возникает вопрос:

какими характеристиками должен обладать генератор для проведения тех или иных измерений?

КОЭФФИЦИЕНТ УСИЛЕНИЯ И КОЭФФИЦИЕНТ ШУМА

Один из наиболее распространённых методов оценки коэффициента шума основан на измерении коэффициента усиления тракта и спектральной плотности шума на его выходе при включенном на входе терминаторе 50 Ом.

Нижней границей уровня сигнала, требуемого для измерения коэффициента усиления, можно считать уровень шума, приведённый к входу приёмника. Например, при ширине информационного канала 100 кГц и комнатной температуре получим мощность шума $-174 \text{ дБм/Гц} + 10\log(100 \text{ кГц}) = -124 \text{ дБм}$.

Генератор SG8 в версии AT обеспечивает минимальный уровень сигнала ниже -120 дБм . При необходимости можно воспользоваться и прибором в базовой конфигурации, подсоединив внешний фиксированный аттенуатор.

ТОЧКИ КОМПРЕССИИ P_{1dB} И P_{0,1dB}

Схема измерения точек компрессии представлена на рисунке 1. Начиная с заведомо линейного участка, снимается зависимость мощности сигнала на выходе тестируемого устройства от мощности сигнала на входе. По графику определяется значение уровня на выходе, при котором разница от линейной

характеристики составляет 1 дБ (для P_{1dB}) или 0,1 дБ (для P_{0,1dB}).

Для данного типа измерений важна линейность зависимости реального уровня сигнала на выходе генератора от устанавливаемого при любой заданной частоте. Типовое значение погрешности установки уровня генератора SG8 составляет 0,1 дБ. Это достигается за счёт системы автоматической регулировки усиления выходного каскада генератора с малой температурной зависимостью и цифровой коррекции, использующей двумерную сетку, содержащую более 10 тыс. точек калибровки по частоте и устанавливаемому уровню.

Важной характеристикой для данного типа измерений является максимальная мощность. Цифровые аттенуаторы, коммутаторы, мощные выходные каскады имеют довольно высокую точку децибельной компрессии. Типовое значение верхней границы калиброванного диапазона уровней генератора SG8 составляет +26 дБм в диапазоне до 5...6 ГГц и +24 дБм до 8 ГГц, максимальная мощность в режиме насыщения составляет до +28,5 дБм. Для примера, большинство высокочастотных полупроводниковых коммутаторов с рабочим диапазоном 0...8 ГГц имеют точку децибельной компрессии +23...26 дБм.

ТОЧКА IP₃ ДВУХТОНОВОГО СИГНАЛА

Схема измерений точки пересечения IP₃ показана на рисунке 2. Два разнесённых по частоте сигнала одного уровня подаются на сумматор мощности, выход которого соединён со входом тестируемого устройства (DUT). Аттенуаторы на входах сумматора мощности добавлены для обеспечения большей развязки в случае резистивного сумматора мощности. На анализаторе сигнала отображается результат интермодуляции третьего порядка [1]. Точка пересечения IP₃ по выходу равна сумме уровня тона на выходе тестируемого устройства и половины разности уровней тонов и продуктов интермодуляции $OIP_3 = P_{\text{tone}} + 1/2IMD_3$, где OIP_3 – точка пересечения IP₃ по выходу, выраженная в дБм, P_{tone} – уровень тона на выходе тестируемого устройства (дБм), IMD_3 – разность уровней тонов и продуктов интермодуляции (дБ).

В большинстве случаев уровня +13 дБм вполне достаточно для измерения точки IP₃, однако если предполагается измерять параметры цепей с высокой линейностью (ключей на PIN-диодах или цифровых аттенуаторов), то для данного типа измерений также важна выходная мощность. На высоких частотах потери в кабеле и сумматоре могут составить 3...5 дБ, а в случае широкополосного резистивного сумматора – до 9...12 дБ без учёта аттенуаторов развязки. Для удобства измерений на вход тестируемого устройства подаётся такой сигнал, чтобы значение IMD_3 составляло 60...40 дБ. Таким образом, для устройств с высоким IP₃ (цифровой аттенуатор, например, может иметь $IP_3 + 50 \text{ дБм}$) требуется

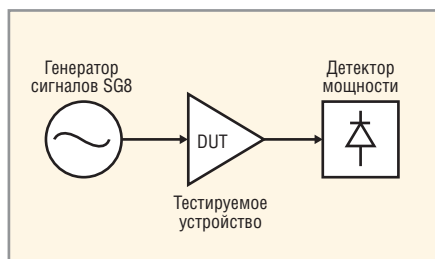


Рис. 1. Схема измерения точки децибельной компрессии

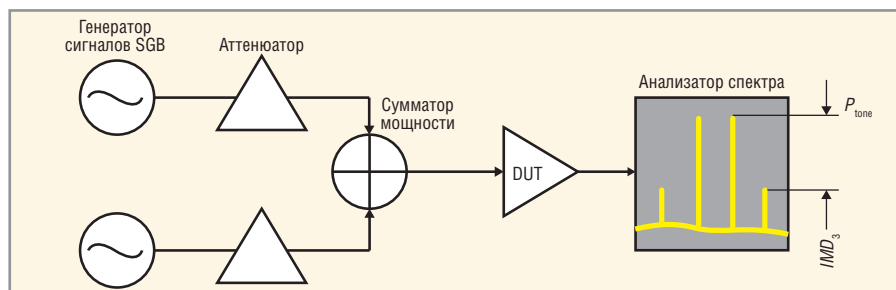


Рис. 2. Схема измерения IP₃ двухтонового сигнала

На правах рекламы

уровень сигнала на выходе генератора 23...25 дБм.

ИЗМЕРЕНИЕ АЧХ

Для измерения АЧХ с помощью генератора сигналов и анализатора спектра достаточно установить генератор в режим качания частоты, а в настройках анализатора установить детектор MaxHold. В результате на экране отобразится АЧХ измеряемого тракта. За счёт высокой точности установки уровня генератора SG8 погрешность измерения будет в пределах 0,1...0,2 дБ (размах).

ИССЛЕДОВАНИЕ ЭФФЕКТОВ БЛОКИРОВАНИЯ СЛОЖНОГО ПРИЁМНОГО ТРАКТА

Одной из основных характеристик приёмника является его способность принимать малый сигнал на фоне большой помехи. Такая ситуация повсеместно возникает при попытке приёма дальней радиостанции при работе ближней. Это особенно актуально для широкодиапазонных радиостанций, где применяются перестраиваемые преселекторы на базе варикапов, имеющие динамический характер нелинейных искажений.

На рисунке 3 представлена модель входного воздействия для исследования эффектов блокирования приёмного тракта. Модель предполагает три источника сигнала. Таким образом, помимо требований к мощности генераторов, их стоимость также имеет немаловажное значение.

АВТОМАТИЗАЦИЯ ИЗМЕРЕНИЙ И КАЛИБРОВКА

В настоящее время ни один серьёзный прибор не выпускается без проведения цифровой калибровки. В процессе настройки производится десятки тысяч измерений, которые затем обрабатываются и записываются в энергонезависимую память управляющего процессора. При таких объёмах измерений решающую роль играет их автоматизация. На рисунке 4 представлен пример схемы калибровки перестраиваемого преселектора в составе широкодиапазонного приёмника.

Напряжение на выходе цифроаналогового преобразователя (ЦАП) задаёт центральную частоту преселектора. На сетке частот находятся соответствующие значения ЦАП, которые затем записываются в ППЗУ и используются при эксплуатации прибора. Значения ЦАП, соответствующие промежуточным частотам, находятся путём интерполяции.

Генератор сигналов SG8 поддерживает два интерфейса удалённого управления – USB и RS-232. В качестве протокола используется SCPI, который поддерживается большинством приложений. Управление легко реализуется на любом языке сценариев. Например, для задания частоты 1 ГГц достаточно записать в порт строку «freq 1GHz», а для установки уровня 10 дБм – «pow 10dBm».

ФОРМИРОВАНИЕ МНОГОКАНАЛЬНЫХ СИНХРОННЫХ ИСТОЧНИКОВ

С помощью нескольких генераторов SG8 можно составить многоканальный источник абсолютно синхронных сигналов с произвольным фазовым сдвигом. Такая конфигурация используется, например, при калибровке высокочастотных фазометров (см. рис. 5).

Выход опорной частоты одного из генераторов подаётся на вход второго, и на каждом генераторе устанавливается одинаковая частота выходного сигнала. Абсолютный сдвиг по фазе заранее не известен, однако относительный сдвиг регулируется с очень высокой точностью (порядка 0,01° при фильтре 1 кГц на выходе фазометра). Таким образом, для калибровки фазометра для каждой частоты и уровня входного сигнала путём изменения относительного фазового сдвига снимается кривая, период которой точно равен 2π. Затем находится такое положение горизонтальной прямой, при котором она делит снятую характеристику на два равных отрезка, – это и будет значение, соответствующее точному сдвигу 90° на входе детектора. Компенсация фазового сдвига в каналах находится путём последовательного перекрёстного подключения входных сигналов, сложения результатов и деления на два.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ В КАЧЕСТВЕ ТЕСТОВОГО ГЕТЕРОДИНА

Это один из примеров измерений, когда, помимо высокого уровня выходного сигнала, важен низкий фазовый шум. Мощные пассивные смесители, как правило, требуют около +21 дБм на входе плюс потери в кабеле 1...2 дБ. Генератор SG8 обеспечивает уровень фазового шума –120 дБн/Гц при отстройке 10 кГц на частоте 1 ГГц. При использовании в качестве первого гетеродина для узкополосного канала 100 кГц это означает, что можно добиться подавления шумовой модуляции от соседнего канала на уровне –120 дБн/Гц + 10log(100 кГц) = 70 дБ.

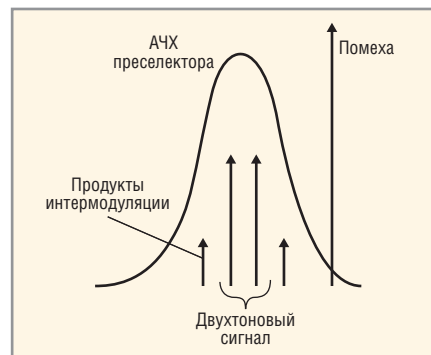


Рис. 3. Модель входного воздействия для исследования блокирования приёмного тракта

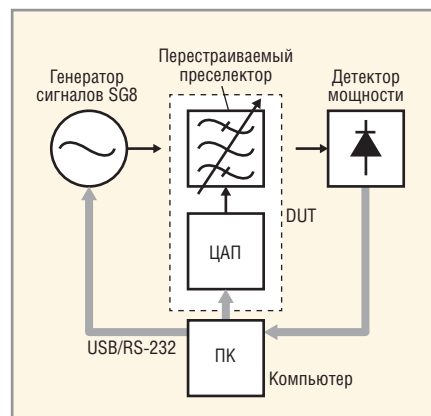


Рис. 4. Схема калибровки перестраиваемого преселектора в составе приёмника

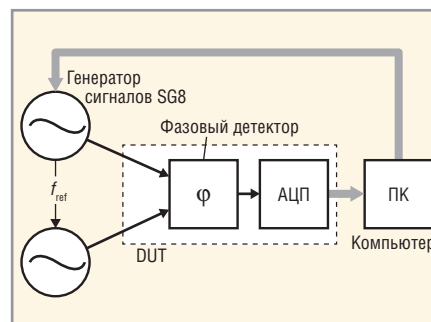


Рис. 5. Схема соединения для калибровки фазометра

Для широкополосного сигнала, например 100 МГц, уровень фазового шума –120 дБн/Гц при ширине полки 1 МГц приведёт к ограничению отношения сигнал/шум, равному значению интегрального фазового шума –120 дБн/Гц + 10log(1 МГц) = 60 дБ.

Кроме приведённых выше примеров, существуют и другие варианты использования генераторов сигнала.

Получить консультацию по использованию генератора SG8 для конкретной задачи можно, обратившись в компанию «АДВАНТЕХ» (www.advantex.ru).

ЛИТЕРАТУРА

1. Поляков А.Е. «Методика измерения IP_2 и IP_3 двухтонового сигнала», Труды МФТИ, том 4, № 2 (14), 2012г.

Запуск оборудования средствами отладки Wind River

Иоахим Хамп (Германия)

Перед инженерами – разработчиками оборудования часто стоит задача как можно быстрее отладить проекты, чтобы обеспечить функциональную, надёжную платформу для разработки программного обеспечения. Этот официальный материал описывает, как средства отладки Wind River OCD могут ускорить процесс ввода оборудования в эксплуатацию.

ВВЕДЕНИЕ

Инженеры-электронщики, занятые разработкой встраиваемых систем, находятся под постоянным давлением

сроков сдачи проекта. Календарные графики часто смещаются из-за большого объёма необходимых работ, включающих концептуальное проек-



Рис. 1. JTAG-эмуляторы Wind River ICE 2 и Wind River Probe

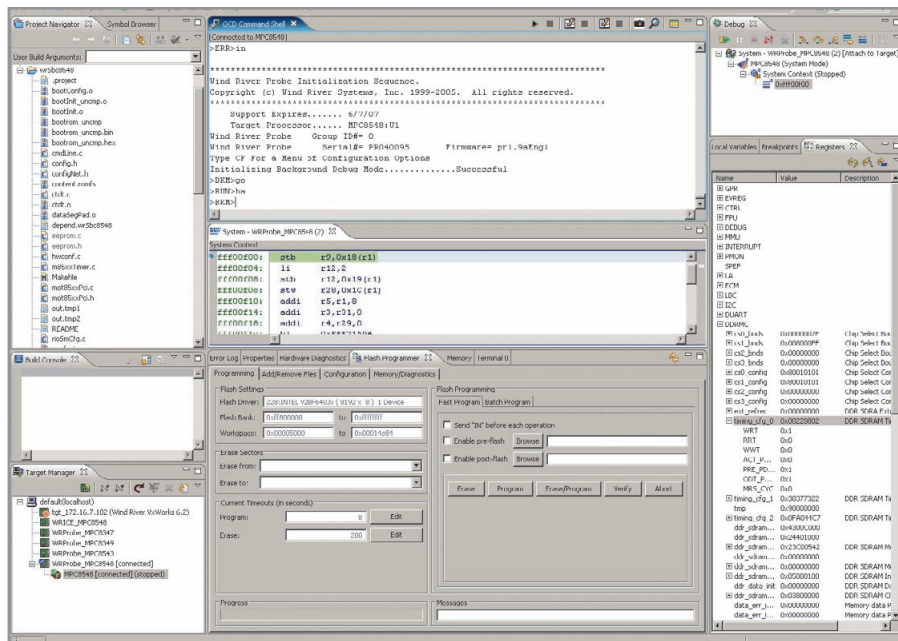


Рис. 2. Среда разработки и отладки Wind River Workbench, перспектива Device Debug (отладка оборудования)

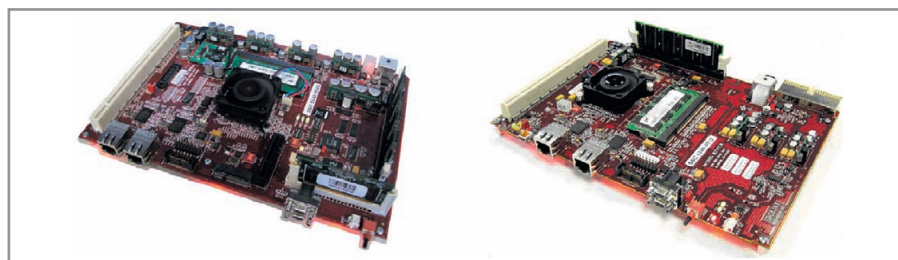


Рис. 3. Отладочные платы Wind River SBC8548E и SBC8347E/49E

тирование, разработку схемотехники, логических уравнений, трассировку и симуляцию печатных плат. Созданные прототипы плат следует как можно быстрее отладить, чтобы убедиться в функциональности и надёжности аппаратных платформ, предоставляемых для разработки программного обеспечения (ПО), а также восстановить календарный план. Именно здесь средства отладки Wind River могут оказать бесценными.

Данный материал содержит общий обзор средств отладки Wind River – JTAG-эмуляторов Wind River ICE или Wind River Probe, среды разработки Wind River Workbench и отладочных плат, которые могут помочь сэкономить время в процессе первого запуска платы.

СРЕДСТВА ОТЛАДКИ ОТ КОМПАНИИ WIND RIVER

JTAG-эмуляторы Wind River ICE и Wind River Probe

JTAG-эмуляторы Wind River ICE и Wind River Probe (см. рис. 1) используются для непосредственного управления целевым процессором. Wind River Probe представляет собой портативный JTAG-эмулятор, подключаемый через USB-порт и предназначенный для отладки одноядерных систем; Wind River ICE – более мощный отладочный модуль, поддерживающий отладку многопоточных приложений на многоядерных процессорах и подключаемый к сети TCP/IP для одновременного доступа распределённых команд разработчиков к отлаживаемому устройству. Оба эмулятора поддерживают широкий спектр 32- и 64-разрядных процессоров и содержат богатый набор отладочных функций.

Среда Wind River Workbench

Интегрированная среда разработки и отладки Wind River Workbench основана на открытой архитектуре Eclipse и дополняет JTAG-эмуляторы Wind River ICE и Wind River Probe дружелюбным интерфейсом пользователя. В данной статье преимущественно описывается перспектива Device Debug (см. рис. 2). Разработчикам ПО также может быть интересна перспектива Application Debug.

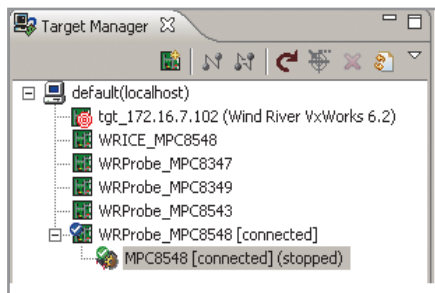


Рис. 4. Wind River Workbench, представление Target Manager (администратор целевых систем)

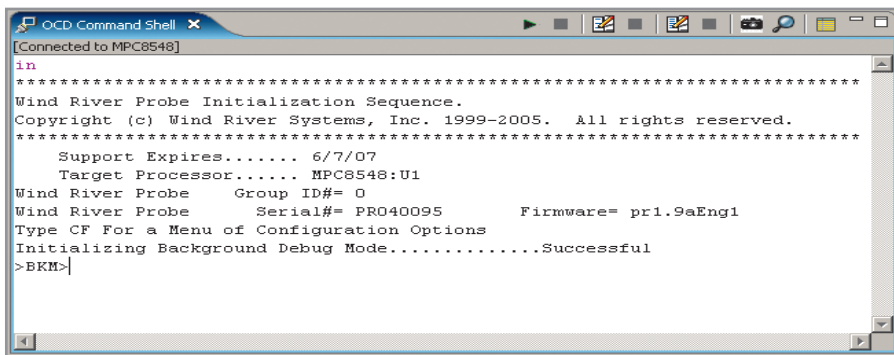


Рис. 5. Wind River Workbench, командная оболочка On-Chip Debug Command Shell

Отладочные платы

Компания Wind River располагает отладочными платами собственного производства на базе процессоров Freescale PowerPC 7xxx и 8xxx. Все эти платы были отлажены с использованием эмуляторов Wind River ICE или Wind River Probe при помощи перспективы Device Debug в среде Wind River Workbench. Кроме того, в среде Wind River Workbench для всех этих плат были разработаны пакеты поддержки (BSP) для ОС VxWorks перспективы Application Debug.

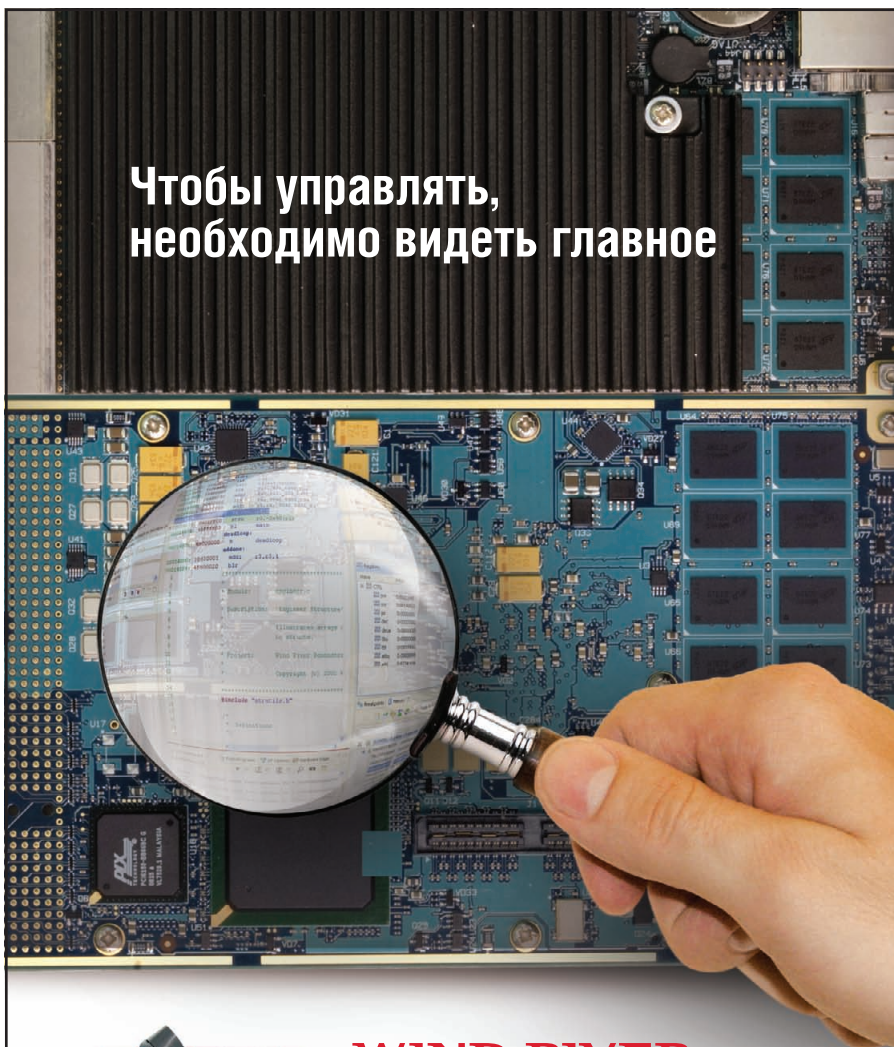
К каждой отладочной плате прилагается компакт-диск, содержащий принципиальную схему, список компонентов, руководство пользователя, технические чертежи, файл конфигурации регистров и ряд других файлов поддержки. Разработчики оборудования с уверенностью могут использовать эту информацию для проектирования своих собственных плат.

Отладочные платы Wind River (см. рис. 3) могут помочь инженерам – разработчикам оборудования в поиске ошибок в своих проектах. В частности, сравнение уровней сигнала и временных характеристик «эталонной» отладочной платы и разработанного прототипа может помочь в диагностике проблем. Отладочные платы также могут быть использованы разработчиком ПО при совершенствовании их кода на гарантированно устойчивой платформе, пока прототип ещё не готов.

ОСНОВНЫЕ ЭТАПЫ ПЕРВОГО ЗАПУСКА ОБОРУДОВАНИЯ

Ввод оборудования в действие может быть очень сложным процессом, но в данном примере мы свели эту процедуру к пяти основным шагам:

- получить управление целевым процессором;
- получить доступ к ОЗУ и протестировать его;



www.prosoft.ru/ocd

WIND RIVER

Комплекс внутрисхемной отладки Wind River OCD

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

ОФИЦИАЛЬНЫЙ ДИСТРИБЬЮТОР ПРОДУКЦИИ WIND RIVER

PROSOFT®

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

Реклама

Command Name	Current Setting	Parameters	Description
SB	SB	[SB, IHBC]	Set BreakPoint
MMU	DISABLE	[ENABLE, DISABLE]	MMU Support Control
BL	DISABLE	[ENABLE, DISABLE]	Load Boot Table On IN
RST	YES	[YES, NO, HALT, RUN]	Monitor Target reset
TAR	8548	[8540, 8541, 8543, 8543E...	Target CPU
LENDIAN	NO	[YES, NO]	Little Endian Mode
DLD	NORMAL	[NORMAL, 8, 32]	Download Mode
HRESET	ENABLE	[ENABLE, DISABLE]	Emulator HRESET Control
TRESET	ACTIVE	[OPENC, ACTIVE]	Drive TReset line
RESET	HRESET	[HRESET, SRESET, HRESE...	CPU Reset Type
CHECKSTOP	NO	[YES, NO]	Enable CheckStop Interrupt
SPOWER	YES	[YES, NO]	Sense Power via HRESET
TRPEXP	YES	[YES, NO, SOI, BREAKPOI...	Trap exception
INCOLD	YES	[YES, NO]	Issue an IN on coldstart
TGTCONS	BDM	[BDM, COM1, COM2]	Target Console Redirection
RTP	NO	[YES, NO]	Real time Preservation
PORABIST	YES	[YES, NO]	Execute PowerOnReset A...
TMD	DISABLE	[ENABLE, DISABLE]	TMD Mode
BOOTMODE	NORMAL	[I2C_DIS, HLDOFF_DIS, B...	Override boot mode
DDRDL	NO	[YES, NO]	Override DDR DLL
LBCLK	NO	[YES, NO]	Local Bus Clock Frequency ...
ERRATA_CHECK	NO	[YES, NO]	Perform Errata Check

Рис. 6. Wind River Workbench, представление CF Options (конфигурирование эмулятора)

```

0x8000
0x00008000 12345678 AABBCCDD 00000000 00000000 .4Vx *»IY.....
0x00008010 00000000 00000000 00000000 00000000 .....
0x00008020 00000000 00000000 00000000 00000000 .....
0x00008030 00000000 00000000 00000000 00000000 .....
0x00008040 00000000 00000000 00000000 00000000 .....
0x00008050 00000000 00000000 00000000 00000000 .....
0x00008060 00000000 00000000 00000000 00000000 .....
0x00008070 00000000 00000000 00000000 00000000 .....
0x00008080 00000000 00000000 00000000 00000000 .....
0x00008090 00000000 00000000 00000000 00000000 .....
0x000080A0 00000000 00000000 00000000 00000000 .....
0x000080B0 00000000 00000000 00000000 00000000 .....
0x000080C0 00000000 00000000 00000000 00000000 .....
0x000080D0 00000000 00000000 00000000 00000000 .....
0x000080E0 00000000 00000000 00000000 00000000 .....
0x000080F0 00000000 00000000 00000000 00000000 .....
0x00008100 00000000 00000000 00000000 00000000 .....
0x00008110 00000000 00000000 00000000 00000000 .....
    
```

Рис. 7. Wind River Workbench, представление Memory (память)

Choose Diagnostic

Diagnostic: Full RAM test - Single pass

Description: The Full RAM Test Single Pass sets and then clears each bit to try to locate memory defects bounded by the starting and ending addresses entered in the fields below. If an error occurs, the test stops and the error type and address will be displayed.

Start address: 0x00010000

End address: 0x00020000

Units: LOGG

Run on target

Run Abort Configure Workspace

Output: Single-pass Complete Memory Test loaded. Now executing TDF. Test Complete

Рис. 8. Wind River Workbench, представление Hardware Diagnostics (диагностика оборудования)

- получить доступ к флэш-памяти и протестировать её;
- получить базовый доступ к периферийным устройствам платы;
- сохранить настройки регистров процессора и контроллера памяти.

Последующие разделы продемонстрируют, как средства отладки Wind River могут ускорить процесс запуска на каждом из перечисленных выше этапов.

Получаем управление целевым процессором

Когда прототип аппаратуры создан, перед началом собственно процесса отладки необходимо выполнить ряд подготовительных шагов, в частности, проверить отсутствие обрывов и уровни напряжения, а также запрограммировать встроенные логические устройства. Когда это сделано, на первом шаге отладки надо подключиться к целевому процессору при помощи эмулятора и получить управление. Большинство процессоров использует для связи с эмулятором интерфейс JTAG, хотя в некоторых реализован интерфейс BDM (Background Debug Mode). К счастью, эмуляторы Wind River ICE и Wind River Probe могут поддерживать оба типа протоколов.

В перспективе Device Debug интегрированной среды Wind River Workbench предусмотрено несколько представлений (views), упрощающих пользователю выполнение типовых задач и различных команд эмулятора. Представление Target Manager (см. рис. 4) позволяет легко подключиться к требуемому процессору, а также управлять различными целевыми соединениями. Командная оболочка On-Chip Debug Command Shell предоставляет интерфейс (см. рис. 5) для ввода команд в эмулятор и передачи их процессору.

Представление CF Options облегчает пользователю конфигурирование настроек эмулятора (см. рис. 6), включая тактовую частоту JTAG, длительность интервала установления сигнала сброса и соответствующее данному типу процессора конфигурационное слово (если оно предусмотрено). Эти настройки могут оказаться очень полезными для диагностики и устранения проблем взаимодействия с процессором.

Получение доступа к ОЗУ и его тестирование

После того как управление целевым процессором получено, следующим

шагом в отладке прототипа является доступ к ОЗУ и его тестирование. В среде Wind River Workbench, наряду с Wind River ICE и Wind River Probe, для этого предусмотрен целый набор инструментов. Для начала, представление Workbench Memory (см. рис. 7) даёт возможность пользователям записать и прочитать некоторые значения по определённым адресам.

Когда базовый доступ по чтению/записи подтверждён, можно использовать представление Hardware Diagnostics (см. рис. 8) для выполнения простого теста. Строго говоря, доступ к памяти на новом прототипе не всегда удаётся наладить сразу, поэтому набор предлагаемых алгоритмов содержит и несколько циклических (score loop) тестов. В сочетании с хорошим осциллографом, они являются эффективным способом устранения проблем доступа к памяти.

В некоторых случаях принятые по умолчанию значения регистров процессора могут быть неидеальными для конкретного типа ОЗУ, используемого в прототипе, и их придётся корректировать. В решении проблем конфигурации контроллера ОЗУ и временных параметров доступа могут помочь представление Registers (см рис. 9) и Properties (см. рис. 10).

Одним из заключительных этапов, которые следует выполнить, чтобы убедиться в надёжности памяти, является загрузка кода в целевое ОЗУ и запуск кода на выполнение. Это удобно сделать с помощью представлений Reset & Download (см. рис. 11) и Debug (см. рис. 12). В представлении Debug можно выполнять все стандартные задачи отладки – пошаговое выполнение кода с входом в функции (step into) и без него (step over), запуск и останов

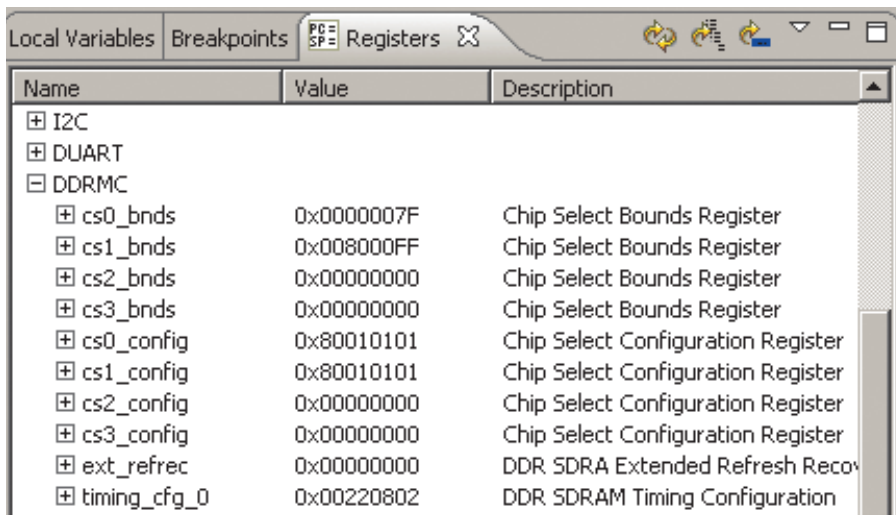


Рис. 9. Wind River Workbench, представление Registers (регистры)

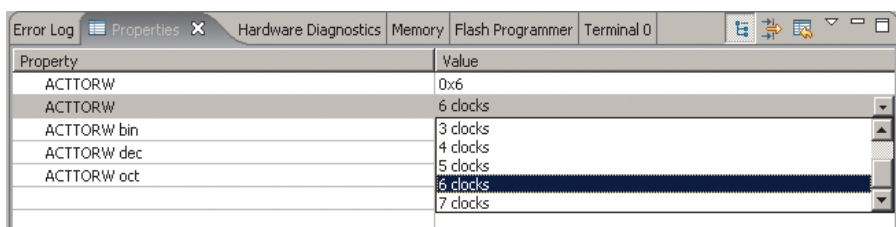


Рис. 10. Wind River Workbench, представление Workbench Properties (настройки Workbench)

кода, переключение между представлениями ассемблерного и исходного кода. Также могут быть полезны представления Breakpoints и Local Variables.

Получение доступа к флэш-памяти и её тестирование

Во встраиваемых вычислительных системах для хранения кода загрузки часто используется энергонезависимая память, в частности, типа флэш. Представление Flash Programmer (см. рис. 13) предоставляет исчерпывающую библиотеку алгоритмов программирования флэш-памяти, позволяя стирать и программировать флэш-устройства целевой системы «в один клик».

Получение базового доступа к другим периферийным устройствам платы

Для гарантии правильного подключения аппаратуры должен быть обеспечен доступ к другим периферийным устройствам платы, таким как контроллеры физического уровня сети и PCI. Используя командно-строковой интерфейс представления On-Chip Debug Command Shell, можно с помощью эмулятора выполнять тестовые циклы чтения/записи в эти устройства. В среде Workbench также предусмотрены другие полезные инструменты для отладки периферии, например представление Terminal (для работы с последовательны-




NOVASTAR

Области применения

- ⊗ Контрольно-измерительная техника и автоматика
- ⊗ Аудио/видео/радиовещание

19" каркас

- ⊗ 2 типа каркаса
- ⊗ Нагрузочная способность: до 400 кг
- ⊗ Ширина: всего 553 мм

Сервис

- ⊗ Многообразие вариантов конфигурации
- ⊗ 21 вариант окраски в стандартной программе
- ⊗ Поставка от 1 шт.



Иновационный 19" шкаф для электронного оборудования

www.schroff.ru/novastar

SVIAZ EXPO COMM MOSCOW 2012
Павильон 1, стенд 21D32

pentairtechnicalproducts.com

www.schroff.ru/novastar

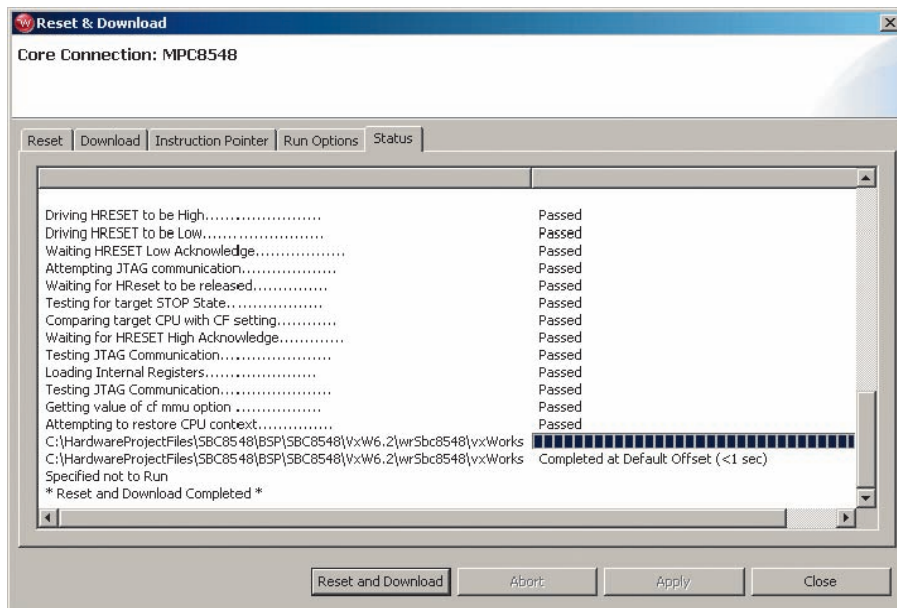


Рис. 11. Wind River Workbench, представление Reset & Download (сброс и загрузка)

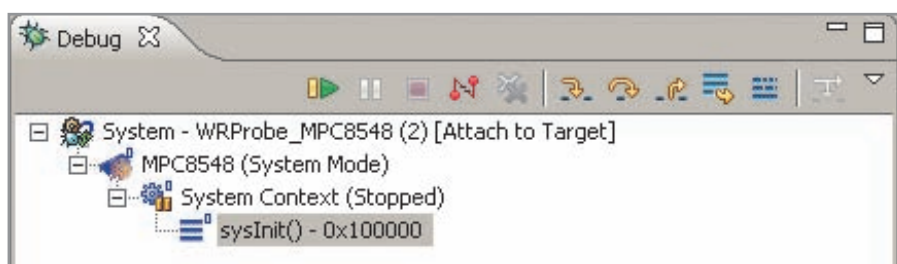


Рис. 12. Wind River Workbench, представление Debug (отладка)

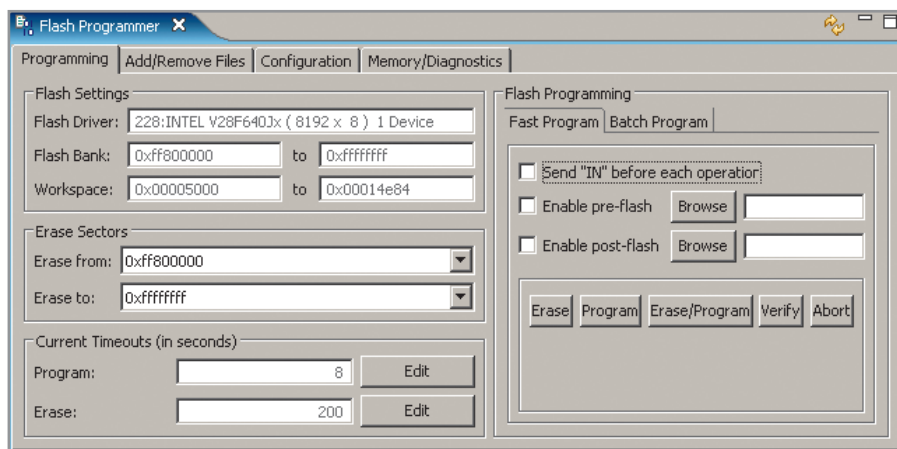


Рис. 13. Wind River Workbench, представление Flash Programmer (программатор флэш-памяти)

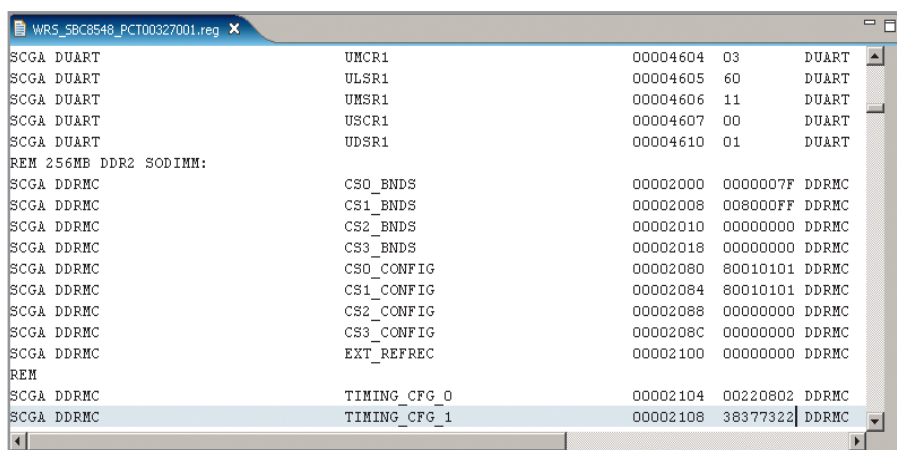


Рис. 14. Фрагмент регистрового файла эмулятора

ми устройствами ввода-вывода) и Cache.

Сохранение настроек регистров процессора и контроллера памяти

После отладки плат прототипа и подтверждения устойчивости его работы, настройки регистров, сконфигурированные в процессе отладки, необходимо сохранить, – по двум основным причинам. Во-первых, в будущем это позволит быстро сконфигурировать целевой процессор при помощи эмуляторов Wind River ICE или Wind River Probe. Во-вторых, эти настройки регистров можно включить в код начального загрузчика, тем самым сократив общее время его разработки.

Эмуляторы Wind River ICE и Wind River Probe используют регистровые файлы (см. рис. 14) в качестве быстрого и удобного способа конфигурации и сохранения настроек регистров целевого процессора и контроллера памяти. Эти файлы можно редактировать и конфигурировать, пока прототип оборудования ещё доступен. Например, разработчик может взять регистровый файл существующей платы, которая точно соответствует его собственному проекту, и соответственно изменить настройки разрядов регистра. Это может сэкономить ценное время, обеспечив мгновенную конфигурацию регистра до фактического процесса отладки.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Обеспечение устойчивости аппаратной платформы является одной из приоритетных задач для большинства инженеров – разработчиков оборудования. В настоящей статье были рассмотрены только некоторые из аспектов первого запуска платы. Однако материал наглядно демонстрирует, что разработчики наилучшим образом оснащены для выполнения этой задачи, когда они используют такие средства отладки, как JTAG-эмуляторы Wind River ICE / Wind River Probe, среду разработки и отладки Wind River Workbench и отладочные платы Wind River.

Данная статья описывает далеко не все возможности инструментария внутрисхемной отладки Wind River. Дополнительную информацию и пробные версии можно получить у официального дистрибьютора Wind River в России и странах СНГ – компании ПРОСОФТ.



КОМПЛЕКСНЫЕ ПОСТАВКИ ИБП



ПОСТАВКА, ПУСКОНАЛАДКА, ИНТЕГРАЦИЯ

Широкий ассортимент ИБП, включая модели:

- с диапазоном рабочих температур, расширенным до +40°C
- для альтернативной энергетики
- для приложений с нестабильным основным питанием

ОФИЦИАЛЬНЫЙ ПОСТАВЩИК ПРОДУКЦИИ

PROSOFT®

МОСКВА	Тел.: (495) 234-0636 • Факс: (495) 234-0640 • E-mail: info@prosoft.ru • Web: www.prosoft.ru
С.-ПЕТЕРБУРГ	Тел.: (812) 448-0444 • Факс: (812) 448-0339 • E-mail: info@spb.prosoft.ru • Web: www.prosoft.ru
ЕКАТЕРИНБУРГ	Тел.: (343) 376-2820 • Факс: (343) 310-0106 • E-mail: info@prosoftsystems.ru • Web: www.prosoftsystems.ru
САМАРА	Тел.: (846) 277-9166 • Факс: (846) 277-9165 • E-mail: info@samara.prosoft.ru • Web: www.prosoft.ru
НОВОСИБИРСК	Тел.: (383) 202-0960; 335-7001/7002 • E-mail: info@nsk.prosoft.ru • Web: www.prosoft.ru
КИЕВ	Тел.: (+380-44) 206-2343/2478/2496 • Факс: (+380-44) 206-2343 • E-mail: info@prosoft-ua.com • Web: www.prosoft.ru
УФА	Тел.: (347) 292-5216/5217 • Факс: (347) 292-5218 • E-mail: info@ufa.prosoft.ru • Web: www.prosoft.ru
КАЗАНЬ	Тел.: (843) 291-7555 • Факс: (843) 570-4315 • E-mail: info@kzn.prosoft.ru • Web: www.prosoft.ru
ОМСК	Тел.: (3812) 286-521 • E-mail: omsk@prosoft.ru • Web: www.prosoft.ru
ЧЕЛЯБИНСК	Тел.: (351) 239-9360 • E-mail: chelyabinsk@prosoft.ru • Web: www.prosoft.ru
КРАСНОДАР	Тел.: (861) 224-9513 • Факс: (861) 224-9513 • E-mail: krasnodar@prosoft.ru • Web: www.prosoft.ru
Н. НОВГОРОД	Тел.: (831) 215-4084 • Факс: (831) 215-4084 • E-mail: n.novgorod@prosoft.ru • Web: www.prosoft.ru

Кодовый замок и электронный термометр на микроконтроллерах ATMEGA8535

Сергей Шишкин (Нижегородская обл.)

Приведено описание алгоритма работы, программного обеспечения и схемы кодового замка, электронного термометра и таймера на двух микроконтроллерах ATMEGA8535.

Микроконтроллеры семейства AVR со встроенными энергонезависимой памятью (ЭСППЗУ) и АЦП предоставляют большие возможности для разработки бытовых устройств. Память такого типа как нельзя лучше подходит для хранения эталонного (секретного) кода в кодовых замках, поскольку его легко перепрограммировать, используя аппаратные ресурсы самого устройства. Кроме того, код не «теряется» при выключении питания. Встроенный многоканальный АЦП позволяет реализовать разнообразные измерительные устройства.

Принципиальная схема устройства, в котором использовано два микроконтроллера ATMEGA8535, приведена на рисунке. Устройство совмещает функции кодового замка (далее замка) и электронного термометра. На микроконтроллере DD1 собран замок, на микроконтроллере DD2 – электронный термометр. Галетный переключатель SA1 подключает клавиатуру (кнопки S1 – S8) к DD1 или DD2.

Рассмотрим алгоритм работы замка. В режиме записи в ЭСППЗУ микроконтроллера заносится код, который состоит из четырёх десятичных цифр и набирается на семикнопочной клавиатуре. В рабочем режиме замок ждёт ввода кода. Процедура набора кода может быть открытой (с отображением кода на дисплее) или закрытой (при наборе кода отображаются символы «-»). Микроконтроллер записывает вводимый код в ОЗУ и побайтно сравнивает его с кодом, записанным в ЭСППЗУ. Если коды совпали, то микроконтроллер в течение 5 с подаёт сигнал на включение механизма открывания замка. Для активации отображаемого на дисплее четырёхразрядного кода в режиме записи и в рабочем режиме, достаточно нажать любую кнопку клавиатуры.

Элементами управления замком являются знаковосинтезирующий индикатор HG1, блок индикации на семисегментных индикаторах HG2 – HG4, переключатель SA2 и кнопки S1 – S8. Кнопки S1 – S7 обозначены соответствующими цифрами и задают код ввода. Последовательными нажатиями кнопки S8 (P) устанавливаются режим № 1, режим № 2 или режим № 3 работы устройства. На пятиразрядном дисплее (сдвоенные цифровые индикаторы HG6, HG7) отображается вводимый код. Индикатор HG8 отображает символы «3» (при закрытом замке) и «0» (при открытом замке). Переключатель SA2 задаёт режим отображения кода на дисплее устройства (положение «1» – открытый, положение «2» – скрытый).

В рабочем режиме № 1 замок готов к вводу кода. Перед набором кода на дисплее отображается 0000. Элемент № 1 индикатора HG1 включен (остальные элементы выключены). Индикатор HG4 отображает символ «3» (закрыто). Кнопками S1 – S7 набирают четырёхразрядный код, который появляется на дисплее. После сравнения кодов микроконтроллер подаёт сигнал на исполнительный механизм открывания замка. На 5 с включается элемент № 4 индикатора HG1 (символ «0») и устанавливается лог. 0 на выводе 21. Спустя 5 с на выводе 21 устанавливается лог. 1, на дисплее снова отображается код 0000, а индикатор HG4 отображает символ «3».

В режиме № 2 осуществляется запись секретного кода в ЭСППЗУ при помощи кнопок S1 – S7. Набранный код отображается на дисплее. После записи кода на дисплее снова отображается 0000.

В режиме № 3 (проверка записанного кода) элемент № 3 индикатора HG1 включен; индикатор HG4 отображает «3». Записанный в ЭСППЗУ код отображается на дисплее. Доступ к кнопке S8 и переключателю SA1 должен быть

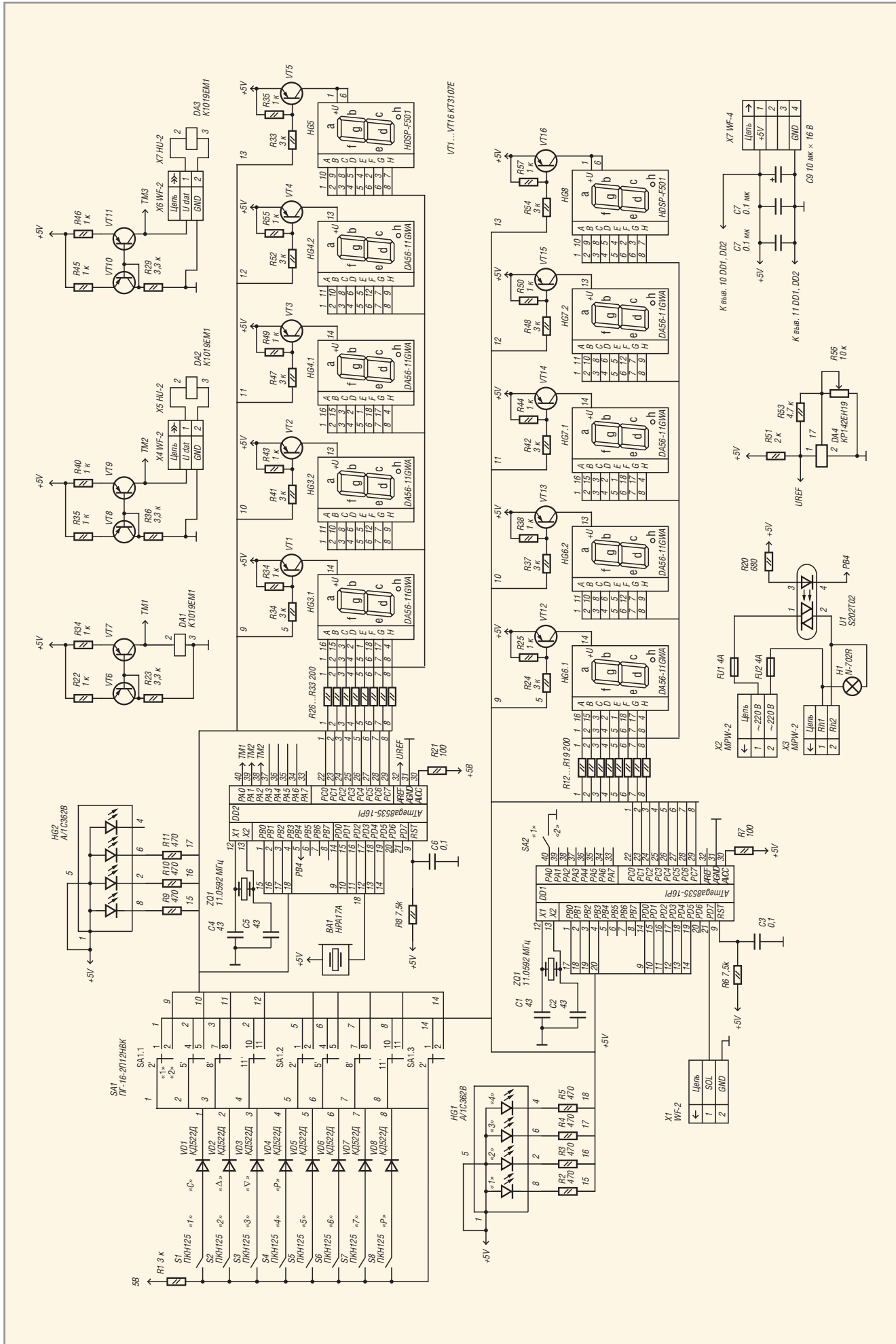
ограничен. Конструктивно это сделать несложно.

Рассмотрим алгоритм работы электронного термометра. Для подключения клавиатуры к микроконтроллеру DD2 необходимо галетный переключатель SA1 установить в положение «2». Три независимых канала позволяют измерять температуру в трёх точках. Кроме того, есть дополнительная функция – внутренний таймер. Элементами управления термометром являются клавиатура (кнопки S1 – S4), знаковосинтезирующий индикатор HG2, неоновая лампа H1 и блок индикации (дисплей) из трёх семисегментных индикаторов HG3 – HG5. Кнопки клавиатуры имеют следующее назначение:

- S1 (C) (Старт/стоп) – подтверждение заданного времени для таймера; по нажатию данной кнопки идёт обратный отсчёт времени;
- S2 (Δ) – увеличение на единицу значения при установке времени таймера в минутах, выключение звукового и светового сигнала сигнализации; при удержании данной кнопки в нажатом состоянии более 4 с значение времени увеличивается на 5 единиц за 1 с;
- S3 (∇) – уменьшение на единицу значения таймера в минутах; при удержании данной кнопки в нажатом состоянии более 4 с значение времени уменьшается на 5 единиц за 1 с;
- S4 (P) – выбор режима работы термометра («таймер», «температура 1», «температура 2», «температура 3»).

Разряды индикации интерфейса имеют следующее назначение:

- 1-й разряд (индикатор HG3.1) отображает знак «-» при измерении отрицательных температур в режимах измерения температуры и тысячи минут в режиме «таймер»;
- 2-й разряд (индикатор HG3.2) отображает сотни градусов в режимах измерения температуры и сотни минут в режиме «таймер»;
- 3-й разряд (индикатор HG4.1) отображает десятки градусов в режимах измерения температуры и десятки минут в режиме «таймер»;



Принципиальная электрическая схема устройства

- 4-й разряд (индикатор HG4.2) отображает единицы градусов в режимах измерения температуры и единицы минут в режиме «таймер»;
- 5-й разряд (индикатор HG5) отображает символ «°C» в режимах измерения температуры.

Элемент № 1 индикатора HG2 включен при работе в режиме «температура 1», элемент № 2 индикатора HG2 включен при работе в режиме «температура 2» и соответственно элемент № 3 – при работе в режиме «температура 3». Неоновая лампа Н1 сигнализирует о состоянии нагрузки, которую подключают к устройству через соединитель Х3.

Таймер с обратным отсчётом времени позволяет задавать интервал времени от 1 до 9999 мин с дискретностью 1 мин. Предусмотрена подача звукового сигнала длительностью 60 с частотой повторения 1 Гц при обнулении времени таймера. После нажатия кнопки S1 (С) включается нагрузка и начинается обратный отсчёт времени. Точка h индикатора HG3.2 мигает с частотой 1 Гц. При повторном нажатии кнопки S1 (С) нагрузка выключается, и обратный отсчёт времени прекращается.

Основные узлы замка и термометра идентичны. Устройство выполнено на микроконтроллерах DD1 и DD2, рабочая частота которых (11,0592 МГц) задаётся кварцевыми резонаторами ZQ1 и ZQ2 соответственно. Порты PD микроконтроллеров управляют динамической индикацией. Динамическая индикация термометра реализована на транзисторах VT1 – VT5, двоянных семисегментных индикаторах HG3, HG4 и одинарном цифровом индикаторе HG5. Коды для включения индикаторов поступают в порт PC микроконтроллера DD2. Для функционирования клавиатуры задействован вывод 19 (PD5) микроконтроллера DD2. Элементы шкального индикатора HG2 подключены к выводам порта PB микроконтроллера DD2.

Аналогичным образом выполнена динамическая индикация замка (транзисторы VT12 – VT16, двоянные семисегментные индикаторы HG6, HG7 и одинарный цифровой индикатор HG8).

После подачи питания на выводах 9 микроконтроллеров через цепи R6C3 и R8C6 формируются сигналы системного аппаратного сброса. На дисплее замка появляется код 0000. Элемент № 1 индикатора HG1 включен; индикатор HG8 отображает символ «3».

Пьезоэлектрический излучатель ВА1 включается с вывода 4 микроконтроллера DD1. Канал управления нагрузкой собран на базе твердотельного реле U1, которое управляется с вывода 5 (PB4) микроконтроллера DD2. Неоновая лампа Н1 позволяет визуально контролировать состояние нагрузки, подключенной к соединителю Х3.

Измерение температуры реализовано с помощью микросхем термодатчиков K1019EM1, которые имеют линейную зависимость выходного напряжения от температуры. В таблице приведены основные технические характеристики датчиков.

Канал измерения температуры № 1 собран на микросхеме DA1. Чтобы полностью реализовать возможности данной ИС, она питается от генератора тока (VT6, VT7), который обеспечивает $I_{пит} = 1$ мА. Ток устанавливается подбором номинала резистора R23. Начальное значение сопротивления (в килоомах) можно рассчитать по формуле $R = U_{пит} - 1,7$ (В). Выходное напряжение с DA1 поступает на вывод 40 (PA0) микроконтроллера DD2 (вход АЦП канала № 1). Каналы измерения температуры № 2 и № 3 работают аналогичным образом; выходные напряжения поступают на выводы 39 (PA1) и 38 (PA2) микроконтроллера DD2. Датчики температуры DA2, DA3 подключаются к плате через соединители Х4 и Х6 соответственно. Источник внешнего

опорного напряжения выполнен на микросхеме DA4 KP142EH19. Опорное напряжение устанавливается при помощи R56.

Десятиразрядный АЦП, встроенный в микроконтроллер ATMEGA8535, позволяет считывать входные напряжения, находящиеся в диапазоне от 0 до уровня напряжения опорного источника, и может работать как с внешним, так и с внутренним (2,56 В) источником опорного напряжения. Значение выходного кода АЦП соответствует формуле:

$$A = (U_{вх}/U_{ref}) \times 2^N, \quad (1)$$

где A – величина напряжения в двоичном коде; $U_{вх}$ – напряжение на входе АЦП; U_{ref} – напряжение источника опорного напряжения; N – разрядность АЦП.

Для более полного использования измеряемого температурного диапазона, упрощения формулы согласования рабочего диапазона и двоичного числа с выхода АЦП и исключения процедуры калибровки каналов измерения температуры использован внешний опорный источник с напряжением 4 В, которое соответствует выходному напряжению датчика при температуре 125°C.

Для согласования рабочего диапазона температур и двоичного числа с выхода АЦП в программу заложена формула:

$$Y = 0,5X - 366,$$

где X – двоичное десятиразрядное число, поступающее с АЦП.

Следует отметить, что термодатчики K1019EM1 – довольно инерционные. Поэтому на дисплей по каждому каналу измерения выводится текущий отсчёт АЦП без накопления и усреднения, что упрощает программу.

Программное обеспечение замка и термометра было разработано в среде AVR Studio. В программе замка используются два прерывания: Reset и прерывание таймера T0, обработчик которого начинается с метки TIM0. При переходе на метку Reset инициализируются стек, таймер, порты, а также флаги и переменные, используемые в программе. Таймер T0 генерирует прерывания по переполнению (в регистре TIMSK установлен бит TOIE0). Коэффициент предварительного деления тактовой частоты таймера установлен рав-

Основные параметры датчика температуры K1019EM1

Параметры	Значение
Ток питания, мА	1
Диапазон допустимого тока питания, мА	0,5...1,5
Рабочий диапазон температур, °C	-45...125
Выходное напряжение при токе питания 1 мА, мВ:	
-45°C	2232...2332
25°C	2952...3012
125°C	3932...4032



Реклама



Original size.

КОМПЛЕКСНОЕ РЕШЕНИЕ ОТ ОДНОГО ПРОИЗВОДИТЕЛЯ.

Точное определение координат и надежную передачу данных гарантируют новый автономный GPS|ГЛОНАСС модуль Юпитер SL869 и M2M модули от мирового лидера, компании Telit.

Юпитер SL869 поддерживает основные навигационные спутниковые системы – GPS, ГЛОНАСС, Galileo и QZSS – и уже сейчас, в комбинированном режиме GPS+ГЛОНАСС, он обладает возможностью самого точного определения координат на сегодняшний день.

Юпитер SL869 оснащен высокопроизводительным процессором ARM9 с внутренней флэш-памятью для расширенных эфемеридных данных и пользовательских программных приложений, что обеспечивает время первого определения местоположения (TTFF) менее 1 секунды при горячем старте и менее 35 секунд при холодном старте. В сочетании с GSM модулями Telit, в которых уже интегрирована поддержка технологии eCall/ЭРА-ГЛОНАСС, например: GE864-QUAD Automotive V2, GE865-QUAD, GL865-QUAD, Вы получите непревзойденное решение для определения координат и передачи данных.

Важным преимуществом является тот факт, что Вы приобретаете все модули из одних рук. В сочетании с международной системой качества, разработки и послепродажного обслуживания компании Telit, Ваша M2M система будет конкурентной и гораздо быстрее окажется на рынке. Telit – самая быстрорастущая инновационная компания в сфере M2M, обеспечивает Вас непревзойденным набором модулей у сервисов. Мы надеемся поддержать Вас.

With Telit knowhow, you know – now
www.telit.com



Присоединяйтесь к форуму технической поддержки Telit:
www.telit.com/techforum



www.telit.com/ebook



www.telit.com/techforum



www.telit.com/facebook



www.telit.com/twitter



Telit® wireless solutions
 Making machines talk.®

ным 64 (в регистр TCCR0 записано число 3).

В основной программе осуществляется включение элементов индикатора HG1. Обработчик прерывания таймера T0 выполняет процедуру опроса кнопок S1 – S8, обслуживает динамическую индикацию, запись секретного кода в ЭСППЗУ, чтение секретного кода из ЭСППЗУ, перекодировку двоичного числа в код для отображения информации на индикаторах устройства, а также формирует временной интервал 5 с, необходимый для включения соленоида.

В ОЗУ микроконтроллера с адреса \$61 по адрес \$70 организован буфер отображения для динамической индикации. Ниже приведено распределение адресного пространства в ОЗУ микроконтроллера:

- RAM = \$60 – адрес начала ОЗУ микроконтроллера;
- \$61 – \$64 – адреса, где хранится код для открывания замка и символ «3». Эти адреса выводятся на индикацию в режиме № 1 (буфер № 1);
- \$66 – \$69 – адреса, где хранится код, считываемый из ЭСППЗУ, и символ «3». Эти адреса выводятся на индикацию в режиме № 3 (буфер № 2);
- \$6C – \$70 – адреса, где хранятся символы «-» при скрытом наборе кода и символ «3»; эти адреса выводятся на индикацию в режиме № 1 (буфер № 3).

Флаги, задействованные в программе, находятся в регистрах R19 (flo) и R25 (flo1). Разработанная на ассемблере программа занимает порядка 1200 байт памяти программ.

Программа для термометра является более сложной. В ней используются три прерывания: Reset, прерывание таймера T0, обработчик которого начинается с метки TIM0_OVF, и прерывание АЦП, обработчик которого начинается с метки ADCC. При переходе на метку Reset инициализируются стек, таймер, порты, регистры одной секунды и одной минуты, а также флаги и переменные, используемые в программе. Формирование точных временных интервалов длительностью 1 с осуществляется с помощью прерываний от таймера T0 и счётчиков на регистрах R20 (sek1) и R21 (min1). В основной программе происходит счёт текущего времени, инкремент и декремент устанавливаемого времени таймера и включение звукового сигнала.

В обработчике прерывания таймера T0 происходит счёт одной секунды, счёт одной минуты, опрос клавиатуры, функционирование динамической индикации, инициализация трёх каналов АЦП, перекодировка двоичного числа значений времени в код для отображения информации на индикаторах, блок периодического включения точки h индикатора HG3.2 в режиме «таймер».

После запуска АЦП, микроконтроллер DD2 переводится в ждущий режим (Idle) командой sleep. Из ждущего режима микроконтроллер DD1 выводится прерыванием АЦП. В обработчике прерывания АЦП очищается содержимое регистра управления АЦП, что останавливает его работу и запрещает прерывания. В ОЗУ микроконтроллера с адреса \$60 по \$73 организован буфер отображения для динамической индикации. Разработанная на ассемблере программа занимает порядка 3800 байт памяти программ микроконтроллера.

Ниже приведено распределение адресного пространства в ОЗУ микроконтроллера:

- RAM = \$60 – начальный адрес ОЗУ микроконтроллера;
- \$60 – \$64 – адреса, где хранится текущее значение времени таймера в минутах. Эти адреса выводятся на индикацию в режиме «таймер»;
- \$65 – \$69 – адреса, где хранится измененное значение температуры для канала № 1 и символ «°C». Эти адреса выводятся на индикацию в режиме «температура 1»;
- \$6A – \$6E – адреса, где хранится измененное значение температуры для канала № 2 и символ «°C». Эти адреса выводятся на индикацию в режиме «температура 2»;
- \$6F – \$73 – адреса, где хранится измененное значение температуры для канала № 3 и символ «°C». Эти адреса выводятся на индикацию в режиме «температура 3»;
- RAM + \$40 – адреса, где хранится результат преобразования АЦП для канала № 1;
- RAM + \$45 – адреса, где хранится результат преобразования АЦП для канала № 2;
- RAM + \$49 – адреса, где хранится результат преобразования по формуле (1) для канала № 1.
- RAM + \$4E – адреса, где хранится результат преобразования по формуле (1) для канала № 2;

- RAM + \$50 – адреса, где хранится результат преобразования АЦП для канала № 3;
- RAM + \$55 – адреса, где хранится результат преобразования по формуле (1) для канала № 3.

При инициализации, во все разряды портов микроконтроллера DD1 записываются лог. 1. Твердотельное реле U1 разомкнуто, нагрузка отключена. Нагрузка подключается к устройству через соединитель X3 типа MPW-2 (ответная часть розетки MNU-2). Цепь управления соленоида подключается к соединителю X1. Питающее напряжение +5 В поступает на плату устройства через соединитель X7. Сетевое напряжение подаётся с соединителя X2 через предохранители FU1, FU2 (ВП1-2, 10 А/250 В). Номинальное значение тока предохранителей определяется нагрузкой.

Параметры твердотельного реле S202T02: максимальный ток нагрузки 2 А, управляющий ток 8 мА; напряжение изоляции 3000 В. Для включения более мощной нагрузки можно использовать реле типа PF480D25.

На дисплее термометра выделен разряд, отображающий символ «°C» (индикатор HG5) на фоне остальных разрядов интерфейса; на дисплее замка выделен разряд, отображающий символы «3» и «0» (индикатор HG8). Поэтому для данных разрядов выбран семи-сегментный индикатор красного цвета HDSP-F501. Индикаторы HG3, HG4, HG6, HG7 типа DA56-11GWA зелёного цвета; SA1 – галетный переключатель типа ПГ2 – 21 – 2П4НВК. Тумблер SA2 типа МТД3.

После подачи питания на устройство, для настройки термометра необходимо, вращая движок переменного резистора R56, установить опорное напряжение на выводе 32 микроконтроллера DD2, равное $4 \pm 0,1$ В. Замок не требует настройки и наладки.

ЛИТЕРАТУРА

1. <http://www.atmel.com>.
2. Бродин В.В., Шагури И.И. Микроконтроллеры: Архитектура, программирование, интерфейс. ЭКОМ, 1999.
3. Баранов В.Н. Применение микроконтроллеров AVR: схемы, алгоритмы, программы. Додека-XXI, 2006.
4. Белов А.В. Создаем устройства на микроконтроллерах. Наука и техника, 2007.





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



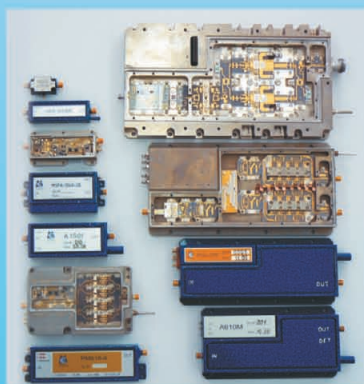
- ПОЛНЫЙ СПЕКТР УСЛУГ ПО ПРОЕКТИРОВАНИЮ И СЕРИЙНОМУ ПРОИЗВОДСТВУ ТВЕРДОТЕЛЬНЫХ ШИРОКОПОЛОСНЫХ МОЩНЫХ УСИЛИТЕЛЕЙ (0,5-18 ГГц) И ДРУГИХ СВЧ УСТРОЙСТВ
- СОВРЕМЕННОЕ ПРОИЗВОДСТВО И ТЕХНОЛОГИИ
- ОПТИМАЛЬНОЕ СООТНОШЕНИЕ ЦЕНА/КАЧЕСТВО

www.mwsystems.ru

Некоторые серийно выпускаемые твердотельные широкополосные СВЧ усилители:

Наименование	Тип усилителя	ΔF , ГГц	K_u , дБ, тип.	ΔK_u , дБ, не более	P_{-1} , Вт, тип.	$P_{нас}$, Вт, тип.	КСВН, не более	$V_{пит}$, 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	36	3	10	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	Маломощный	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).



Автоматизация процесса проектирования антенн и устройств СВЧ в современных программных комплексах электродинамического моделирования

Часть 2. Особенности моделирования ЛПВА в среде CST Microwave Studio

Андрей Пластиков (Москва)

На примере логопериодической вибраторной антенны дециметрового диапазона волн рассмотрен процесс создания модели в программе Microwave Studio с помощью макроса на языке VBA. Выполнено сравнение результатов расчёта модели методом конечных разностей во временной области с характеристиками, полученными в среде EDITFEKO.

ВВЕДЕНИЕ

В первой части статьи [1] была отмечена перспективность использования средств программирования, предоставляемых современными программными комплексами электродинамического анализа СВЧ-структур, на различных стадиях проектирования устройств. На примере логопериодической вибраторной антенны (ЛПВА) описан процесс создания многоэлементной структуры модели в среде EDITFEKO с использованием циклов. В данной статье мы продолжим рассматривать вопрос автоматизации проектирования модели ЛПВА уже в среде CST Microwave Studio [2,3], – дадим краткую характеристику мак-

росам программы, построим модель ЛПВА из металлических цилиндров с геометрией, аналогичной исследованной [1], и сопоставим результаты её расчёта во временной области с характеристиками, полученными в EDITFEKO. Также мы затронем вопросы автоматизированного построения модели ЛПВА полосковой конструкции.

ПЕРВОЕ ЗНАКОМСТВО С МАКРОСАМИ В MICROWAVE STUDIO

В среде Microwave Studio, как, впрочем, и в других программных комплексах пакета CST Studio Suite, пользователю предоставляются широкие возможности доступа к управлению программой посредством макросов на языке Visual Basic for Applications (VBA). Соответствующие команды макросов позволяют обращаться и исполнять практически все операции, доступные в обычном интерфейсе САПР, и получать доступ как к стадиям черчения геометрии модели, так и к установке разбиения на ячейки, настройке решающего устройства и обработке результатов. Ниже мы ограничимся использованием макросов только для построения модели антенны.

Создадим новый проект Microwave Studio и выберем, например, шаблон Antenna (Planar). Зададим диапазон частот от 0,9 до 1,5 ГГц (диапазон рабочих частот исследуемой ЛПВА), а также расчёт мониторов полей E-field, H-field и Farfield на частоте 0,9 ГГц.

Зайдём в окно хронологии проекта History List, выделим операции установки диапазона частот и мониторингов полей и нажмем кнопку Macro... (см. рис. 1). В появившемся окне введем название создаваемого макроса (например, LPDA). Если здесь же отметить пункт Make globally available, то соответствующий макрос станет доступным для любого проекта, но мы не будем этого делать и оставим его «локальным». После нажатия на кнопку ОК в созданном проекте появится новая вкладка редактора макросов со следующим текстом:

```
' LPDA
Sub Main ()

'@ define frequency range
Solver.FrequencyRange "0.9",
"1.5"

'@ define monitor: e-field
(f=0.9)
With Monitor
.Reset
.Name "e-field (f=0.9)"
.Dimension "Volume"
.Domain "Frequency"
.FieldType "Efield"
.Frequency "0.9"
.Create
End With
...
'@ define farfield monitor:
farfield (f=0.9)
With Monitor
.Reset
.Name "farfield (f=0.9)"
.Domain "Frequency"
.FieldType "Farfield"
.Frequency "0.9"
.Create
End With
End Sub
```

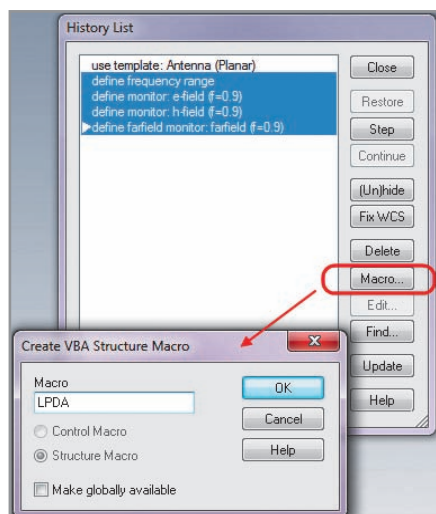
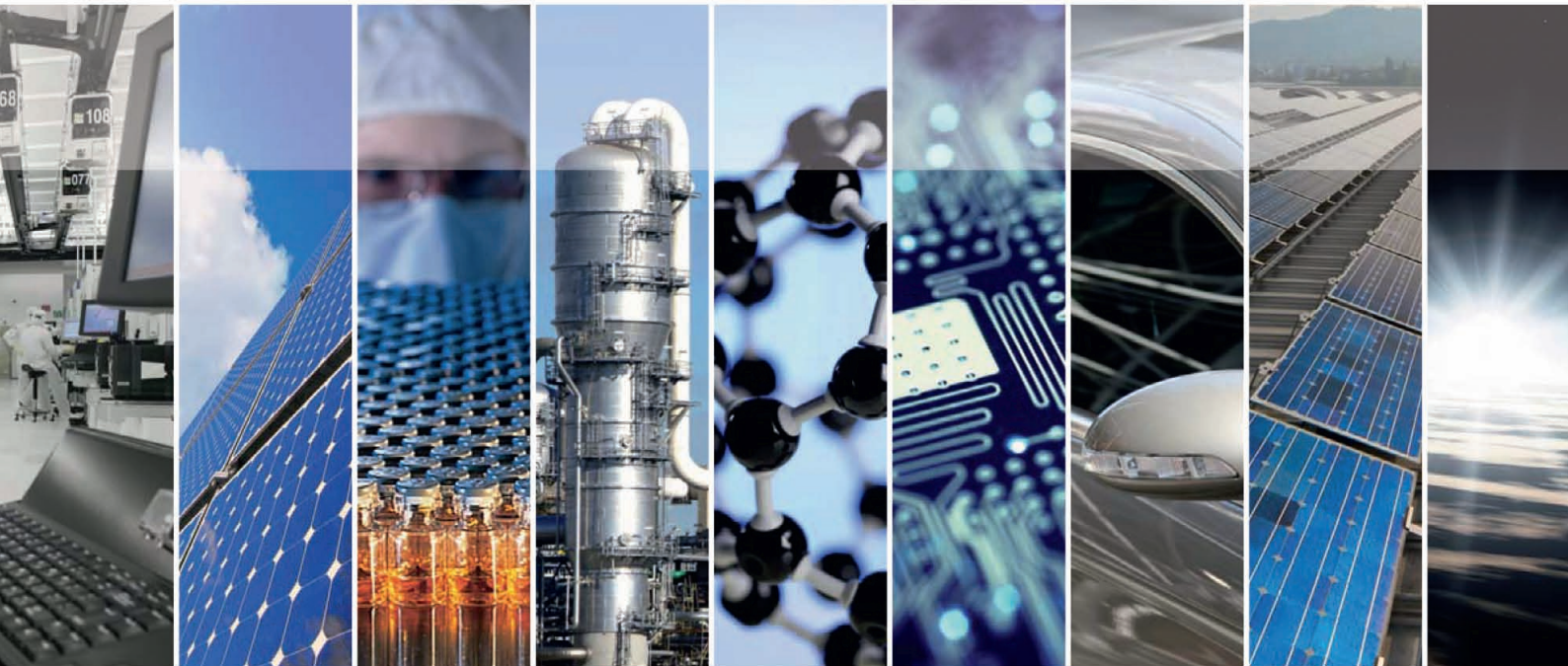


Рис. 1. Создание макроса из выполненных пользователем операций с помощью списка хронологии



M+W GROUP



Реализация Ваших высокотехнологичных проектов

M+W Group – признанный партнер в реализации проектов по всему миру в следующих областях:

- Электроника
- Фотовольтаика
- Медицина и Биологические Науки
- Химическая Промышленность
- Научные Исследования и Разработки
- Энергетика
- Автомобилестроение
- Информационные Технологии и Телекоммуникации
- Авиакосмическая и Оборонная Промышленность

M+W Group
Лоттербергштрассе 30
70499 Штутгарт, Германия
Lotterbergstr. 30, 70499 Stuttgart, Germany
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 Групп
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

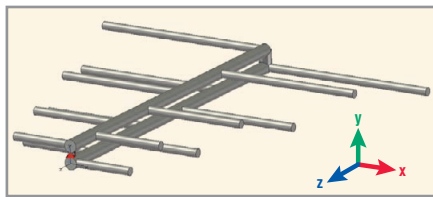


Рис. 2. Созданная модель ЛПВА с дискретным источником возбуждения

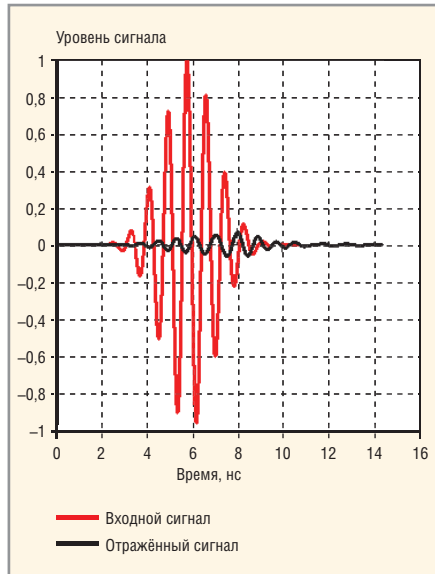


Рис. 3. Поданный на вход антенны и отражённый сигналы

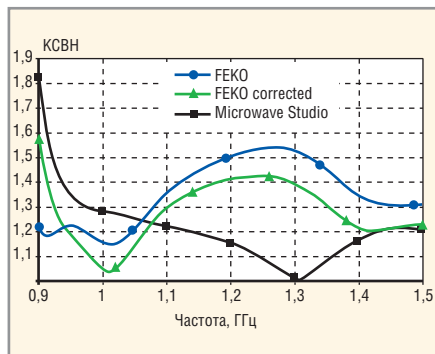


Рис. 4. Частотная зависимость КСВН

Данные команды характеризуют выполненные в CAD-интерфейсе действия пользователя на языке макросов и включают обязательную конструкцию *Sub Main ... End Sub*, в теле которой записываются команды. Комментарии выделяются апострофом в начале строки. Команды, характеризующие свойства установленных мониторов поля, записаны внутри конструкции *With Monitor ... End With*. Подобный синтаксис характерен для большинства команд VBA в Microwave Studio. Если отказаться от использования подобных конструкций, то потребуется перед каждым свойством вписывать название соответствующего объекта макроса, в нашем случае – Monitor.

По аналогии с полученным текстом, дополним макрос мониторами дальнего поля на частотах от 1 до 1,5 ГГц с шагом 0,1 ГГц перед директивной End Sub. Вызвав модифицированный таким образом макрос из появившегося пункта LPDA в меню Macros или непосредственно из окна редактора, можем убедиться, что в проекте появились новые мониторы поля.

Возможность создания макроса из операций списка хронологии присутствует и в программе Ansoft HFSS и представляется достаточно эффективным способом знакомства с самим языком программирования и конкретными командами.

НАПИСАНИЕ МАКРОСА ДЛЯ ПОСТРОЕНИЯ МОДЕЛИ ЛПВА

Текст программы, осуществляющей построение модели ЛПВА, напишем непосредственно в теле созданного макроса сразу после установки всех мониторов поля. Вначале следует задать исходные данные и определить используемые в программе переменные. Первое осуществляется в теле конструкции *BeginHide ... EndHide* следующим образом:

```
StoreDoubleParameter "r_feed", 3
' Радиус линии питания
StoreDoubleParameter "r_vibrator", 2 ' Радиус вибраторов
StoreDoubleParameter "tau", 0.84
StoreDoubleParameter "sigma", 0.12
StoreDoubleParameter "N", 7
' Число вибраторов в одном полотне
StoreDoubleParameter "l1", 30
' Длина наименьшего вибратора
StoreDoubleParameter "raznos", 8
' Расстояние между центрами линий питания
StoreDoubleParameter "dh", 2
```

Здесь параметр dh определяет вынос торца линии питания за ось первого вибратора. В реальных конструкциях антенн необходимо выполнить условие $dh > r_vibrator$.

Переменные объявляются стандартным для языка Visual Basic способом, например:

```
Dim alpha As Double ' Половина угла при вершине ЛПВА
Dim z0() As Double ' Массив z-координат центров вибраторов
```

Для массивов впоследствии необходимо доопределить их размерность:

```
ReDim z0(N)
```

Далее следует определить объявленные переменные:

```
alpha=AtnD((1-tau)/4/sigma)
z0(1)=-dh
For k=2 To N
    z0(k)=...
Next k
...
```

Теперь можно приступить к вводу команд построения элементов модели антенны. Создадим новый компонент и активируем глобальную систему координат:

```
Component.New "component1"
WCS.ActivateWCS ("global")
```

В первой части статьи мы использовали модель ЛПВА, составленную из проволочных сегментов. Аналогичный тип ячеек разбиения модели присутствует и в решающем устройстве I-solver в программе Microwave Studio (с 2011 г.). Но ниже мы построим более точную, с точки зрения получаемых результатов электродинамического анализа, структуру антенны, составленную непосредственно из цилиндрических поверхностей.

Итак, построим линию питания в виде идеально проводящего металлического цилиндра, располагаемого вдоль оси OZ:

```
With Cylinder
    .Reset
    .Name ("feed")
    .Component ("component1")
    .Material ("PEC")
    .Axis ("z")
    .Outerradius (r_feed)
    .Innerradius (0)
    .Xcenter (0)
    .Ycenter (0)
    .Zcenter (0)
    .Zrange (0, z0(N))
    .Segments (0)
    .Create
End With
```

Команды, характеризующие свойства цилиндра, записываются внутри уже знакомой нам конструкции типа *With Cylinder ... End With*. Черчение цилиндров-вибраторов, параллельных

оси OX, осуществим аналогичным образом в цикле *For... Next*. Теперь последовательно объединим каждый из построенных вибраторов с линией питания посредством операции вида `Solid.Add «component1:feed», «component1:vibrator_1»`, где `vibrator_1` является названием цилиндра-вибратора.

С помощью команд преобразования геометрии `Transform` создадим второе полотно ЛПВА, осуществив поворот исходного на 180°, и перенесём его на заданное расстояние от исходного. Заметим, что при копировании первого полотна второму полотну (т.е. его копии) автоматически присваивается название `feed_1`.

Построим короткозамыкающий цилиндр радиусом `r_feed`, соединяющий концы линий питания со стороны наибольших вибраторов. Объединим имеющиеся в модели элементы геометрии в один и переименуем его в `LPDA`:

```
Solid.Rename "component1:feed",
"LPDA"
```

Возбуждение модели ЛПВА осуществим посредством дискретного порта сопротивлением 75 Ом, хотя при необходимости можно реализовать и близкое к реальной антенне возбуждение волноводным коаксиальным портом. Итак, выберем две точки центров торцов линий питания в плоскости XY:

```
Pick.PickCenterpointFromPoint
"component1:LPDA" , "0", "0", "0"
Pick.PickCenterpointFromPoint
"component1:LPDA"
, "0", "raznos", "0"
```

Введём в структуру сам порт с помощью конструкции `With DiscretePort... End With` и запустим программу. Возможно, что для корректного функционирования такого макроса потребуются запустить его два раза подряд, т.к. при первом запуске в память проекта могут не занестись используемые переменные. После исполнения команд макроса в окне `Microwave Studio` появится модель анализируемой ЛПВА (см. рис. 2).

Для повышения точности расчётов, вручную скорректируем границы окружающего антенну пространства, введя в поле `Distance` окна `Background properties` значение 170 мм, что составляет около половины длины волны на частоте 0,9 ГГц, а также параметры ме-

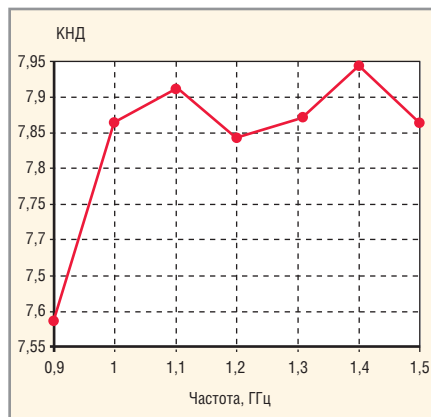


Рис. 5. Частотная зависимость КНД в направлении оси антенны

ширования модели. Запустим проект на расчёт посредством решающего устройства во временной области `T-solver`, проводящего анализ задачи методом конечных разностей во временной области (`finite difference time domain, FDTD`) [2, 4].

РЕЗУЛЬТАТЫ РАСЧЁТА МОДЕЛИ: СОПОСТАВЛЕНИЕ С FEKO

На рисунках 3–7 представлены результаты расчёта построенной структуры антенны. На рисунке 3 приведены падающий на вход антенны и отражённый сигналы. Частотная зависимость КСВН показана на рисунке 4 сплошной кривой. Если сопоставить данный график с аналогичной зависимостью, рассчитанной для исследуемой антенны в первой части статьи (она показана синим цветом), можно

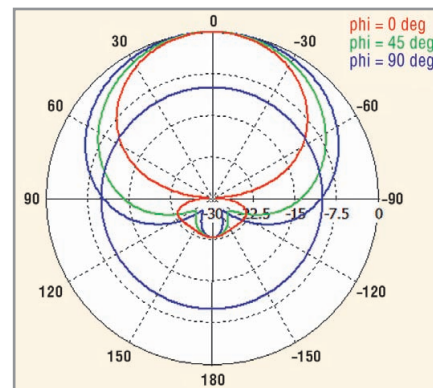


Рис. 6. Нормированная диаграмма направленности антенны на частоте 1,2 ГГц в логарифмическом масштабе

отметить существенное различие. Оно, главным образом, связано с тем, что используемая модель одномерных проволочных сегментов не учитывает азимутальную неравномерность тока на проводниках двухпроводной линии питания с относительно малой величиной волнового сопротивления. Аналогичным образом, погрешность при расчёте двухпроводной линии дают, например, расчёты и в свободно распространяемой программе расчёта проволочных антенн `MMANA` [5], использующей идентичный метод.

В работе [5] предложен метод снижения погрешности расчёта двухпроводной линии питания, который подразумевает введение в модель скорректированных размеров проводников линии. В этом случае значение радиуса проводников линии питания (при не-




реклама

**СРЕДСТВА КОНТРОЛЯ
МАГНИТНОГО МОМЕНТА
ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКИХ ИЗДЕЛИЙ**

**МАГНИТОМЕТРЫ
СРЕДСТВА
КАЛИБРОВКИ**

**от отечественного
производителя**

ООО «НПО ЭНТ»
г. Санкт-Петербург,
ул. 2-я Алексеевская, д. 7, пом. 4
тел./факс: (812) 301-8693
E-mail: info@nvlaboratory.spb.ru
<http://www.nvlaboratory.spb.ru/>



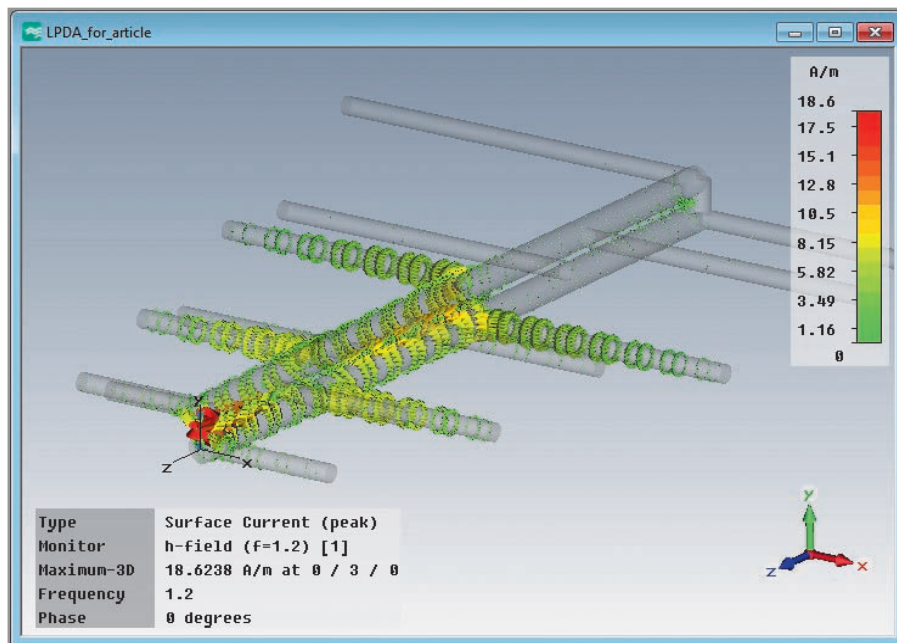


Рис. 7. Распределение поверхностных токов на частоте 1,2 ГГц

изменном расстоянии между их центрами) составляет около 3,6 мм вместо исходных 3 мм. Рассчитанная для такой модели в EDITFEKO частотная зависимость КСВН представлена на рисунке 4 кривой зелёного цвета. По сравнению с исходным графиком в [1] она немного приблизилась к результату, полученному в Microwave Studio.

Рассчитанный в Microwave Studio график частотной зависимости коэффициента направленного действия в направлении оси антенны (см. рис. 5) также заметно отличается от полученной в FEKO зависимости [1] и имеет уровни примерно на 30% выше. Однако формы самих диаграмм направленности (ДН), по крайней мере для центральных частот рабочего диапазона и в области полупространства $z > 0$, вполне сопоставимы. На рисунке 6 изображена нормированная ДН ЛПВА в трёх плоскостях, рассчитанная в Microwave Studio для частоты 1,2 ГГц. Ширина ДН по уровню -10 дБ во всех трёх плоскостях совпадает с результатами, полученными в FEKO, с точностью до одного градуса. На рисунке 7 показано распределение поверхностных токов на центральной частоте рабочего диапазона.

ПОСТРОЕНИЕ МОДЕЛЕЙ ЛПВА В МИКРОПОЛОСКОВОМ ИСПОЛНЕНИИ

Используя предложенную методику программирования модели ЛПВА в программе Microwave Studio, можно осуществлять построение структур антенн, выполненных не только из

труб или стержней, но и, например, полосковых, изготавливаемых по печатной технологии на двухстороннем фольгированном диэлектрике, или более сложных конструкций двухполяризационных пирамидальных ЛПВА.

При помощи написанной на VBA программы-макроса построения модели антенны автором был спроектирован облучатель зеркальной антенной системы, работающий более чем в восьмикратной полосе частот по одной линейной поляризации поля [6]. Соответствующая логопериодическая антенна имеет $N = 47$ вибраторов (в каждом полотне) и выполнена по печатной технологии (см. рис. 8).

«Запрограммировать» построение модели микрополосковой ЛПВА можно и в среде EDITFEKO. Однако, как и в рассмотренном [1] случае антенны проволочной конструкции, при этом необходимо учитывать требования сопряжения элементов – примитивов структуры, которые вызваны невозможностью объединения нескольких объектов геометрии в один. То есть для получения адекватного меширования полоскового полотна ЛПВА необходимо создавать его как единый элемент модели (polygon) либо осуществлять построение линии питания по кусочкам для сопряжения треугольников разбиения на общих гранях (см. рис. 9).

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Доступный в среде CST Microwave Studio язык макросов предоставляет

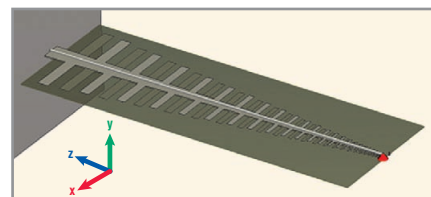


Рис. 8. Модель облучателя в виде микрополосковой ЛПВА, построенная при помощи макроса

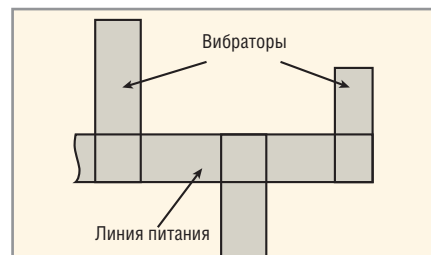


Рис. 9. Пример построения модели микрополосковой ЛПВА как набора нескольких параллелограммов в среде EDITFEKO

пользователю широкие возможности для ускорения процесса проектирования устройств в пределах самой программы. Предложенная методика создания модели многоэлементной антенны особенно эффективна при разработке сверхширокополосных ЛПВА с большим числом элементов или серии из нескольких логопериодических антенн, рассчитанных на работу в разных частотных диапазонах.

ЛИТЕРАТУРА

1. Пластиков А. Автоматизация процесса проектирования антенн и устройств СВЧ в современных программных комплексах электродинамического моделирования. Часть 1. Логопериодическая вибраторная антенна. Современная электроника. 2012. № 3. С. 64–67.
2. Курушин А.А., Пластиков А.Н. Проектирование СВЧ устройств в среде CST Microwave Studio. МЭИ, 2012.
3. www.cst.com.
4. Yee K.S. Numerical solution of initial boundary value problems involving Maxwell's equations in isotropic media. IEEE Trans. on AP. 1966. Vol. 14. No. 4. PP. 302–307.
5. Яцкевич В.А., Александров В.С. Проектирование логопериодических вибраторных антенн. Антенны. 2005. Вып. 7–8 (98–99). С. 3–12.
6. Пластиков А.Н. Коган Б.Л. Проектирование однозеркальной антенной системы с логопериодическим облучателем для радиоинтерферометра. Тезисы докладов на 16-й МНТК «Радиоэлектроника, электротехника и энергетика». МЭИ, 2010. С. 100–101.



ПОЛУПРОВОДНИКИ И СИЛОВАЯ ЭЛЕКТРОНИКА



- Дискретные IGBT, MOSFET
- Силовые диоды
- Транзисторные и диодные модули
- Электролитические конденсаторы
- Микросхемы
- Датчики

- СВЧ компоненты для обработки сигналов
- СВЧ полупроводники
- Лабораторные компоненты
- Приборы для тестирования систем связи
- Компоненты для анализаторов цепей

ЭЛЕКТРОМЕХАНИКА



Официальная дистрибуция

- Реле
- Разъемы
- Кабельные сборки
- Контактующие устройства для тестирования изделий
- Джойстики и переключатели

ИСТОЧНИКИ ПИТАНИЯ



Реклама

ЮЕ-Интернейшнл

yesupport@yeint.ru www.yeint.ru

© СТА-ПРЕСС

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 (938) 100-77-05

Разработка топологии печатных плат с помощью Allegro/OrCAD PCB Editor

Часть 1. Введение в Allegro/OrCAD PCB Editor

Анатолий Сергеев (Москва)

Приведено описание работы в топологическом редакторе PCB Editor, который входит в состав популярных систем проектирования OrCAD PCB Designer и Allegro PCB Designer. Для многих пользователей старых версий OrCAD вплоть до 16.2 был доступен редактор топологии OrCAD Layout, работа в котором отличается от PCB Editor. Предлагаемый цикл статей призван облегчить переход на новые версии OrCAD.

PCB Editor – это общий для OrCAD и Allegro интерактивный редактор топологии печатных плат. В зависимости от лицензионной конфигурации, возможности PCB Editor могут существенно отличаться:

- OrCAD PCB Designer Lite – бесплатная версия программы, ограниченная по функциональности. Может использоваться для первоначального знакомства с программой;
- OrCAD PCB Designer Standart – достаточный набор средств для создания плат малой сложности;
- OrCAD PCB Designer Professional – версия для проектирования плат средней сложности с наличием дифференциальных сигналов, микроотверстий и т.д. Включает возможность установки правил для локальных областей на печатной плате. В поставку также входят автотрассировщик PCB Router (SPECCTRA) и средства анализа целостности сигнала OrCAD PCB SI;
- OrCAD PCB Designer Professional with PSpice – эта лицензия включает в се-

бя все вышеперечисленные инструменты, а также программу для моделирования электронных схем PSpice;

- Allegro PCB Designer – высокоуровневый редактор печатных плат. Возможности PCB Editor в этой лицензионной конфигурации значительно расширены, в частности, системой проверки правил и ограничений Constraint Manager, дополнительной системой проверки технологических правил типа DFA, DFF, DFT, интеллектуальной схемой обмена данными с «механическими» САПП EDMD и дополнительными возможностями для автотрассировщика PCB Router (SPECCTRA), которые позволяют работать с высокоскоростными правилами и правилами для отдельных слоёв. Дальнейшие расширения функциональности PCB Editor зависят от подключаемых дополнительных средств, которые поставляются отдельно и отвечают за определённые направления и технологии, а также методы проектирования. Как правило, при подключе-

нии такого средства PCB Editor дополняется в части системы Constraint Manager, появляются дополнительные меню и операции в интерфейсе программы. Ниже перечислены основные подключаемые средства.

Средство *Design Planning Option* предназначено для планирования топологии и даёт возможность с помощью полуавтоматических и автоматических средств распланировать прохождение больших массивов сигналов в виде связей – виртуальных объектов, которые легко переключать со слоя на слой, указывая пути следования больших групп сигналов в любом месте печатной платы. Связка – это объединение нескольких цепей или шин по какому-либо признаку, например, по принадлежности интерфейсу DDR или USB. Программа может автоматически сформировать связки на основании данных пользователя и отобразить их на плате. На подготовительном этапе разработчик манипулирует большими массивами связей между компонентами, а не готовыми проводниками. Для PCB Editor можно задать специальные ограничения, которые будут контролироваться программой при размещении связей. На следующем этапе программа формирует предварительный (черновой) вариант трассировки на основании компоновки связей. Затем топология оптимизируется – корректируется

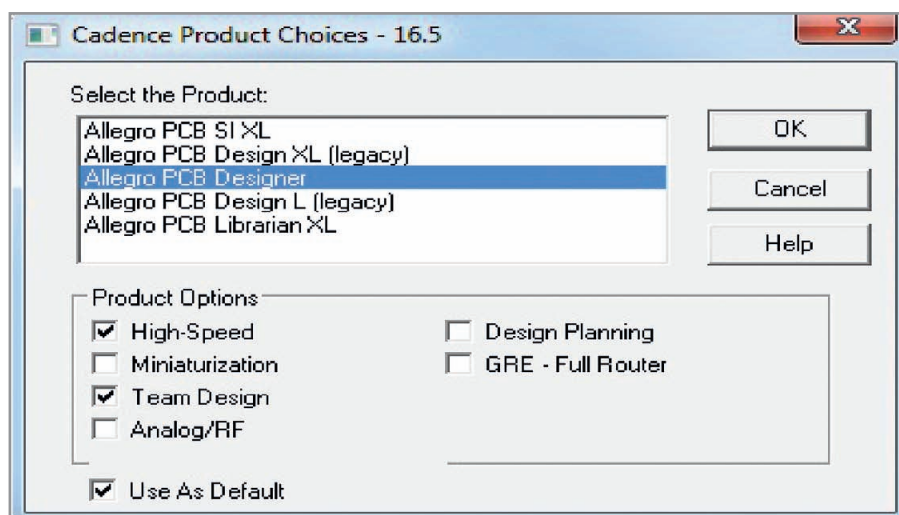


Рис. 1. Окно выбора лицензионной конфигурации и дополнительных средств при запуске Allegro PCB Designer

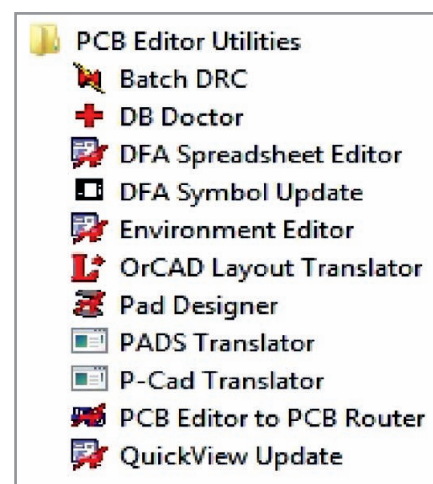


Рис. 2. Приложения, доступные вместе с PCB Editor

форма проводников, расстояния между проводниками в шинах, расположения и конфигурация массивов переходных отверстий.

PCB High-Speed Option реализует особые правила для сложных проектов, содержащих высокоскоростные интерфейсы DDR3, PCI Express, XAUI и др. Это средство включает мощный математический аппарат, на основании которого при отслеживании трассировки контролируются сложные паразитные эффекты в печатном монтаже с учётом всей физики платы – материалов, числа слоёв, распределения меди и т.д. Фактически происходит анализ целостности сигналов в режиме реального времени с последующей корректировкой геометрии проводников и полигонов, а *Constraint Manager* дополняется электрическими правилами для учёта отражений сигнала, синхронизации и перекрёстных помех. Появляется возможность интегрировать собственную математику в вычислительный процесс формирования топологии путём создания правил и ввода математических формул и выражений в *Constraint Manager*. При подключении средства *PCB High-Speed*

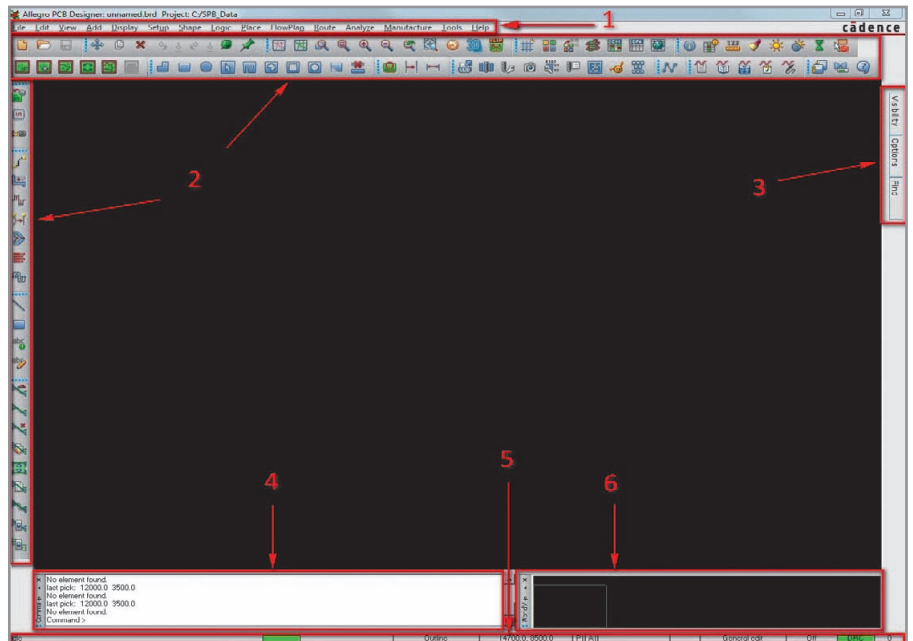


Рис. 3. Окно PCB Editor

Option возможно учесть технологии обратного сверления, отследить критичные сигналы на предмет возвратного пути следования тока и т.д.

Miniaturization Option содержит особые инструменты для PCB Editor, позволяющие учесть все проектные нормы и технологию HDI-плат. К ним от-

носятся расширенные возможности работы с большими массивами отверстий и микроотверстий, связей между ними, контроля расстояний, включая межслойные. Расширенные инструменты поддерживают технологии встроенных компонентов, модели трассировки для гибких плат и т.д.

Используете морально устаревшие САПР?



Ваш пропуск в мир скоростей

OrCAD PCB Designer

современные технологии проектирования
и взгляд в будущее



функциональность
масштабируемость
интегрированность
интернет-приложения
оптимальная цена

cadence®

Техническая поддержка Обучение Дизайн-проекты

Тел.: +7 (495) 943-50-32, www.orlda.ru

оркада

CADENCE CHANNEL PARTNER

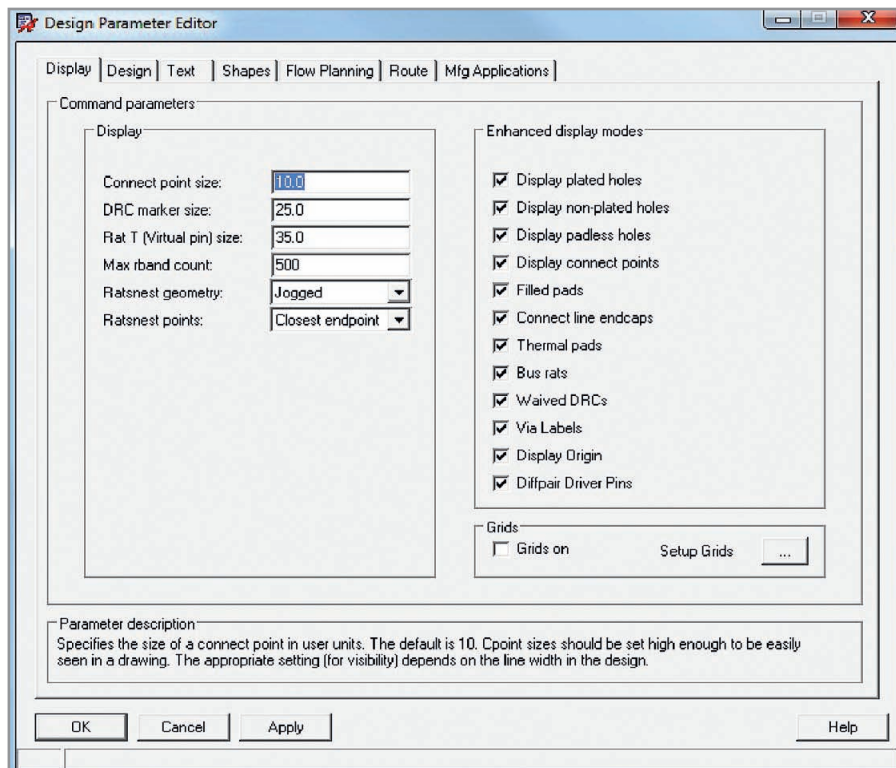


Рис. 4. Окно редактора настроек проекта, доступного через меню Setup, – Design Parameters

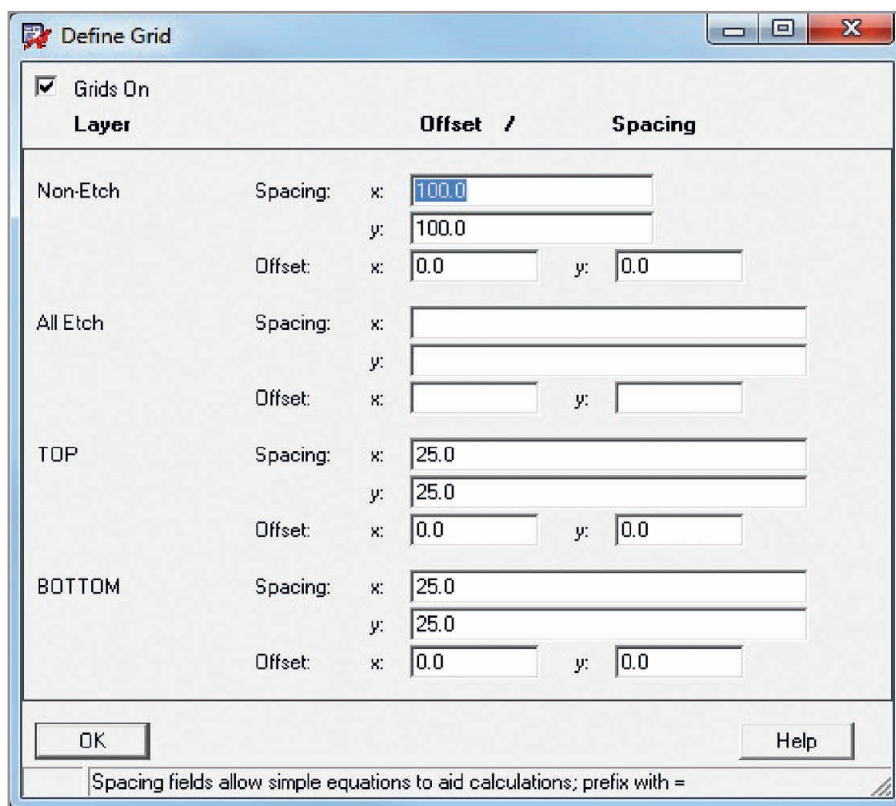


Рис. 5. Настройка сеток

PCB Team Option – средство для работы группы инженеров над одним проектом в PCB Editor. Охватывает полный комплекс задач взаимодействия между участниками проектной группы, отслеживания состояния проектирования в целом и по каждому инженеру в отдельности. Учитывает процент завершения каждым участником своей

части платы, которая может быть поделена на участки по различным признакам – слоям, локальным областям, отдельным интерфейсам и связям.

PCB Analog/RF Option – средство для создания топологии СВЧ-плат. Включает дополнительные библиотеки для микрополосковых элементов с сосредоточенными и распределёнными

параметрами. Встроенная система расчёта геометрии таких элементов позволяет быстро создавать топологические библиотеки. Дополнительный редактор полигонов позволяет за несколько минут создавать сложные несимметричные полигоны с точными размерами. Средство содержит удобные инструменты для создания полосковых и микрополосковых проводников, распределения отверстий вдоль таких проводников, отслеживания точного расстояния от полоска до полигона. PCB Analog/RF Option реализует механизм двунаправленного обмена данными между PCB Editor и системой моделирования Agilent ADS.

PCB Routing Option расширяет возможности автоматического трассировщика PCB Router (SPECCTRA), включая возможность трассировки до 256 сигнальных слоёв, учёт технологических ограничений производителя (DFM) и т.п.

Редактор топологии PCB Editor устанавливается вместе с программными модулями, входящими в лицензионную конфигурацию. Его можно найти в меню Пуск – Все программы – Cadence – Release 16.5 – PCB Editor или OrCAD PCB Editor. При первом запуске редактора появляется окно (см. рис. 1), в котором происходит выбор доступной лицензионной конфигурации. Если лицензий несколько, то можно выбрать одну из предложенных. Если лицензия предполагает использование дополнительных средств, то в разделе Product Option появится соответствующий выбор – подключать или не подключать соответствующее средство к текущему сеансу работы с программой. Если необходимо, чтобы при запуске PCB Editor окно выбора не появлялось, а запускалась только конкретная конфигурация, необходимо поставить метку Use As Default.

Вместе с PCB Editor в отдельный раздел меню Пуск – Все программы – Cadence – Release 16.5 – PCB Editor Utilities устанавливаются дополнительные приложения (см. рис. 2). Эти приложения могут быть запущены из редактора. Иногда их удобнее запускать отдельно. Среди приложений можно выделить следующие:

- DB Doctor – утилита для исправления ошибок в повреждённых файлах PCB Editor;
- Pad Designer – программа по созданию стека контактных площадок для выводов компонентов и переходных отверстий, в том числе с нестандартным типом сверления;

- Batch DRC – программа для пакетной проверки правил проектирования в пределах всего проекта.

После выбора лицензионной конфигурации окно PCB Editor выглядит следующим образом (см. рис. 3):

- 1) основное меню. Здесь сосредоточены все инструменты проектирования, а также вызов дополнительных утилит, генерация отчётов, формирование технологических файлов, вызов справочной системы, настройки проектов и т.д. Альтернативой выполнению различных команд служат горячие клавиши, которые видны справа от соответствующих команд основного меню, а также ручной ввод команд в командной строке 4;
- 2) панели инструментов. Все панели инструментов дублируют основное меню программы. Здесь расположены кнопки быстрого доступа к командам;
- 3) всплывающие панели управления.
 - Visibility – панель для управления видимостью объектов на плате. Options – эта панель особенно важна при выполнении операций, поскольку на ней отображаются настройки этих операций, например, список компонентов для размещения, текущая ширина проводника, параметры текстов и т.д. Find – главная панель для фильтрации и поиска различных объектов на плате. Рекомендуется панели Options и Find всегда держать в развёрнутом состоянии, поскольку к ним чаще всего приходится обращаться при проектировании. Для фиксации панелей в развёрнутом состоянии необходимо развернуть соответствующую панель и нажать на кнопку Visibility→. Если по какой-либо причине панель исчезла из рабочего окна программы, её можно снова включить через меню View – Windows либо привести все настройки рабочего окна к первоначальному состоянию командой из меню View – Reset UI to Cadence Default;
 - 4) окно консоли. Здесь можно видеть всю информацию о текущих операциях в программе, вводить команды, просматривать сообщения об ошибках и т.д. Здесь же отображается список действий, которые необходимо выполнить для успешного завершения той или иной операции;
 - 5) панель состояния программы. В ней отображаются текущие режимы работы программы, координаты курсора, состояние системы проверки правил проектирования, текущий подкласс (слой) и т.д. На этой панели можно переключить активный класс или подкласс, сменить абсолютную систему координат на относительную, задать точное положение курсора на рабочем поле и т.д.;
- 6) окно навигации по проекту обеспечивает быстрое и удобное масштабирование и панорамирование проекта. Все настройки проекта сосредоточены в меню Setup. Важнейшие настройки сосредоточены в разделе Setup – Design Parameters. Все меню дублируются кнопками на панелях инструментов. Например, панель инструментов дублирует инструменты меню Setup. В частности, настройка параметров проекта, таких как система единиц, сетка, параметры трассировки, параметры полигонов и др. доступны в меню Setup – Design Parameters. Настройку можно вызвать и самой правой кнопкой на панели инструментов. Другим способом является Quick Utilities – Design Parameters из меню правой кнопки мыши. Ещё один способ – запустить команду prmed из командной строки. Все описанные способы справедливы почти для всех меню, настроек и операций.

На вкладке Display в окне редактора параметров располагаются настройки отображения объектов топологии, ли-

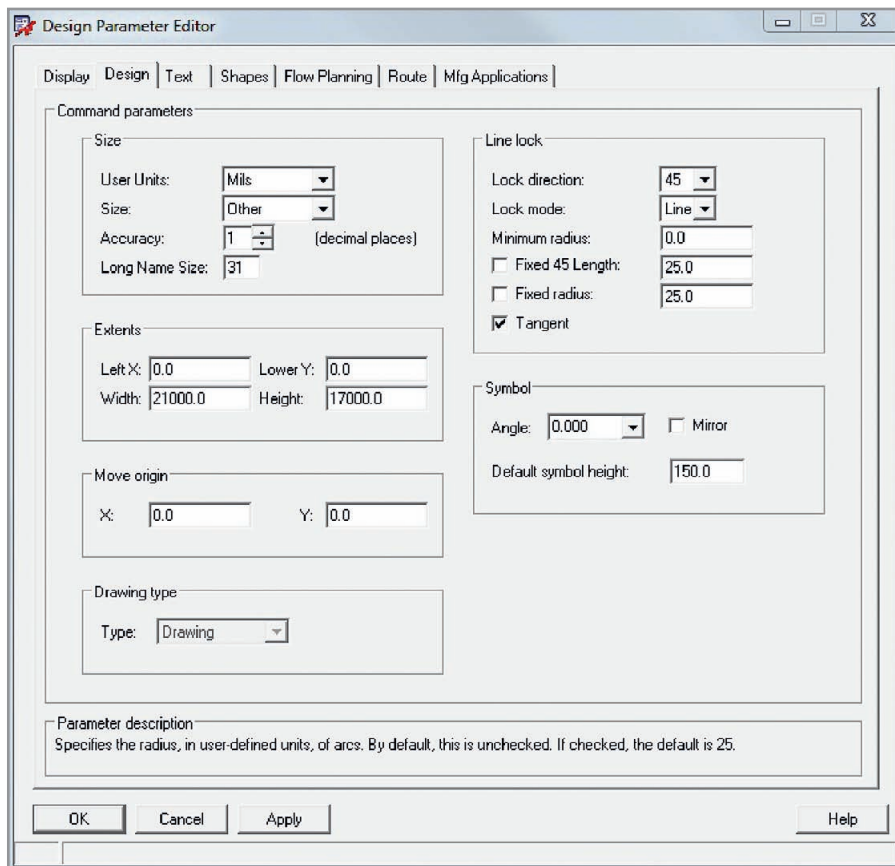


Рис. 6. Вкладка Design в редакторе параметров Design Parameter Editor

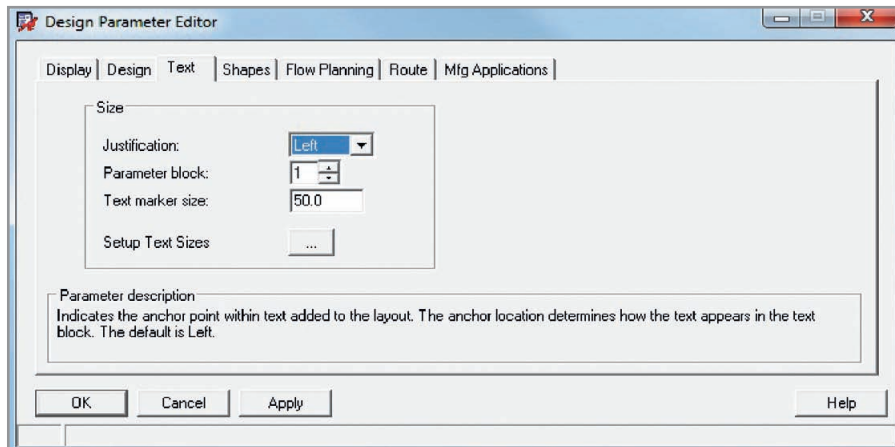


Рис. 7. Вкладка Text в настройках параметров проекта

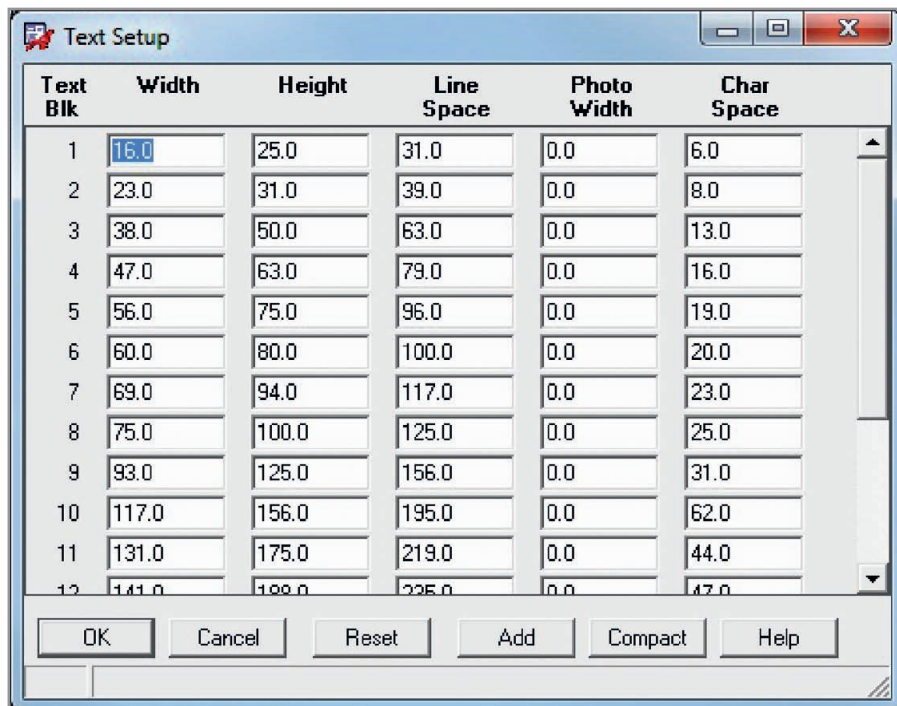


Рис. 8. Настройка текстовых блоков

ний связи, шага сеток, размера маркера ошибок DRC (DRC marker size) и т.д. (см. рис. 4). Забегая вперёд, отметим, что виртуальные «нити» связей между компонентами в терминологии программы называются Rats. В разделе *Display* можно настроить такие объекты, как размер маркера ошибок DRC, виртуального вывода для Т-соединения (Rat T size), выбрать геометрию связей (Ratnest geometry) и т.д. Настройки по умолчанию являются оптимальными. В разделе *Enhanced display modes* можно включить или отключить улучшенное отображение визуальных объектов, например, заливки для контактных площадок (filled pads), начала координат (display origin), металлизированных отверстий (display plated holes) и т.д. В этом разделе рекомендуется установить флажки напротив всех объектов. В разделе *Parameter descriptions* отображается описание параметра, для этого достаточно подвести к нему курсор.

Раздел *Grids* отвечает за настройку сеток. Метка Grids On включает отображение сетки. Включать и отключать сетку также можно с помощью горячей клавиши F10; Setup Grids – кнопка для вызова настройки сеток (см. рис. 5).

Параметры сетки условно поделены на Layer, Offset и Spacing. Настроить сетку можно по-разному, в зависимости от её предназначения:

- Non-Etch – несигнальная сетка. Здесь можно задать сетку для размещения компонентов, монтажных отверстий и т.д.;
- All Etch – сигнальная сетка для всех слоёв, используемая при трассировке. Эта сетка становится активной только при работе с сигнальными проводниками и полигонами. Указанные в All Etch параметры сетки действуют на все без исключения сигнальные слои;
- Top, Bottom – сигнальная сетка для конкретного слоя. Если существуют

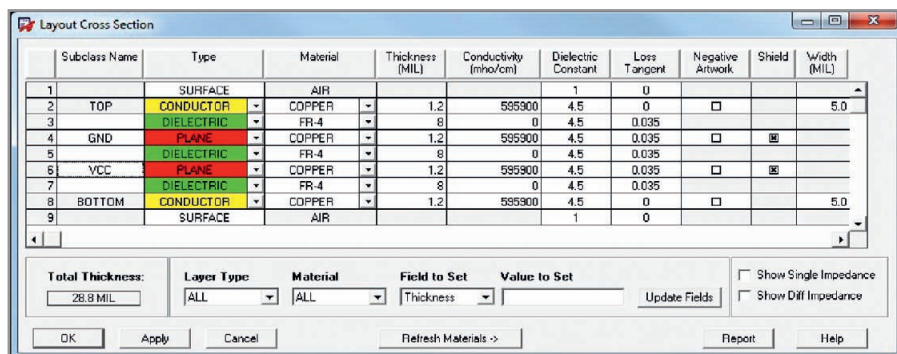


Рис. 10. Окно настройки стека слоёв

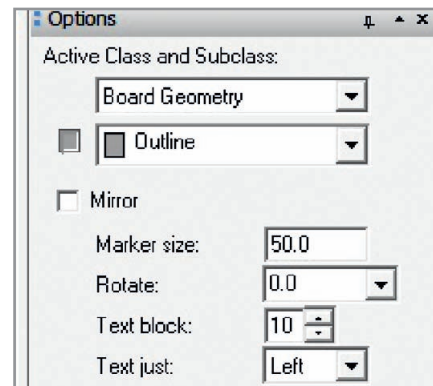


Рис. 9. Настройка текста через панель Options

внутренние слои, то для них можно задать сетку индивидуально. Если шаг сетки для данного слоя был указан после задания шага для всех слоёв через All Etch, то действие сетки All Etch на данный слой распространяться не будет;

- X, Y – шаг сетки по горизонтальной и по вертикальной оси соответственно;
- Offset – смещение начала сетки относительно начала координат. Эту настройку рекомендуется сохранять нулевой.

Перед тем как указывать шаг сетки, необходимо убедиться в том, что для проекта выбраны правильные единицы измерения, например миллиметры. Этот и другие параметры доступны на следующей вкладке – *Design* (см. рис. 6).

В разделе *Size* можно выбрать единицы измерения User Units, обязательно до настройки сеток, чтобы не возникла путаница с переходом от одних единиц к другим; Size – размер рабочего поля; Accuracy – точность базы данных проекта (количество знаков после запятой). Этот параметр влияет на указания шага сетки, размеров контактных площадок, ширины проводников и т.д. Важно, чтобы точность была общей и совместимой для всех процессов разработки топологии. Точность должна выбираться, исходя из необходимой точности для файлов Gerber. Точ-

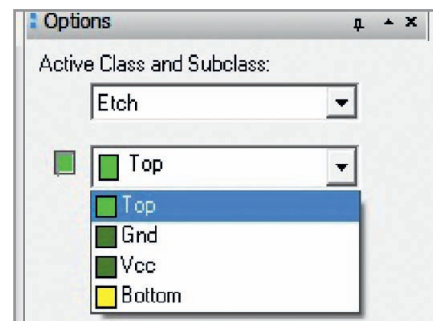


Рис. 11. Выбор сигнальных подклассов на панели Options

ность координат в файлах Gerber должна быть как минимум на порядок больше, чем указано в поле Assigasy параметров проекта.

В разделе *Extents* указывают произвольные размеры рабочего поля в графах Width и Height и положение начала координат, по умолчанию находящегося в левом нижнем углу рабочей области программы. Размеры и параметры текстов можно настроить на вкладке Text (см. рис. 7); Justification – положение текста относительно текстового маркера; Parameter block – номер блока настроек для текста. По сути каждый блок – это отдельный шрифт. Толщину линий букв, высоту букв, расстояния между ними и т.д. можно задать в виде набора параметров. Каждый такой набор называется блоком. Настройки текстовых блоков можно вызвать, нажав на Setup Text Sizes (см. рис. 8).

По умолчанию все буквы при наборе текста будут соответствовать первому текстовому блоку. В этой таблице первому текстовому блоку соответствуют следующие параметры букв:

- Width (ширина) = 16 mil,
- Height (высота) = 25 mil,
- Line Space (междустрочный интервал) = 31 mil,
- Photo Width (толщина) = 0,
- Char Space (расстояние между буквами в слове) = 6 mil.

Текстовые блоки можно поменять в любой момент. Во время написания текста на панели Options отображаются его текущие параметры (см. рис. 9). Например, при изменении номера текстового блока меняются все вышеописанные параметры шрифта – высота букв, ширина и т.д. Для изменения положения центра начала координат используется команда *Setup – Change Drawing Origin*. В меню *Setup – Cross-section* или через соответствующую кнопку панели инструментов настраиваются параметры слоёв печатной платы (см. рис. 10).

В столбце Subclass Name указывается наименование того или иного слоя. Названия слоёв Top и Bottom изменить нельзя. Если щёлкнуть на ячейке столбца правой кнопкой мыши, то появится возможность добавить новый слой; Add Layer Above – добавить слой над слоем, где расположен курсор; Add Layer Below – добавить под слоем, Remove Layer – удалить слой. По умолчанию плата имеет два слоя. Если указать дополнительные внутренние слои, то они также отобразятся на панели Op-

tions. Здесь необходимо выбрать класс Etch, а затем убедиться, что количество подклассов в этом классе соответствует количеству слоёв в плате (см. рис. 11).

Под слоями в PCB Editor понимают классы и подклассы (Classes and Subclasses). По умолчанию в программе 24 класса. Их список можно увидеть через панель Options. Удалить какой-либо класс из списка нельзя. Можно добавить новые подклассы в часть существующих классов командой *Setup – Subclasses*. В каждый класс входит определённый набор подклассов. Например, в класс Board Geometry входят подклассы, показанные на рисунке 12.

Среди подклассов Board Geometry есть такие, как Silkscreen_Top, Silkscreen_Bottom. Если посмотреть класс Package Geometry – там тоже есть подклассы, которые содержат данные шелкографии. Идея заключается в разграничении данных, которые будет содержать плата на выходе. Уникальное имя каждого класса даёт понятие о его функциональной принадлежности. Например, Board Geometry – это класс, содержащий в себе данные о плате в целом. Маркировка для платы, которая может содержать различную информацию – номер, год, дату изготовления и т.д., относится именно к классу Board Geometry и его подклассу Silkscreen_Top (Silkscreen_Bottom). В Package Geometry – Silkscreen_Top (Silkscreen_Bottom) будет содержаться шелкография для компонентов, например, это может быть дополнительная маркировка полярности. В классе RefDes и его подклассе Silkscreen_Top (Silkscreen_Bottom) содержится маркировка позиционного обозначения. Таким образом, разница между Board Geometry – Silkscreen_Top, Package Geometry – Silkscreen_Top, RefDes – Silkscreen_Top очевидна, поскольку эти классы и подклассы имеют свою область действия. Также существуют классы для маркеров ошибок (Drc_Error_Class), переходных отверстий (Via_Class), выводов компонентов (Pin) и т.д.

Для класса Etch действует свой шаг сетки. Этот класс сигнальных слоёв отвечает за трассировку. Для всех остальных классов действует шаг сетки типа Non-Etch, используемый, в том числе, и для размещения компонентов.

Подклассы можно включать и отключать, менять их цвет, делать их прозрачными и т.д. Цвет для конкретного подкласса изменяется также с помощью панели Options (см. рис. 13).

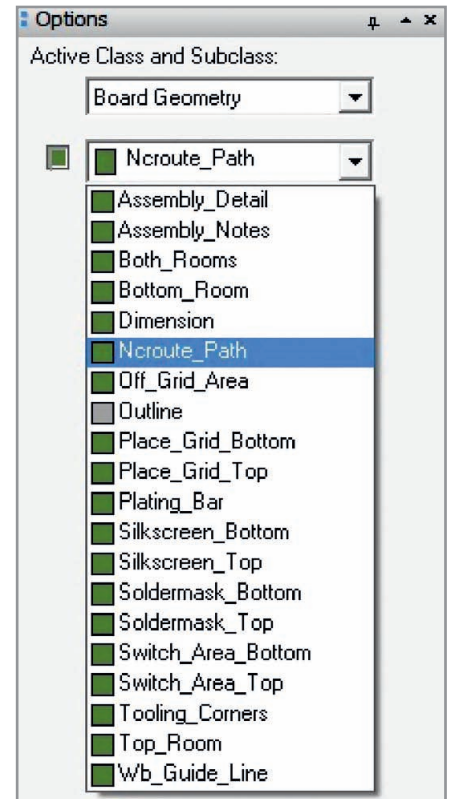


Рис. 12. Подклассы класса Board Geometry на панели меню Options

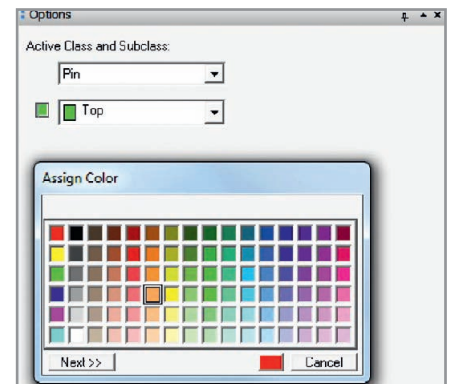


Рис. 13. Изменение цвета класса при помощи панели Options

Рядом с всплывающим списком подклассов на панели Options находится кнопка заданного по умолчанию цвета. Этот цвет соответствует всем объектам на установленном активном подклассе. Если нажать на эту цветовую кнопку левой кнопкой мыши, то подкласс будет скрыт; если нажать правой кнопкой – появится окно выбора цвета Assign Color (см. рис. 13), в котором левой кнопкой мыши выбирается нужный цвет.

Продолжение следует

ЛИТЕРАТУРА

1. Kraig M. Complete PCB design using OrCAD Capture and PCB editor. Elsevier Inc, 2010.
2. Allegro User Guide Product Version 16.5. May 2011. Cadence Design Systems, Inc.

Усовершенствованный протокол обмена по интерфейсу RS-232

Алексей Кузьминов (Москва)

В статье описаны программные средства усовершенствованного протокола обмена информацией компьютера с микроконтроллером по интерфейсу RS-232 с побайтной синхронизацией. Обращение к низкоуровневым командам процессора в подключаемых подпрограммах позволяет снизить уровень ошибок.

ВВЕДЕНИЕ

Протокол обмена информацией компьютера с микроконтроллером по интерфейсу RS-232 с аппаратной побайтной синхронизацией линиями данных [1] успешно используется в компьютерных системах сбора и обработки информации [2, 3]. Однако возросшие скоростные характеристики как компьютеров, так и микроконтроллеров потребовали усовершенствования этого протокола. При этом программные средства, предназначенные для микроконтроллеров, остались прежними.

Аппаратные средства, используемые для обмена, описаны в [2]. В предлагаемой статье предложены программные средства, предназначенные для компьютера. Во-первых, это программирование аппаратно независимой временной задержки длительностью около 25 мкс, которая позволяет увеличить стабильность передачи и практически убрать «дрожание» фронтов сигнала. Во-вторых, это использование низкоуровневых команд процессора компьютера для всего процесса ввода/вывода. Если раньше подпрограммы ввода/вывода байта были написаны на языке высокого уровня (Clarion v.6.0) и каждое обращение к командам прямого ввода из порта компьютера (in) и вывода в порт (out) было организовано с помощью тройной цепочки Clarion → внешняя подпрограмма на C++(external) → внутренняя подпрограмма на C++(static) → команда процессора ввода/вывода из порта (in/out), то сейчас эти подпрограммы полностью перенесены в низкоуровневые команды процессора и весь процесс ввода/вывода байта (т.е. анализ состояния портов, временные задержки, прямой ввод/вывод и т.п.) организован непосредственно в кодах процессора компьютера. В связи с тем

что низкоуровневые команды процессора выполняются на порядок быстрее операторов языка высокого уровня Clarion, надёжность обмена возрастает.

ПРОТОКОЛ ОБМЕНА КОМПЬЮТЕРА С МИКРОКОНТРОЛЛЕРОМ

Стандартный протокол обмена по интерфейсу RS-232 с аппаратной синхронизацией каждого байта линиями квитирования DTR-DSR и RTS-CTS хорошо известен. Однако при сопряжении компьютера с микроконтроллером выходные линии квитирования (DTR и RTS) интерфейса RS-232 не могут быть использованы по прямому назначению, т.к. в этом случае они применяются для других целей. Напомним, что линия DTR предназначена для сброса микроконтроллера, а линия RTS – для его перевода в режим программирования в системе (In-System-Programming, ISP). В зависимости от типа микроконтроллера, линия RTS также управляет определённым выводом микроконтроллера, переводя его в режим ISP.

Когда осуществляется передача информации из компьютера в микроконтроллер, используются выходная линия TxD компьютера и входная линия RxD микроконтроллера, а входная линия RxD компьютера и выходная линия TxD микроконтроллера не используются. Суть модернизации протокола состоит в том, чтобы использовать эти линии для аппаратной побайтной синхронизации, аналогично линиям DTR-DSR или RTS-CTS.

В стандартном протоколе обмена, если, например, аппаратная синхронизация осуществляется линиями квитирования DTR-DSR (они соединены между собой), то линия DTR приёмника разрешает или запрещает передачу байта передатчиком, а линия DSR пере-

датчика используется для анализа состояния линии DTR приёмника. Если состояние линии DTR приёмника разрешающее, то передатчик выводит информационный байт, в противном случае – не выводит байт до тех пор, пока на линии DTR приёмника не установится разрешающее состояние.

В модернизированном протоколе аппаратная синхронизация осуществляется аналогичным образом, только вместо линии DTR приёмника, разрешающей или запрещающей передачу байта передатчиком, используется его линия TxD, которая при приёме байта не задействована. Линия TxD приёмника, так же как и линия DTR (в стандартном протоколе), может быть переведена в любое состояние (разрешающее или запрещающее). В то же время линия RxD передатчика, которая также не задействована при передаче байта, может быть использована для анализа состояния линии TxD приёмника (аналогично линии DSR в стандартном протоколе обмена), т.к. линии TxD приёмника и RxD передатчика также соединены вместе.

На рисунке 1 показана временная диаграмма передачи конкретного байта – символа 'Q', имеющего ASCII-код, равный 51h или 01010001b. Как видно из рисунка 1, в интерфейсе RS-232 принят порядок передачи байта младшим битом вперёд (LSB-First). При передаче кода 01010001b вначале передаётся старт-бит (= 0), младший бит 1(1), затем идут три следующих бита (2(0), 3(0) и (0)), далее бит 5(1), бит 6(0), бит 7(1) и, наконец, бит 8(0). После этого следует стоп-бит (1), а если их два – то ещё один стоп-бит (1). Причём единичному состоянию (1) соответствует низкий уровень сигнала (–10 В), а нулевому (0) – высокий (+10 В). Поэтому практически все преобразователи интерфейса RS-232 ↔ TTL, помимо преобразования уровней, инвертируют сигналы.

В предложенной схеме передатчик (в данном случае компьютер) ждёт разрешения передачи байта от микроконтроллера, анализируя свою линию RxD (DSR). Как только такое разрешение получено, через время реакции

T_{pp} он начинает передавать байт. Приёмник (микроконтроллер), анализируя свою линию RxD (TxD компьютера) и получив старт-бит, через время T_{pn} запускает подпрограмму задержки на 25 мкс, после чего приёмник сбрасывает разрешение (т.е. устанавливает запрет на передачу следующего байта). Когда байт полностью выведен, через время T_{pk} передатчик (компьютер) вновь приступает к анализу своей линии DSR на предмет разрешения или запрещения передачи следующего байта, и процесс повторяется.

Реальные осциллограммы передачи байта, снятые двухканальным цифровым осциллографом и соответствующие временной диаграмме на рисунке 1, приведены на рисунке 2. Сравнив реальную осциллограмму с временной диаграммой, можно убедиться, что они логически одинаковы.

На рисунке 3 приведены реальные осциллограммы приёма байта компьютером. Из сравнения рисунков 2 и 3 следует, что функциональное назначение линий TxD и RxD при передаче и приёме изменяется на противоположное, а логика работы аппаратной синхронизации остаётся прежней.

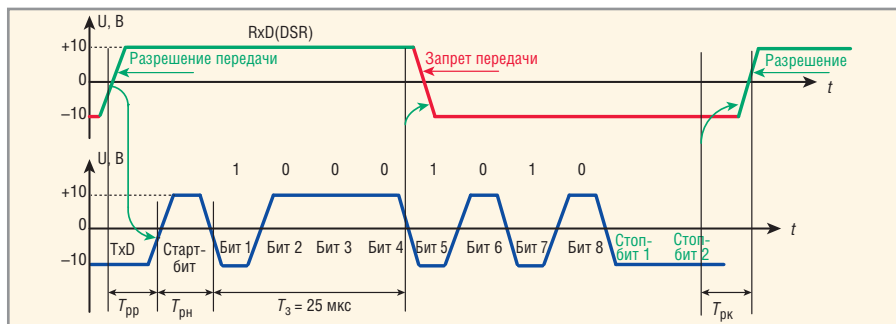


Рис. 1. Временная диаграмма передачи байта – символа 'Q' (уровни RS-232)

T_{pp} – время реакции на разрешение передачи, T_{pn} – время реакции на начало передачи, T_3 – время задержки, T_{pk} – время реакции на конец передачи

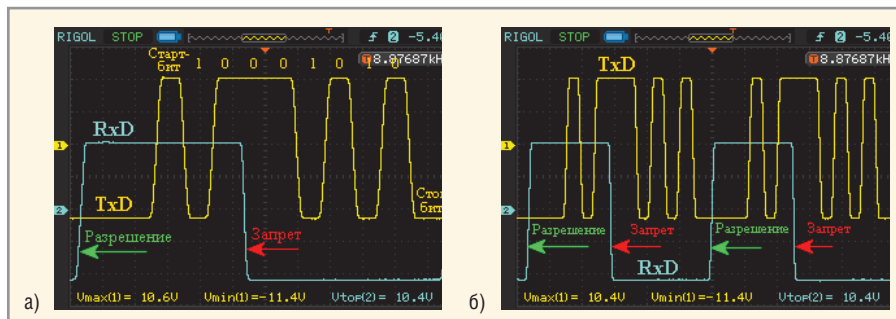


Рис. 2. Осциллограмма передачи байта – символа 'Q' (уровни RS-232)

а) развёртка 10 мкс/дел., б) развёртка 20 мкс/дел.

Необходимо отметить, что достоверность обмена может быть значительно повышена, если передатчик сделает

дополнительный анализ линии RxD на сброс разрешения. Как видно из временной диаграммы на рисунке 1, сброс

Уменьшение объёма,

сокращение затрат и повышение эффективности с применением новейших технологий в создании DC/DC-преобразователей



DC/DC-преобразователи средней и повышенной мощности



Серия ICN 50–150 Вт

- Диапазоны входных напряжений 2:1 и 4:1
- КПД до 90%
- Диапазон рабочих температур –40...+100°C
- Одноканальные модели с выходными напряжениями от 2,5 до 24 В
- Габариты (Ш×Г×В) 61×57,9×12,7 мм



Серия IFN 200 Вт

- Диапазон входных напряжений 2:1
- КПД до 90%
- Диапазон рабочих температур –40...+100°C
- Одноканальные модели с выходными напряжениями от 2,5 до 48 В
- Габариты (Ш×Г×В) 61×116,8×13,2 мм



Серия QSB 75–350 Вт

- Диапазоны входных напряжений 2:1 и 4:1
- КПД до 92,5%
- Диапазон рабочих температур –40...+100°C
- Высокая удельная мощность
- Отвод тепла через основание корпуса
- Одноканальные модели с выходными напряжениями от 3,3 до 28 В
- Габариты (Ш×Г×В): 36,8×57,9×12,7 мм; 61×57,9×13,2 мм (QSB150-350)



Серия QSB600 600 Вт

- Диапазон входных напряжений 2:1
- КПД до 92%
- Диапазон рабочих температур –40...+100°C
- Высокая удельная мощность
- Отвод тепла через основание корпуса
- Одноканальные модели с выходными напряжениями от 12 до 32 В
- Габариты (Ш×Г×В): 61×116,8×12,7 мм (формат Full Brick Package)

ОФИЦИАЛЬНЫЙ ДИСТРИБЬЮТОР ПРОДУКЦИИ XP POWER



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

Реклама

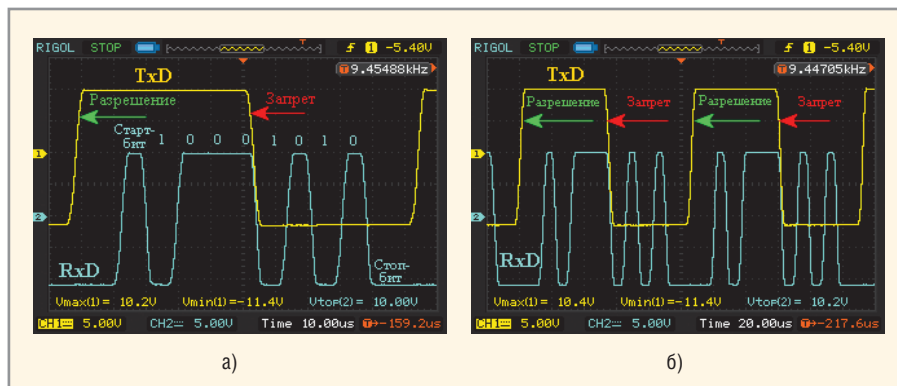


Рис. 3. Осциллограмма приёма байта – символа 'Q' (уровни RS-232)

а) развёртка 10 мкс/дел., б) развёртка 20 мкс/дел.

разрешения (т.е. установка приёмником линии RxD передатчика в низкий уровень) происходит где-то в середине интервала передачи байта. Если передатчик проверит свою линию RxD на предмет сброса разрешения (т.е. её переключения в низкий уровень), то этот факт для передатчика будет означать, что приёмник начал принимать передаваемый байт и поэтому сбросил разрешение. Другими словами, дополнительная проверка сброса разрешения позволяет передатчику определить, что приёмник работает правильно и переключает линию RxD передатчика из высокого уровня в низкий (и обратно).

Следует отметить, что во время передачи байта, т.е. от начала стартового бита и до конца последнего стоп-бита, ни процессор передатчика, ни процессор приёмника не принимают никакого участия в непосредственном обмене данными, поскольку и в компьютере, и в микроконтроллере этим занимается UART, т.е. аппаратные средства. Поэтому все проверки состояния линий, переключения их из одного состояния в другое, организация задержек и т.п. не оказывают влияния на скорость передачи. Например, задержка в 25 мкс и проверка передатчиком сброса разрешения проводятся во время передачи и приёма байта и не замедляют обмен.

Если посмотреть ещё раз на временную диаграмму и осциллограммы (рис. 1 и 2 соответственно), то можно заметить, что график зависимости напряжения от времени на линии RxD представляет собой почти симметричный меандр. Длительность импульса составляет примерно половину времени передачи одного байта (при скорости обмена в 115 200 бод частота меандра составляет около 9 кГц – реальное значение частоты

отражено в правом верхнем углу рисунка 2 «8.87687kHz» и рисунка 3 «9.44705kHz»). Такой импульс легко воспринимается преобразователем интерфейса.

Теперь несколько слов о том, каким образом компьютер может анализировать линию разрешения. Дело в том, что в интерфейсе RS-232 компьютера непосредственное чтение и анализ состояния самой линии RxD (т.е. лог. 1 или лог. 0) не предусмотрены. Но если соединить эту линию RxD с какой-либо входной линией квитирования (например, DSR), состояние которой поддаётся чтению, можно считывать состояния линий DSR и RxD. Когда же линия RxD используется для передачи данных, состояние линии DSR не требуется считывать и анализировать. На рисунке 1 это подчёркнуто обозначением RxD(DSR).

ФОРМИРОВАНИЕ МАШИНОНЕЗАВИСИМЫХ ВРЕМЕННЫХ ЗАДЕРЖЕК

Из рисунка 1 видно, что микроконтроллер формирует временную задержку, равную 25 мкс. Программирование такой временной задержки в микроконтроллере не представляет труда, поскольку всегда известна его тактовая частота.

В компьютере для формирования короткой, аппаратно независимой задержки в Windows 98/XP ранее [1] автор использовал так называемый «счётчик производительности» – QueryPerformanceCounter, который постоянно работает с определённой частотой F – QueryPerformanceFrequency. Эта частота различается для ОС Windows 98 и Windows XP и составляет около 2 и 7 МГц соответственно (для компьютера на базе Intel P4/1,7 ГГц). Частота счёта жёстко привязана к временной базе систем-

ного таймера. Для получения необходимой временной задержки точное значение частоты F выяснять не обязательно – достаточно разделить эту частоту на 1 000 000, чтобы получить временную базу для счётчика в 1 мкс. Умножив это значение, например, на 25 и заставив счётчик считать до этого значения, можно получить аппаратнонезависимую временную задержку в 25 мкс.

Для получения временной задержки автор применил более простой способ. Он заключается в использовании достаточно стабильного по времени выполнения команды ввода из порта RS-232, соответствующего регистру состояния модема (адрес порта 3feh). С этой целью на языке Clarion была написана нижеприведённая подпрограмма задержки DEL, использующая ввод с порта 3feh (который часто требуется анализировать):

```
!-----
! Подпрограмма задержки
!-----
DEL routine
loop 15 times
!times=15, Tзад.=20мкс
!times=20, Tзад.=26.6мкс
A=INP(3feh)
!times=75, Tзад.=100мкс
|26.6/8.68≈3бита (115200 бод)
.
!-----
```

Вставив в программу меандра подпрограмму DEL, автор проверил импульсы осциллографом и был обрадован стабильностью их длительности и чистотой фронтов. Подобный эксперимент был проведён, помимо Windows XP, и в Windows 98, и даже в DOS.

Для точной оценки длительности автором была написана программа на турбо-бейсике DOS (TB.EXE фирмы Borland), mtimer.bas, предназначенная для определения числа N , записав которое в регистр cx процессора компьютера (счётчик цикла), можно получить задержку длительностью в 1 мс. Хотя операторы бейсика и не отличаются высокой скоростью выполнения, в TB есть полезный оператор/функция – микротаймер (mtimer), использующий аппаратный таймер компьютера и позволяющий оценить время выполнения какой-либо программы или подпрограммы в микросекундах. Как оператор, mtimer запускает аппаратный таймер компьютера, как

функция – останавливает его работу и возвращает время работы в микросекундах.

В качестве подпрограммы, время работы которой требовалось оценить, использовалась подключаемая подпрограмма 1msec.asm в *.com-формате (1msec.com), написанная на ассемблере. В этой подпрограмме производится ввод содержимого порта состояния СОМ-порта (3feh) в аккумулятор командой in 800 раз, для чего в регистр cx (счётчик цикла) заносится число 800 и осуществляется 800-кратный цикл (оператором loop).

Для получения подпрограммы 1msec.com использовался транслятор ассемблера TASM.EXE и линкер TLINK.EXE фирмы Borland. Для трансляции и получения *.com-файла необходимо выполнить две командные строки:

```
TASM.EXE 1msec.asm
TLINK 1msec.obj /t
```

Программа mtimer.bas запускает таймер, вызывает подпрограмму MSEC (являющуюся подключаемой подпрограммой 1msec.com), после её завер-

шения останавливает таймер, вычисляет время выполнения в микросекундах и выводит результат на экран. Ниже приведены тексты обеих программ.

Программа mtimer.bas

```
sub MSEC inline
$inline "1msec.com"
end sub
'-----
mtimer
call MSEC
T%=mtimer
cls
N%=fix(800/T%*1000)
print ""
print " N=";N%; " T=";T%; "мкс"
print using " 1 цикл= #.##
мкс";T%/800
print " Для t=25 мкс, cx=";
print using "##";int(25/(T%/800))
```

Программа 1msec.asm

```
CSEG segment ;Сегмент кода
assume
cs:CSEG,ds:CSEG,es:CSEG,ss:CSEG
org 100h
START: push bp ; сохранение ре-
гистров
```

```
mov bp,sp
push cx
;-----
mov dx,3feh
mov cx,800
in al,dx
loop $-1
;-----
pop cx
pop bp
CSEG ends
end START
```

После запуска программы mtimer.exe (или при использовании опции RUN в самом турбо-бейсике) на экран выводится следующее окно (см. рис. 4). Необходимо отметить, что для выполнения программы mtimer.exe в Windows XP в режиме эмуляции DOS, необходимо перед её запуском запустить программу portmon.exe и провести с ней необходимые манипуляции [1], чтобы разрешить прямой ввод/вывод в СОМ-порт.

Из рисунка 4, в частности, следует, что команда процессора ввода байта из СОМ-порта компьютера (in) выполняется за время 1,25 мкс и что для получения временной задержки в 25 мкс в регистр cx необходимо загрузить число 20.



СВЧ ПРИЁМОПЕРЕДАЮЩИЕ УСТРОЙСТВА



Усилители для РЛС:

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

Усилители для систем связи и широкополосные усилители:

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

ОФИЦИАЛЬНЫЙ ДИСТРИБЬЮТОР RFHIC В РОССИИ



Активный компонент вашего бизнеса

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

Реклама

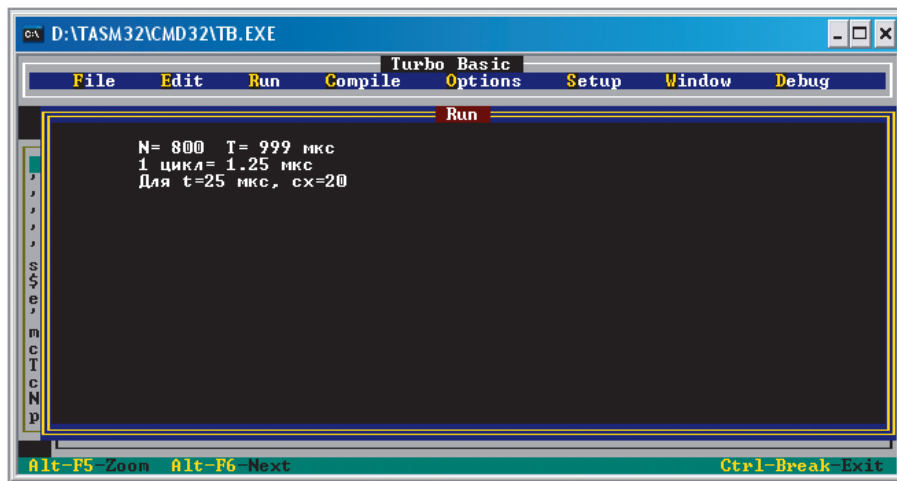


Рис. 4. Окно RUN турбо-бейсика при запуске программы mtimer.exe

Программа mtimer.exe запускалась и в DOS, и в Windows 98/XP (в режиме эмуляции DOS), и везде давала практически одинаковый результат. Это позволяет использовать команду процессора для ввода байта из COM-порта как временную базу для организации коротких, аппаратно независимых временных задержек длительностью от нескольких микросекунд до десятков

микросекунд. Получение больших задержек не вызывает затруднения, поскольку для них в MSDN Library существует функция sleep(), аргументом которой является число миллисекунд (эта функция использована в тестовой программе testRS232.clw – см. ниже).

ПОДПРОГРАММЫ ВВОДА/ВЫВОДА БАЙТА ДЛЯ КОМПЬЮТЕРА

В соответствии с временной диаграммой, показанной на рисунке 1, на рисунке 5 приведена блок-схема протокола передачи байта из компьютера с побайтной аппаратной синхронизацией линиями данных. В соответствии с этой блок-схемой в [1] использована подпрограмма вывода байта на языке Clarion v.6.0, которая приведена ниже:

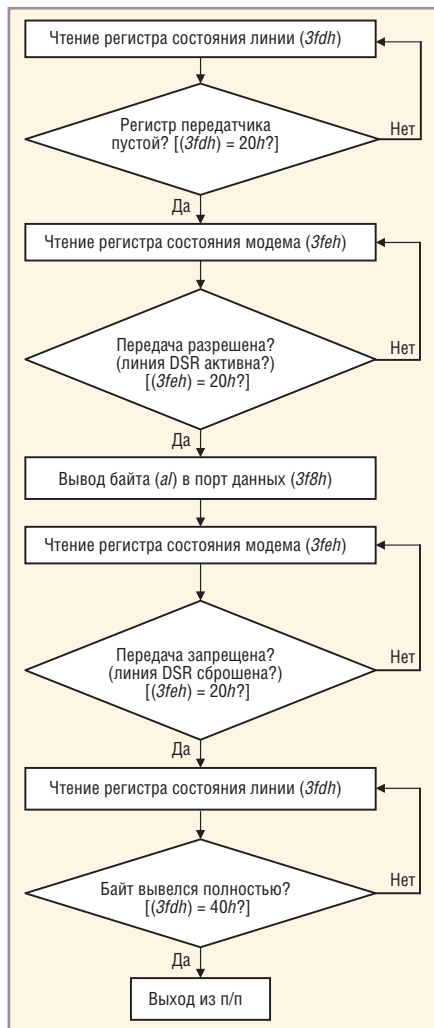


Рис. 5. Блок-схема подпрограммы синхронного вывода байта из компьютера

```

!-----
! Подпрограмма вывода байта (байт
в переменной OUTB)
!-----
OUTBYTE routine
loop until band(INP(3fdh),20h).
!Ожидание готовности передатчика
(transmitter empty).
loop until band(INP(3feh),20h).
!Ожидание разрешения передачи -
установки DSR.
V=INP(3feh) !Очистка 3feh для
сброса бита DeltaDSR(02h).
OUTP(3f8h,OUTB) !Вывод байта.
loop until band(INP(3feh),02h).
!Ожидание запрета передачи - из-
менения состояния DSR.
loop until band(INP(3fdh),40h).
!Ожидание выхода байта из PC -
(OK to send).
!-----

```

В этой подпрограмме, в свою очередь, используются две подпрограммы

прямого ввода и вывода в порты INP() и OUTP(), написанные на встроенном в Clarion языке C++ (In.cpp и Out.cpp). Эти две подпрограммы также приведены ниже.

```

Подпрограмма In.cpp.
#pragma save
#pragma call(inline => on,
reg_param => (dx), reg_return =>
(ax))
//-----
static unsigned char inportb(un-
signed int Port_number)=
{
0xEC, // in al,dx
};
#pragma restore
extern "C" unsigned char INP(un-
signed int Port_number)
{
unsigned char byte;
byte=inportb(Port_number);
return byte;
}

```

Вызов этой подпрограммы, в частности, осуществляется из вышеприведённой подпрограммы (routine) вывода байта OUTBYTE (Clarion v.6.0) командой INP().

```

Подпрограмма Out.cpp.
#pragma save
#pragma call(inline => on,
reg_param => (dx,ax))
//-----
static void outportb(unsigned int
port, unsigned char byt)=
{
0xEE, // out dx,al
};
#pragma restore
extern "C" void OUTP(unsigned int
Port_Number, unsigned char byte)
{
outportb(Port_Number,byte);
}

```

Вызов этой подпрограммы также осуществляется из вышеприведённой подпрограммы (routine) вывода байта OUTBYTE командой OUTP().

Если ещё раз взглянуть на подпрограмму вывода байта OUTBYTE, написанную на Clarion v.6.0, то можно заметить, что вызов подпрограммы INP() производится 1-м, 2-м, 3-м, 5-м и 6-м операторами, причём 1-й, 2-й, 5-й и 6-й – это операторы цикла, где обращение к подпрограмме INP() происходит многократно. Вызов подпро-

граммы OUTP() производится 4-м оператором.

Рассмотрим подробнее саму процедуру вызова, например, в 1-м операторе loop until band(INP(3fdh),20h). В самом начале идёт обращение к подпрограмме, которая в программе In.cpp имеет название INP() и атрибут «внешний» (extern "C"):

```
extern "C" unsigned char INP(unsigned int Port_number)
```

В эту подпрограмму из Clarion передаётся значение адреса порта (3fdh) в переменную Port_number. Далее подпрограмма INP() вызывает подпрограмму inportb(Port_number), имеющую атрибут static:

```
static unsigned char inportb(unsigned int Port_number)={
0xEC, // in al,dx
};
```

Значение адреса порта (3fdh) из подпрограммы INP() ещё раз передаётся в подпрограмму inportb() в процессорном регистре dx с помощью директивы reg_param => (dx). Далее выполняется подключаемая подпрограмма (уже третья), имеющая машинный (объектный) код 0xEC, который является кодом операции ввода in в регистр al содержимого адреса порта dx. Результат ввода возвращается в регистр ax (точнее, в al) директивой reg_return => (ax). Этот результат вначале передаётся из подпрограммы inportb() в подпрограмму INP(), а отсюда уже в подпрограмму OUTBYTE. Все эти действия производятся ради выполнения единственной машинной команды ввода из порта in al,dx с объектным кодом 0xEC, отсутствующей в языке Clarion.

Если бы подпрограмма INP() выполнялась только один раз, то такой «тройной» вызов был бы оправдан, но обращение к этой подпрограмме из подпрограммы OUTBYTE происходит многократно. Это же касается и подпрограммы OUTP(). И многократно всё описанное повторяется сотни и тысячи раз в программах, использующих подпрограмму OUTBYTE.

Если процессор может выполнить машинные команды ввода из порта (0xEC) и вывода в порт (0xEE), то почему бы его не заставить выполнить сразу всю подпрограмму (в машинных

кодах) вывода байта? В этом случае вызов такой подпрограммы будет производиться только один раз из Clarion, а все операции ввода/вывода, анализ состояния портов и т.п. перейдут в подпрограмму в машинных кодах. Кроме того, выполнение готовой кодовой последовательности команд в процессоре происходит на порядок быстрее.

Подпрограмма вывода байта встроенном в Clarion v.6.0 языке TopSpeed C++ (Outbasm.cpp), использующая подключаемую вставку в машинных кодах, приведена на сайте журнала.

Сравнив комментарии к этой подпрограмме вывода байта в ассемблерной мнемонике с подпрограммой OUTBYTE() на языке Clarion, а также с вышеприведённой блок-схемой (см. рис. 5), можно заметить, что они логически одинаковы. Вызов подпрограммы OUTBASM (unsigned char byte) из Clarion производится следующим образом:

```
OUTBASM (OUTB)
```

В качестве параметра в вызываемую подпрограмму необходимо подставить выводимый байт в переменную OUTB. Внешняя подпрограмма OUTBASM вызывает статическую подпрограмму outpasm (unsigned char byt), в которую в качестве параметра передаёт значение выводимого байта (byt) через регистр bx (точнее, через его младший байт bl) с помощью директивы reg_param => (bx).

Чтобы вся конструкция работала, для неё необходимо создать прототип:

```
MODULE (' IN/OUT .CPP ' )
OUTASM (BYTE) , NAME (' _OUTBASM ' )
END
```

Кроме того, в файл-проект необходимо включить подпрограмму Outbasm.cpp.

Теперь рассмотрим подпрограмму ввода байта в компьютере. Соответствующая блок-схема, отражающая осциллограммы (см. рис. 3), показана на рисунке 6. Подпрограмма ввода байта встроенном в Clarion v.6.0 языке TopSpeed C++ (Inbasm.cpp), использующая подключаемую вставку в машинных кодах, приведена на сайте журнала.

Если сравнить комментарии к кодовой части подключаемой подпрограммы inbtasm() с вышеприведённой блок-схемой (см. рис. 6), то можно заметить их полную логическую идентичность.

Вызов внешней подпрограммы extern "C" unsigned char INBASM() из Clarion производится следующим образом:

```
B=INASM ( )
```

В переменной B – результат ввода байта. Результат ввода байта возвращается в подпрограмму INBASM регистре ax (точнее, al) с помощью прагмы reg_return => (ax), а из подпрограммы INBASM – уже в Clarion в переменную B.

Твердотельные накопители данных для профессионалов

SMART[®] Modular Technologies ADTRON

До 60 000 IOPS
500 МБ/с / 500 МБ/с
Форм-фактор 1.8"/2.5"
Рабочий диапазон -40...+85°C
Технологии SLC / eMLC NAND

Made in USA

Enterprise SSD Industrial SSD Flash Cards Embedded SSD

000 «АСД-Адтрон» • www.adtron.ru • info@adtron.ru • (812) 309-22-01

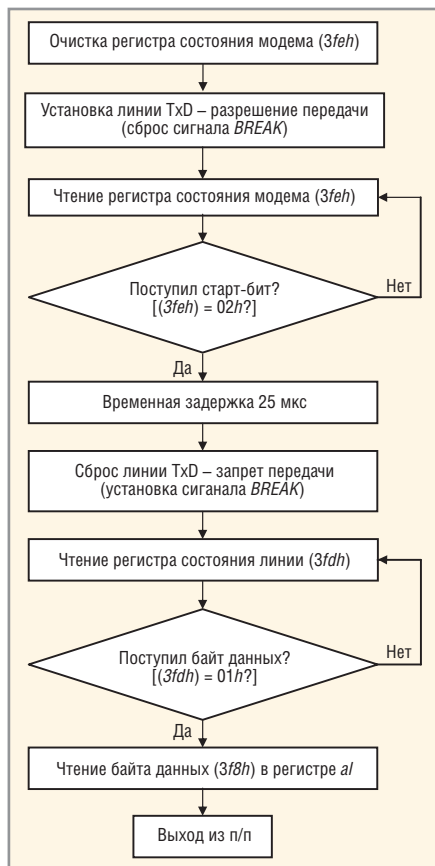


Рис. 6. Блок-схема подпрограммы синхронного ввода байта в компьютер

Чтобы вся конструкция работала, для неё необходимо создать прототип:

```

MODULE ( ' IN / OUT . CPP ' )
INASM ( ) , BYTE , NAME ( ' _INBASM ' )
END
  
```

Кроме того, в файл-проект необходимо включить подпрограмму Inbasm.cpp.

ТЕСТОВАЯ ПРОГРАММА ВВОДА/ВЫВОДА СТРОКИ БАЙТОВ ДЛЯ КОМПЬЮТЕРА

Суть этой тестовой программы проста: из компьютера в микроконтрол-

лер передаётся строка, состоящая из 75 байтов (символов), которая принимается микроконтроллером, затем им же модифицируется (изменяется порядок следования символов на обратный), затем эта модифицированная строка передаётся микроконтроллером в компьютер, принимается компьютером и выводится на экран для сравнения с исходной строкой (которая предварительно выводится на экран).

Ядром программы являются следующие операторы:

```

loop i=1 to 75
OUTASM(M[i]) !Вывод 75 байт в микроконтроллер
.
!----- В этом месте идет переключение с вывода на ввод.-----
V=INP(3f8h) !Холостой ввод для сброса бита DR-data ready.
loop while band(INP(3fdh),1) .
!Ожидание сброса бита "DR"-data ready.
Sleep(2) ! Задержка 2 мсек.
!-----
loop i=1 to 75
M1[i]=INASM() !Ввод 75 байт в компьютер.
.
  
```

В остальном тексте программы определяются различные переменные, прототипы функций, открытие порта RS-232 и его инициализация, инициализация микроконтроллера, открытие окна, в котором отражается результат работы программы (см. рис. 7), и т.п. Полный текст программы testRS232.clw вместе с файл-проектом приведен на интернет-странице журнала (www.soel.ru).

Что касается аппаратных средств, то они подробно описаны в [2]. Конкрет-

но эта программа проверялась с микроконтроллером P89LPC982.

В левом верхнем углу рисунка 7 отображается количество передач (или количество нажатий на кнопку «Продолжить» – в данном случае автор нажал на неё 107 раз).

Прежде чем запускать эту программу в Windows XP, требуется произвести настройку COM-порта, воспользовавшись панелью управления. Свойства COM-порта, которые следует настроить, – отсутствие управления потоком и отсутствие буферов [1]. Кроме того, для прямого ввода/вывода в этот порт необходимо установить на компьютере один из драйверов, которые разрешают производить такой ввод/вывод, например, программу USERPORT (UserPort.sys), и вписать адреса портов для прямого ввода/вывода.

ПОЛУЧЕНИЕ МАШИНЫХ КОДОВ ДЛЯ ПОДКЛЮЧАЕМЫХ ПОДПРОГРАММ

Довольно давно существует упоминавшийся выше компилятор языка Бейсик – турбо-бейсик (TB.EXE v.1.0 от Borland International), работающий в DOS и позволяющий использовать подключаемую подпрограмму, но не в машинных кодах, а непосредственно как объектный файл в *.com-формате. Сопряжение такой подпрограммы с самим языком Бейсик достаточно простое и описано в руководстве по его использованию. Чтобы получить файл подпрограммы на ассемблере в *.com-формате, можно воспользоваться транслятором с ассемблера, например, турбо-ассемблером TASM той же фирмы Borland (TASM – Turbo Assembler v.4.1 (или v.1.0) Borland International, TLINK – Turbo Link v.7.1.30.1 (или v.2.0) Borland International).

Какая программа должна быть написана на турбо-бейсике и какие подключаемые подпрограммы она должна содержать, чтобы решить поставленную задачу? Проще всего, если программа на TB будет выполнять те же действия, что и программа testRS232.clw (ввод/вывод строки байтов по RS-232 в микроконтроллер), приведённая выше на языке Clarion, и в качестве подключаемой подпрограммы в *.com-формате будут использоваться подпрограммы приёма. Тогда с помощью основной программы на TB можно проверять их работоспособность, выводя сообщения на монитор.

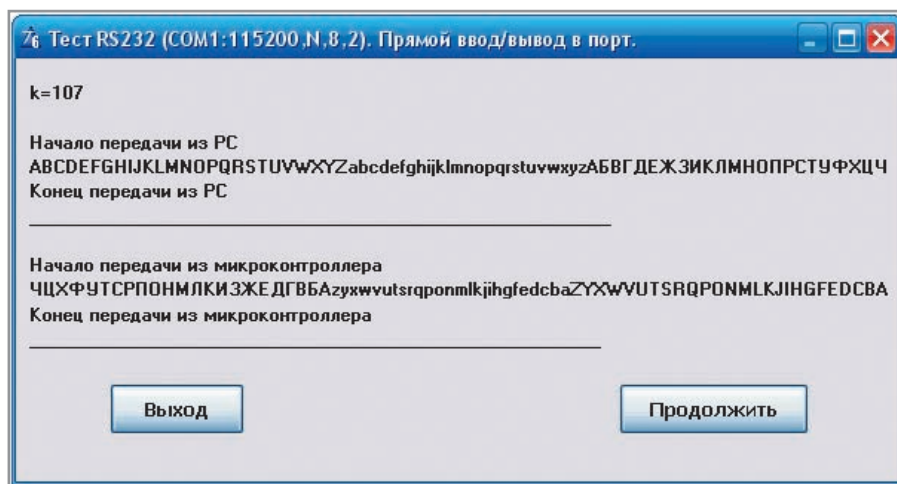


Рис. 7. Снимок с экрана, отображающий работу программы testRS232.exe

Далее будут приведены программа на турбо-бейсике (TESTRS.BAS) и две подключаемые подпрограммы на ассемблере – r86wr.asm (вывод строки байтов по RS-232 из компьютера в микроконтроллер) и r86rd.asm (приём строки байтов по RS-232 из микроконтроллера). Программа TESTRS.BAS содержит оттранслированные программы r86wr.com и r86rd.com как подключаемые подпрограммы в *.com-формате. С текстами этих программ и *.bat-файлами, предназначенными для их трансляции с целью получения *.com- и *.lst-форматов этих программ, можно ознакомиться на интернет-странице журнала.

После запуска оттранслированной программы TESTRS.EXE на экран монитора выводится окно, показанное на рисунке 8. Перед запуском этой программы следует запустить программу portmon.exe и провести с ней необходимые манипуляции [1], чтобы разрешить прямой ввод/вывод в COM-порт. Сравнив окна, показанные на рисунках 7 и 8, можно сделать вывод, что программа TESTRS.BAS работает аналогично программе testRS232.clw.

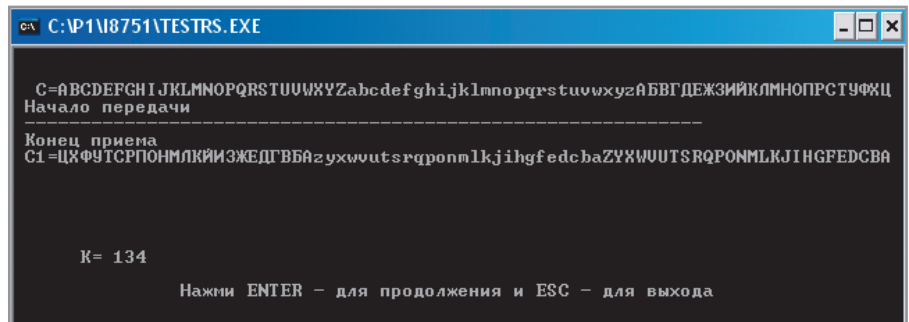


Рис. 8. Результат работы программы TESTRS.EXE

Проанализируем файл-листинг подпрограммы r86rd.asm – файл P86RD.LST в той его части, которая касается макроса INBYTE. Ниже приведён фрагмент листинга программы с этим макросом:

```

62 00000124 INBYTE ; в al находится считанный байт
1 63 00000124 B6 03 mov dh,03h
1 64 00000126 B2 FE mov dl,0feh ; Итого: dx=3feh
1 65 00000128 EC in al,dx ; Очистка регистра 3feh
1 66 00000129 B2 FB mov dl,0fbh ; Итого: dx=3fbh.
1 67 0000012B B0 47 mov al,47h ; Установка линии TxD
1 68 0000012D EE out dx,al ;
    
```

```

(разрешение передачи байта).
1 69 0000012E B2 FE mov dl,0feh ; Итого: dx=3feh
1 70 00000130 EC in al,dx ; Ожидание
1 71 00000131 A8 02 test al,02h ; старт-бита
1 72 00000133 74 FB jz $-3 ;
1 73 00000135 33 C9 xor ecx,ecx ;32-разрядный режим.
1 74 00000137 B1 14 mov cl,20 ; В ecx/ecx число, определяющее задержку.
1 75 00000139 EC in al,dx
1 76 0000013A E2 FD loop $-1
1 77 0000013C B2 FB mov dl,0fbh ; Итого: dx=3fbh.
1 78 0000013E B0 07 mov al,07h ;
    
```

Новый взгляд на промышленные соединения

Соединители Han-Yellock® от компании HARTING



Pushing Performance



Составной корпус

Фиксирующий механизм внутри корпуса

Перемычки на контакты

Четкая фиксация



ОФИЦИАЛЬНЫЙ ДИСТРИБЬЮТОР КОМПАНИИ HARTING В РОССИИ



АКТИВНЫЙ КОМПОНЕНТ ВАШЕГО БИЗНЕСА

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

Реклама

```
Сброс линии TxD-
1 79 00000140 EE out dx,al ; зап-
рет передачи.
1 80 00000141 B2 FD mov dl,0fdh ;
Итого: dx=3fdh
1 81 00000143 EC in al,dx ;
Проверка факта
1 82 00000144 A8 01 test al,01h ;
прихода
1 83 00000146 74 FB jz $-3 ; бай-
та.
1 84 00000148 B2 F8 mov dl,0f8h ;
Итого: dx=3f8h
1 85 0000014A EC in al,dx ; Ввод
байта из порта данных (3f8h) в
al.
```

Теперь посмотрим файл p86rd каким-либо файловым менеджером (Frigate, NortonCommander, Total Commander и т.п.) в HEX-формате:

```
00000000: 66 55 66 8B EC 06 1E
66|67 C4 7E 06 66 67 8B 16 |
00000010: 00 00 8E DA 66 26 67
8B|75 02 66 26 67 8B 0D 66 |
00000020: 81 E1 FF 7F B6 03 B2
FE|EC B2 FB B0 47 EE B2 FE |
00000030: EC A8 02 74 FB 33 C9 B1|14
EC E2 FD B2 FB B0 07
00000040: EE B2 FD EC A8 01 74 FB|B2
F8 EC 67 88 04 66 46 |
00000050: E2 D2 1F 07 66 5D | |
```

Видно, что в подпрограмме p86rd.com присутствует кодовая последовательность (выделена шрифтом), которая в точности совпадает с кодами выделенных операций в файле-листинге. Эта кодовая последовательность и представляет собой необходимые коды для вставки в подпрограмму на C++ Inbasm.cpp. Если теперь текстовым редактором убрать весь текст слева от выделенного в файле-листинге, снабдить каждый код операции символом «0x» и запятыми, а текст справа от выделенного отделить знаками комментариев «//», то мы получим код подключаемой подпрограммы для Inbasm.cpp.

Фрагмент файла-листинга P86WRLST (подпрограмма p86wrl.asm) и сама подпрограмма p86wrl.com в HEX-формате приведены на сайте журнала.

В подпрограмме p86wrl.com кодовая последовательность, соответствующая кодовой последовательности в файле-листинге, встречается три раза (выделено). Поскольку вывод байта (OUTBYTE) является макросом, а не подпрограммой, первые два обращения к этому макросу соответствуют выводу млад-

шего и старшего байтов длины строки, а третье – выводу самой строки. Кодовая последовательность файла-листинга и является подключаемой вставкой в подпрограмму Outbasm.cpp.

Программа, написанная на языке Clarion с подключаемыми вставками, предназначена для работы в Windows XP, т.е. в 32-разрядном режиме, а программа на TB – для DOS, т.е. для 16-разрядного режима. Коды некоторых операций в 16- и 32-разрядном режимах могут различаться между собой. Кроме того, кодовая последовательность в файле-листинге (точнее, порядок следования байт) также может отличаться от соответствующей ей кодовой последовательности в оттранслированном файле в *.com-формате (т.е. от объектных кодов).

Для иллюстрации рассмотрим простейшую процедуру ввода байта из порта компьютера: загрузим адрес порта ввода (например, 3feh) в регистр dx процессора, затем дадим команду ввода из этого порта в младший байт аккумулятора al:

```
mov dx,03feh
in al,dx
```

Рассмотрим команду mov dx,03feh. Ниже приведены два варианта трансляции этой команды: первый – в 16-разрядном режиме, когда параметр «.386» закомментирован, второй – в 32-разрядном режиме:

```
; .386
BA 03 FE mov dx,03feh - в файле-
листинге
BA FE 03 - в файле *.com - форма-
та
-----
.386
66 BA 03 FE mov dx,03feh - в фай-
ле-листинге
66 BA FE 03 - в файле *.com -фор-
мата
```

Видно, что коды операций в 16- и 32-разрядном режиме различаются между собой (в 32-разрядном режиме транслятор вставил дополнительный код 66h – префикс размера операнда, указывающий, что это edx, а не dx, и что адрес также 32-разрядный). Кроме того, порядок следования байт кодов операций в файле-листинге и в файле в *.com-формате в каждом из режимов также отличается. Разумеется, в этом случае коды файла-листинга для вставки использовать нельзя.

С другой стороны, загрузить число 03feh в регистр dx можно иначе: вначале загрузить старший байт числа 03feh (03) в старший байт регистра dx (это регистр dh), а в младший байт dl загрузить младший байт числа 03feh (0feh). Ниже приведён вариант такой загрузки, который даёт одинаковые коды в 16- и 32-разрядном режимах, и кроме того, коды файла-листинга полностью совпадают с кодами файла в *.com-формате.

```
.386 / ; .386
B6 03 mov dh,03h ; Итого:
B2 FE mov dl,0feh; dx=3feh - в
файле-листинге
B6 03 B2 FE - в файле *.com -
формата
```

Таким свойством обладают коды операций, длина которых не превышает двух байт. Кстати, если для ввода/вывода используется порт COM1, у которого старший адрес (dh) равен 03h, то, загрузив однажды по этому адресу число 03h, для дальнейшего ввода/вывода с порта COM1 достаточно изменять только младший байт dl. Поэтому необходимо программу составить так, чтобы в ней использовались двухбайтовые команды.

Вторым важным моментом является правильное использование оператора цикла loop. Этот оператор работает аналогично операторам цикла Бейсика: for ... next, C++: for (...) {...}, Clariona: loop ... end.

При использовании оператора loop, в счётчик циклов – регистр cx (ecx – в 32-разрядном режиме) – необходимо загрузить их число. Ниже приведены два варианта загрузки числа 20 в счётчик циклов в 32-разрядном и 16-разрядном режимах и показаны кодовые последовательности в файлах-листингах и в объектных кодах файлов в *.com-формате.

```
.386
B9 00 00 00 14 mov ecx,20 - в
файле-листинге
B9 14 00 00 00 - в файле *.com -
формата
-----
; .386
B9 00 14 mov cx,20 - в файле-лис-
тинге
B9 14 00 - в файле *.com - форма-
та
```

Видно, что коды операций в 16- и 32-разрядном режиме различаются

между собой. Кроме того, порядок следования байт кодов операций в файле-листинге и в файле в *.com-формате в каждом из режимов также отличается. Значит, коды файла-листинга для вставки использовать нельзя. Если последовательно загрузить в сx сначала старший байт – ch (нулевым значением), затем младший байт – cl (числом 20) – как в первом примере при загрузке регистра dx, – это не решит проблему. Дело в том, что в 32-разрядном режиме работы оператор loop работает с 32-разрядным регистром esx. Если загрузить числом 20 только его младшее слово (регистр cx), без изменения старшего слова, то после 20 циклов работы в регистр cx загрузится число 65535 (ffffh), из старшего слова вычтется единица, и цикл будет продолжаться до обнуления регистра esx, что приведёт к сбою. С другой стороны, в старшее слово загрузить нулевое значение невозможно, т.к. старшее слово esx недоступно для загрузки.

Однако решить задачу загрузки esx числом 20, при которой сгенерируются двухбайтные коды, достаточно просто, если вначале обнулить весь ре-

гистр esx, а потом загрузить в самый младший его регистр cl число 20. Для обнуления регистра esx можно применить 2-байтную операцию исключающего ИЛИ (xor) над этим регистром:

```
.386
33 C9 xor esx,esx
B1 14 mov cl,20 - в файле-листинге
33 C9 B1 14 - в файле *.com - формата
-----
;.386
33 C9 xor cx,cx
B1 14 mov cl,20 - в файле-листинге
33 C9 B1 14 - в файле *.com - формата
```

Как можно убедиться, такой вариант загрузки даёт одинаковые коды в 16- и 32-разрядном режиме, и кроме того, коды файла-листинга полностью совпадают с кодами файла в *.com-формате.

Второй вывод, который следует из вышеприведенного примера, – загрузка регистра esx необходимо произво-

дить в соответствии с вышеприведённым вариантом (или придумать свой, дающий 2-байтные коды операций). В противном случае следует использовать объектные коды из файла в *.com-формате.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Использование низкоуровневых команд процессора компьютера позволяет обеспечить более быструю и точную обработку сигналов интерфейса RS-232 из языка высокого уровня. В результате повышается надёжность обмена информацией между компьютером и микроконтроллером на максимальной скорости интерфейса.

ЛИТЕРАТУРА

1. Кузьминов А. Современные программные средства связи микроконтроллера с компьютером по интерфейсу RS-232. Компоненты и технологии. 2006. №№ 6–11.
2. Кузьминов А. Современные аппаратные средства связи микроконтроллера с компьютером по интерфейсу RS-232. Компоненты и технологии. 2006. № 3–5.
3. www.microcompsys.narod.ru.



TDK-Lambda ПРОГРАММИРУЕМЫЕ ИСТОЧНИКИ ПИТАНИЯ МОЩЬ И ИНТЕЛЛЕКТ



Серия ZUP

Серия ZUP (Zero-Up)

- Выходная мощность 200/400/800 Вт
- Встроенный интерфейс RS-232/485 (GPIB по заказу)
- Универсальный вход 85–265 В переменного тока
- Выходные напряжения до 120 В, ток нагрузки до 132 А
- Программная калибровка

Применения ZUP и Genesys™

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



Серия Genesys™

Серия Genesys™

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

ОФИЦИАЛЬНЫЙ ДИСТРИБЬЮТОР ПРОДУКЦИИ TDK-LAMBDA



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

Реклама

О радиозаводах, созданных в начале Великой Отечественной войны на востоке нашей страны

Владимир Бартнев (Москва)

22 июня 1941 г. фашисты вероломно напали на Советский Союз и, несмотря на сопротивление Красной армии, продвигались к Москве. Встал вопрос об эвакуации промышленных предприятий на Урал и в Сибирь. Радиозаводы Москвы, Ленинграда, Воронежа и других городов вместе со станками и другим оборудованием к концу 1941 г. были перебазированы вместе с рабочими, инженерами и руководством на необжитые места и уже в 1942 г. освоили производство военной продукции. Таких предприятий было очень много, в статье рассказывается о трёх из них: в Новосибирске, Красноярске и Саратове.

НОВОСИБИРСКИЙ РАДИОЗАВОД «ЭЛЕКТРОСИГНАЛ»

Начну свой рассказ с истории новосибирского радиозавода «Электросигнал» (рис. 1). На этом заводе я работал в 60-х, сначала монтажником, а затем регулировщиком радиоприёмников – это была моя производственная практика. На первых курсах института мы, будущие инженеры-радиотехники, две недели работали, две недели учились. Работали в три смены, выпускали сначала радиолу «Фа-



Рис. 1. Радиозавод «Электросигнал», Новосибирск



Рис. 2. Радиостанция РБ-М [2]

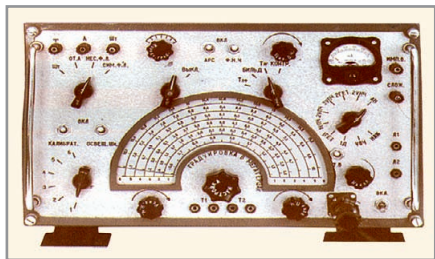


Рис. 3. Всеволновый радиоприёмник «Шар»

кел», а затем радиолу «Арфа». Эта продукция была неосновной для «Электросигнала», закрытого оборонного предприятия, да и название его тогда было – п/я 83. Хотя проход в закрытые цеха нам был запрещён, можно было догадываться, что основная продукция этого завода – военные радиостанции.

Я хорошо помню рассказ своего наставника, мастера цеха, который в 1941 г. ещё подростком пришел на завод № 590 (так назывался тогда радиозавод «Электросигнал»). Рассказывая о становлении радиозавода, он отмечал, что после эвакуации в Новосибирск воронежского радиозавода «Электросигнал» первым делом запускались станки, затем возводились навес, и только потом стены цехов. Работа шла в тяжелейших условиях – фронту нужны были радиостанции. Уже в конце 1941 г. была отправлена на фронт первая партия радиостанций. За годы войны завод обеспечил радиосвязью 111 тыс. самолетов и 41 тыс. танков; 39 тыс. радиостанций было изготовлено для пехоты и артиллерии. Такие изделия, как РСИ-6МУ, УС-3С, РБ-М, стояли в годы Великой Отечественной войны на самолетах и танках. Лучшей радиостанцией этого времени являлась РБ-М (см. рис. 2), которая также выпускалась на «Электросигнале».

21 января 1944 г. указом Президиума Верховного Совета завод был награжден орденом Ленина «за образцовое выполнение заказов для фронта в авиационной и танковой промышленности». В 1945 г. завод перешёл на выпуск мирной продукции – радиоприёмников БН-25, 7Н-27, «Москвич», радиол «Чайка», «Восток», «Факел», «Арфа». За послевоенные 20 лет выпущено 180 тыс. радиоприёмников и 1 млн. 700 тыс. радиол.

После распада Советского Союза завод оказался в сложных условиях. Однако ему удалось выжить и продолжить работу. Последнее десятилетие стало для новосибирского «Электросигнала» периодом эффективной и плодотворной работы. Высокая оценка изделий из Новосибирска на конкурсе «100 лучших товаров России» также свидетельствует о результативной работе конструкторов, инженерно-технических служб и всего коллектива завода.

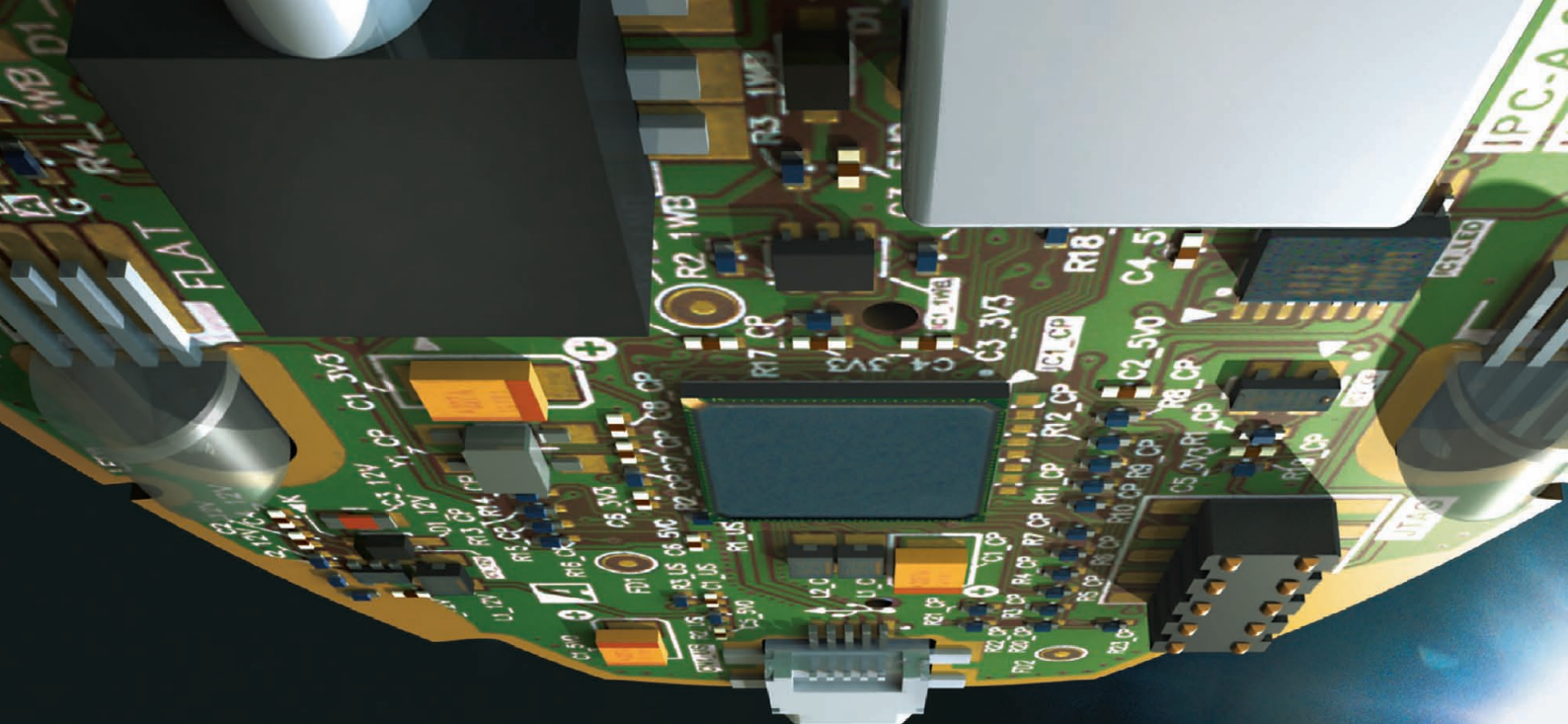
КРАСНОЯРСКИЙ РАДИОЗАВОД

Из Новосибирска перемещаюсь дальше на восток, в город Красноярск, куда 15 августа 1941 г. из Ленинграда прибыл эвакуированный Государственный союзный завод № 327. В годы войны в красноярском филиале завода № 327 работал Антон Антонович Савельев – главный конструктор профессионального всеволнового радиоприёмника «Шар». С 1941 по 1945 г. заводом было выпущено 213 радиоприёмников «Шар». После войны учёные и специалисты-радиотехники – ленинградцы вернулись из Красноярска домой. В 1952 г. предприятие стало именоваться «Почтовый ящик № 1», а с 1966 г. – Красноярский радиотехнический завод. Ныне это ФГУП «НПП «Радиосвязь».

Поиски описания приёмника «Шар» не дали результата, удалось найти лишь фотографию приёмника (см. рис. 3 [3]), созданного в Красноярске во время войны. Приёмник имеет классическую схему супергетеродина с одним преобразованием частоты: с УВЧ, отдельным первым гетеродином, трёхкаскадным УПЧ, вторым гетеродином для телеграфной работы и УНЧ.

Когда я увидел приёмник «Шар», и особенно его грамотно выполненную шкалу, вспомнил о книге «Основы проектирования радиоприёмников» (1967) коллектива авторов, в который входил и А.А. Савельев. В книге им написано несколько глав. Самый интересный материал содержится в главе о проектировании частотных шкал, в том числе и оптических.

Когда я знакомился с этим предприятием, меня поразило, прежде всего, то, какими кадрами располагал радиозавод во время войны. Кроме Савельева А.А.,



Altium Designer

Проектирование
электроники
НОВОГО ПОКОЛЕНИЯ

ТОЛЬКО

до 30 июня 2012 года

СЭКОНОМЬТЕ

до **84 000** рублей*

**Специальное предложение по переходу с P-CAD на Altium Designer действует для компаний, имеющих лицензионные версии P-CAD, а также получивших лицензии в рамках акции "Включи легальный P-CAD"*

Altium

Получить подробную информацию вы можете
на сайте www.nanocad.ru, отправив запрос по адресу
altium@nanocad.ru или по тел.: (495) 645-86-26

NANOCAD



Рис. 4. Сарапульский радиозавод



Рис. 5. Радиоприёмник УС входил в состав радиостанции РСБ бомбардировщика ПЕ-2 [4]



Рис. 6. Первый отечественный цифровой программируемый радиоприёмник «Орлёнок» [4]

впоследствии д.т.н. и профессора, лауреата Сталинской премии за создание профессионального радиоприёмника первого класса Р-250 «Кит», в Красноярске работал А.А. Расплетин – будущий главный конструктор зенитно-ракетных комплексов, Герой социалистического труда, лауреат Сталинской и Ленинской премий; с ним вместе трудились Я.Н. Фельд – будущий профессор, д.т.н., лауреат премии А.С. Попова АН СССР и Г.М. Фельдман, после войны – дважды лауреат Государственной премии СССР. Начальником производства был Н.М. Зверев, в будущем – лауреат Сталинской премии. Все они были руководителями опытных лабораторий по разработке новых образцов военной техники, а затем стали светилами отечественной радиотехники, авторами многих учебников для студентов.

Красноярский радиозавод уже более 60 лет производит наземные станции спутниковой и тропосферной связи, навигационные комплексы для военных и гражданских нужд. Но самым

большим его последним достижением можно считать освоение серийного производства аппаратуры, работающей по сигналам ГЛОНАСС. Пожелаем коллективу Красноярского радиозавода успехов в выпуске этой инновационной продукции.

САРАПУЛЬСКИЙ РАДИОЗАВОД

Прежде чем перейти к рассказу о Сарапульском радиозаводе, хотел бы сделать небольшое отступление, которое непосредственно связано с военной продукцией Сарапульского радиозавода (см. рис. 4). По работе мне посчастливилось познакомиться с участником Великой Отечественной Войны Ляпиным Б.П., бывшим лётчиком, полковником в отставке. На фронте он оказался после окончания авиационной спецшколы в г. Красноярске, в которой готовили радистов и стрелков. Попав в Гвардейский полк пикирующих бомбардировщиков ПЕ-2, он совершил 71 боевой вылет. Четыре раза его самолёт был сбит, но судьба благоволила ему, и окончание войны он встретил в Австрии и даже участвовал в параде Победы в 1945 г. на Красной площади. На мой вопрос, какое радиотехническое оборудование было в ПЕ-2, он сказал, что в его распоряжении была радиостанция РСБ. Для внутренней связи между членами экипажа использовалось самолётное переговорное устройство СПУ, предназначенное для телефонной связи и звуковой сигнализации между экипажем и для выхода на внешнюю связь через радиостанцию и радиополукомпас РПК. Радиостанция состояла из передатчика, приёмника, пульта управления, умформеров, антенного устройства и прочего оборудования, необходимого для нормальной эксплуатации. Я спросил, насколько надёжной была радиоаппаратура ПЕ-2. На это он ответил, что благодаря именно радиостанции в трудные моменты помощь приходила после радиовызова.

Так вот радиополукомпас РПК и радиоприёмник УС (входил в состав радиостанции РСБ и изображен на рис. 5) выпускались во время войны на Сарапульском радиозаводе, история которого начинается в 1941 г., когда из Москвы в Сарапул был эвакуирован ордена Ленина завод № 203 им. Орджоникидзе.

Вот как это было. Указом Народного комиссариата электропромышленности СССР от 28 ноября 1941 г.

Московский радиозавод ордена Ленина № 203 был перебазирован в Сарапул. Организовав производство в короткие сроки военного времени, уже с февраля 1942 г. он начал массовый выпуск радиооборудования для фронта. Фактически не покидая заводских корпусов, рабочие трудились под знаменитым лозунгом «Всё для фронта, всё для Победы!». За короткий период 1941–1945 гг. Сарапульский завод дал фронту свыше 156 000 комплектов первоклассной радиоаппаратуры. В 1945 г. Сарапульский радиозавод был награждён орденом Трудового Красного Знамени.

В течение последних лет я отслеживаю судьбу одного важного инновационного проекта на Сарапульском радиозаводе, где был выпущен первый отечественный программируемый цифровой радиоприёмник РП-226 «Орлёнок» (см. рис. 6). Его опытный образец демонстрировался в 2007 г. на международной конференции по цифровому радиовещанию в Москве.

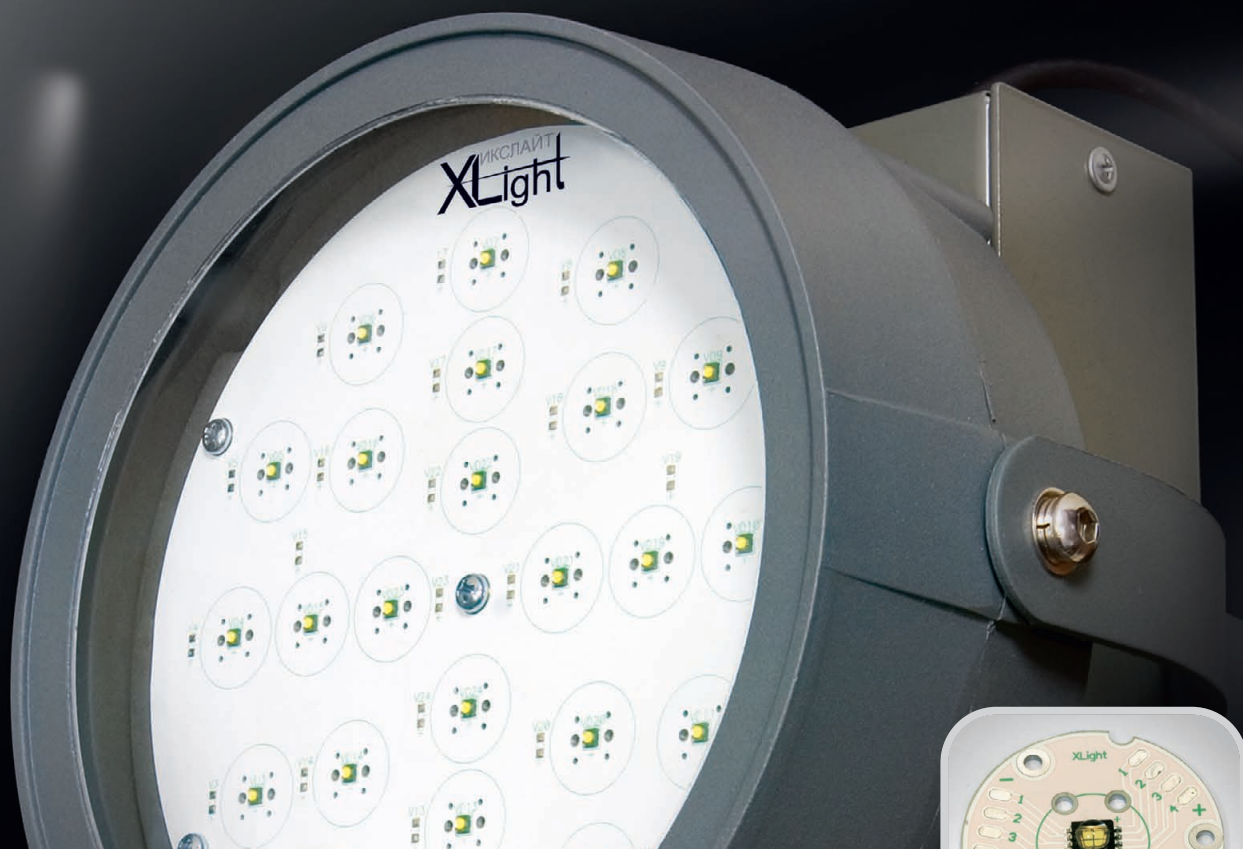
Приёмник был выполнен на зарубежной элементной базе. Однако планировался серийный выпуск массового DRM-радиоприёмника еще в 2009 г. с применением отечественных микросхем, и на сайте Сарапульского радиозавода в разделе готовой продукции поторопились разместить фото этого так и не освоенного в производстве DRM-приёмника [5]. И хотя радиостанция «Голос России» в цифровом DRM-формате уже вещает с 2003 г., слушать её передачи не на чем – нет отечественных DRM-приёмников. И самое главное – неизвестно, когда они будут. Потому что только в марте 2010 г. вышло распоряжение правительства РФ о том, чтобы «Минкомсвязи и Минпромторгу организовать в 2010–2011 гг. разработку национальных стандартов системы цифрового вещания DRM». Как мне известно, такой стандарт ещё не разработан. Но как бы там ни было, пожелаем коллективу Сарапульского радиозавода поскорее освоить серийное производство DRM-радиоприёмников для россиян.

ЛИТЕРАТУРА

1. <http://www.electrosignal.ru>.
2. <http://www.cqham.ru/trx/rbm.html>.
3. Красноярский радиотехнический завод. Годы войны. Газета «Сигнал 2010». ФГУП «НПП «Радиосвязь». Май 2010.
4. <http://www.cqham.ru/trx/pr-4.html>.
5. <http://www.srz-holding.ru/>.



СВЕТОДИОДНЫЕ КЛАСТЕРЫ



Кластер представляет собой печатную плату на алюминиевом основании с установленными мощными светодиодами Cree XLamp®. Печатная плата служит для монтажа и электрического подключения светодиодов в изделия, а также является первичным теплоотводом.

На кластерах допускается использование стандартной вторичной оптики Carclo, Ledil.

Преимущества:

- Светодиоды серии XP-C/XP-E/XP-G/MC-E/MX-3/MX-6
- Цвет свечения WHC/WHS/WHW/RED/RDO/AMB/GRN/BLU/ROY/RGB/RGBW
- Установка вторичной оптики Carclo и Ledil
- Модели от 1 до 72 светодиодов
- Разработка и поставка светодиодных кластеров по вашему техническому заданию

ОФИЦИАЛЬНЫЙ ДИСТРИБЬЮТОР ПРОДУКЦИИ XLIGHT

SEMICON/SOLARCON Russia 2012!

SEMICON[®] Russia 2012

May 15-16, 2012
ExpoCenter, Moscow, Russia

«Микроэлектроника служит драйвером для любого высокотехнологического развития». – Хайнц Кюндерт, президент Европейского отделения Глобальной промышленной ассоциации SEMI

15–16 мая 2012 г. в ЦВК «Экспоцентр» состоится ведущая международная выставка оборудования, материалов, технологий и услуг для полупроводниковой промышленности – SEMICON Russia 2012, организуемая SEMI при поддержке Корпорации РОСНАНО, ОАО Sitronics, M+W Group, SVCS и других российских и зарубежных компаний.

Развитие индустрии полупроводников является одной из главных задач российской политики модернизации. Сегодня Правительство РФ вместе с крупнейшими международными игроками стремится создать благоприятные условия для привлечения инвестиций в эту отрасль, снимая административные барьеры и тем самым поощряя приток новых знаний и технологий в российскую промышленность.

С 15 по 16 мая 2012 г. лидеры рынка микроэлектроники и фотовольтаики традиционно соберутся на SEMICON Russia для обмена знаниями и опытом, укрепления деловых отношений, выхода на новых заказчиков и презентации последних разработок российским и международным специалистам. Экспозиция SEMICON Russia включает передовые технологии, материалы и оборудование полупроводниковой промышленности и смежных с ней областей: PV, LEDs, MEMS, MST, гибкую электронику и др.

Организатор выставки, Международная промышленная Ассоциация SEMI – «коллективный голос» глобальной микроэлектронной промышленности в отношении политики, нормативных и законодательных вопросов. Миссия SEMI в России – усилить взаимодействие между отечественными и иностранными компаниями и способствовать росту локального и международного рынка в вышеперечисленных областях.

Ежегодно в рамках SEMICON Russia проходит насыщенная деловая программа с участием ведущих учёных, руководителей производственных и исследовательских лабораторий, бизнесменов и представителей правительственных организаций, курирующих микроэлектронику. Она включает доклады, дискуссии и кулуарное общение на фуршетах и кофе-брейках.

В преддверии выставки 14 мая в гостинице Ренессанс Москва Монарх Центр состоится конференция по рынку микроэлектроники, формирующая повестку дня индустрии: создание системы дизайн-центров, развитие партнёрства государства и бизнеса, образование современных научных и производственных кластеров, а также вступление в глобальные альянсы.

В день открытия выставки, 15 мая 2012, на ТехАрене SEMI пройдёт сессия по рынку фотовольтаики SOLARCON Russia 2012, на которой будут обсуждаться перспективы развития рынка солнечной энергетики в России и странах СНГ, создание профессиональных ассоциаций и принятие государственной программы поддержки экологичных и энергосберегающих технологий.

Последний день деловой программы SEMICON Russia 2012, 16 мая, посвящён одному из наиболее перспективных направлений светотехники – индустрии светодиодов, неразрывно связанной с проблемой

энергосбережения. На сессии по светодиодам главы крупнейших отечественных компаний, научных институтов и предприятий расскажут о новейших разработках в области светодиодов, расширении сферы их применения, а также успешном опыте кооперации с зарубежными компаниями. Место проведения – ТехАрена SEMI.

Помимо этого, 16 мая, в рамках выставки пройдёт совещание участников совместного проекта EU-RU.NET, находящегося на завершающей стадии, где они выступят с презентациями своих пилотных проектов.

Подробную информацию о графике, месте проведения и правилах участия в мероприятиях деловой программы SEMICON Russia 2012 Вы найдёте на сайте выставки: www.semiconrussia.org.

Информация об организаторе выставки:

SEMI является глобальной промышленной ассоциацией, объединяющей производителей оборудования, материалов и услуг, работающих в области микроэлектроники, фотовольтаики, дисплеев, а также в других смежных областях. SEMI была основана в 1970 г. и с этого времени работает на благо многочисленных членов ассоциации, помогая им достичь желаемых результатов в бизнесе, развивая новые для них рынки, помогая разрешать общие для промышленности проблемы, координируя разработку и корректировку международных стандартов SEMI, и многое другое. Для получения более детальной информации, пожалуйста, зайдите на сайт www.semi.org.

www.semiconrussia.org

Тел. +7 (49) 649-6911,

+7 (926) 012-0439

Электроника → Транспорт



14-16 мая 2012 г.
Москва, ВВЦ

VI МЕЖДУНАРОДНАЯ ВЫСТАВКА

ТЕМАТИКА:

- Системы диспетчеризации и управления
- Комплексы навигации и связи
- Системы безопасности
- Информационные системы
- Автоматика, телемеханика
- Измерительные и диагностические приборы
- Вычислительные комплексы для транспорта
- Дисплеи и индикаторы
- Источники питания, вторичные преобразователи
- Электронные компоненты для транспортного приборостроения
- Разъемы, соединители, кабели
- Светотехническая продукция

Одновременно с выставкой:



ЭлектроТранс 2012
Международная выставка

[Http://www.electrotrans-expo.ru](http://www.electrotrans-expo.ru)

КОНФЕРЕНЦИЯ:

“Системы мониторинга и управления как средство повышения эффективности и безопасности использования автотранспорта коммерческих и муниципальных предприятий”
Организатор: “Профессиональные Конференции”, тел. (495) 33-324-66



Реклама

Оргкомитет:
+7(495) 287-4412, info@e-transport.ru
[Http://www.e-transport.ru](http://www.e-transport.ru)

ПОДДЕРЖКА:





ЗАО «НАУЧНО-ПРОИЗВОДСТВЕННАЯ ФИРМА «ДОЛОМАНТ»

ВЫСОКИЕ ТЕХНОЛОГИИ НА СЛУЖБЕ ОТЕЧЕСТВУ

Контрактное производство

электронных изделий любой сложности по конструкторской документации заказчика

★ **Электронные компоненты**

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

★ **Поставка печатных плат**

ДОЛОМАНТ является партнером мировых лидеров по производству печатных плат.

★ **Монтаж печатных плат**

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

★ **Сборка приборов, стоек, шкафов**

Полный цикл производства электроники.

Заказные разработки

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

Разработка и производство электронного оборудования и программного обеспечения

Более 500 изделий для специальных применений и жестких условий эксплуатации

Поставка в качестве второго поставщика

Более 400 000 наименований изделий иностранного производства под контролем военного представительства

Специальные проверки и исследования

Контакты

Россия, 117437, г. Москва, ул. Профсоюзная, д. 108
Тел.: (495) 234-0639, факс: (495) 232-1654
E-mail: info@dolomant.ru
E-mail: cd@dolomant.ru

Заказные разработки

**Контрактное
производство
электроники**

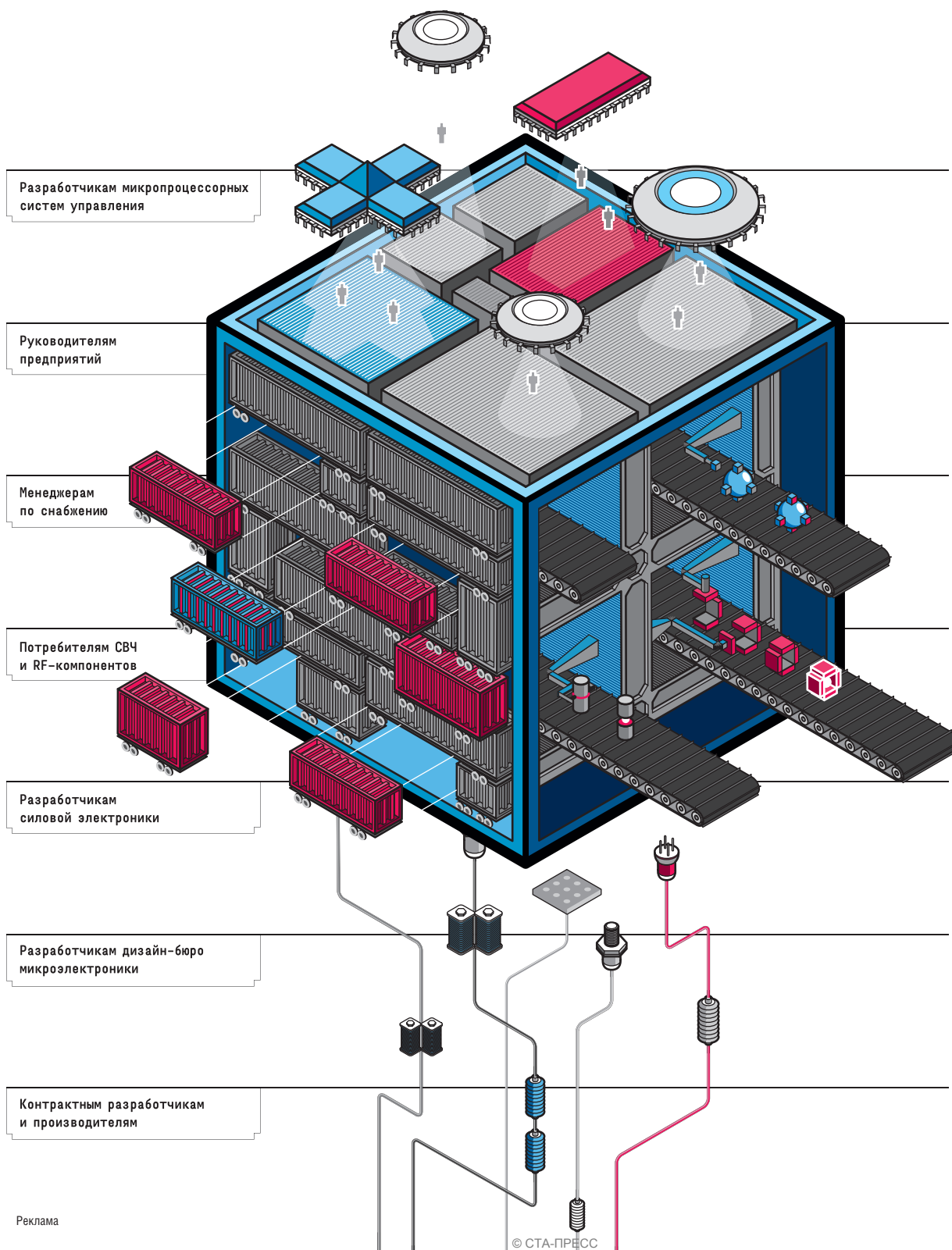
Россия, 117342, г. Москва, ул. Введенского, д. 3
Тел.: (495) 739-0775, факс: (495) 739-0776
E-mail: product@dolomant.ru

НОВАЯ ЭЛЕКТРОНИКА / РОССИЯ

17–19 АПРЕЛЯ 2012

МОСКВА
ЭКСПОЦЕНТР
НА КРАСНОЙ ПРЕСНЕ

главная российская выставка электронных компонентов и модулей



-
-
-
-
-
-
-
-
-
-
-
-
-
-
-
-
-
-
-
-
-
-

МЫ ПОДДЕРЖИМ ВАШИ РАЗРАБОТКИ!



- Инженерное сопровождение проектов
- Предоставление образцов и отладочных средств
- Широкая линейка продукции со склада в Москве

Реклама

КОМПЭЛ – дистрибьютор №1 продукции ON Semiconductor в России

Москва
Тел.: (495) 234-7764, доб. 2457
Ромадина Ирина
E-mail: ons@compel.ru

Санкт-Петербург
Тел.: (812) 327-9404, доб. 4231
Романов Олег
E-mail: support.spb@compel.ru

 **Компэл**
www.compel.ru