Современная электроника

5
2013



В номере:

- СТАНДАРТ StackPC И СИСТЕМЫ НА ЕГО ОСНОВЕ
- ПРИЁМНЫЙ МОДУЛЬ ДЛЯ СТАНЦИИ UMTS
- БЫСТРОЕ ОСВОЕНИЕ МК STM32
- ПУЛЬТ УПРАВЛЕНИЯ ПРИВОДАМИ ШАГОВЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ
- ВЕСЕННИЙ СТАРТ: «НОВАЯ ЭЛЕКТРОНИКА», «ЭКСПОЭЛЕКТРОНИКА», «ВКТ»...

www.soel.ru

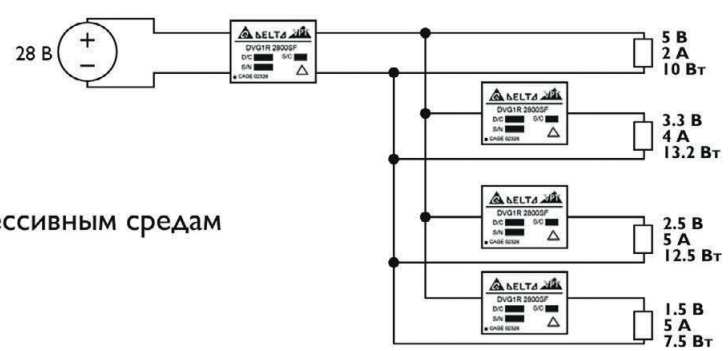
Неизолированные DC/DC модули VPT для специальных применений

VPT
Power Your Critical Mission Today



Особенности:

- Входное напряжение: от 3,5 до 7,0 В
- Регулируемый выход: от 0,8 до 3,4 В
- Ток нагрузки до 3, 5, 10, 15 и 20 А
- КПД до 96%
- Плотность мощности > 100 Вт/дюйм^3
- Ультракомпактные размеры, малый вес
- Герметичный корпус, устойчивость к агрессивным средам
- Рабочая температура: -55°C ... +125°C
  без снижения номинальной мощности
- Устойчивость к перегрузкам: до 3000 g



официальный дистрибьютор в России

ПетроИнТрейд
PT Electronics Holding

тел. 8-800-333-6350
vpt@petrointrade.ru
www.petrointrade.ru

Дополнительные услуги:

образцы со склада • техническая поддержка • военная приёмка • сертификационные испытания

Реклама

РАЗЪЕМЫ НА ПЛОСКИЙ КАБЕЛЬ

MICRO-MATCH

на плоский кабель 1.27 мм

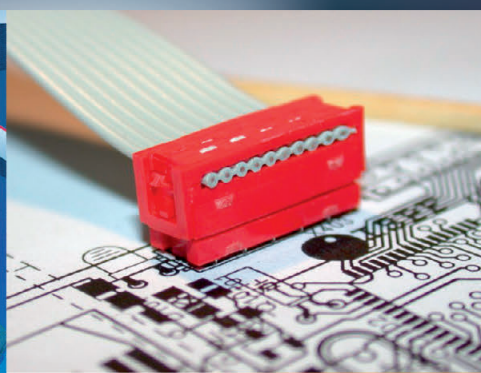
TE connectivity

Authorized Distributor

- самые миниатюрные разъемы на плоский кабель
- работа в условиях высокой вибрации
- защита от истирания контактов
- число контактов 2-20







AMP-LATCH

на плоский кабель 1.27 мм



- розетки на кабель с числом контактов 10-64
- шаг разъемов 2,54 x 2,54 мм
- стыкуются со стандартными штыревыми разъемами
- пазы и направляющие на корпусе для гарантии правильного сочленения

Реклама

www.platan.ru ПЛАТАН

Офисы в Москве: м. Молодежная: ул.Ивана Франко, 40, стр.2, (495) 97 000 99, platan@aha.ru;
м. Новослободская: 1 й Щемиловский пер., 16, стр.2 (495) 744 70 70, platan@platan.ru
Офис в Санкт Петербурге: ул. Зверинская, 44 (812) 232 88 36, baltika@platan.spb.ru

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

СОВРЕМЕННАЯ ЭЛЕКТРОНИКА

№ 5, 2013
Издаётся с 2004 года

Главный редактор
Алексей Смирнов

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

Литературный редактор
Ольга Семёнова

Вёрстка
Олеся Фрейберг

Обложка
Дмитрий Юсим

Распространение
Ирина Лобанова
(info@soel.ru)

Реклама
Ирина Савина
(advert@soel.ru)

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

Производственно-практический журнал
Выходит 9 раз в год
Тираж 10 000 экземпляров
Журнал зарегистрирован в Федеральной службе по надзору за соблюдением законодательства в сфере массовых коммуникаций и охране культурного наследия (свидетельство ПИ № ФС77-18792 от 28 октября 2004 года)
Свидетельство № 00271-000 о внесении в Реестр надёжных 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, 2013

5/2013 Contents

MARKET

News from the Russian Market 4

History and Prospects of Lighting 8
Mikhail Kukunov, Aleksandr Vasiliev, Vasilii Jurchenko

ELEMENTS AND COMPONENTS

Fast Studying of Microcontrollers STM32 12
Oleg Val'pa

A One-Half Square Inch UMTS Base Station Receiver Module 18
Douglas Stuetzle, Todd Nelson

Power Line Communication Technologies, Yitran & Maxim PLC Modem's Components 22
Yurii Petropavlovskii

Multichannel Power Semiconductor Module 30
Vladimir Boyko, Pavel Kovalenko, Viktor Shevyakov, Andrey Ignatov

DEVICES AND SYSTEMS

StackPC Form Factor – New Approach to Development of Built-in Modules and Systems. Part 2. The StackPC Standard and Systems on its Basis . . . 32
Alexey Sorokin

AC/DC Converters of the Class Industrial of Production of the TESLA Electric Company 42
Aleksandr Goncharov, Sergey Dovbishev

ENGINEERING SOLUTIONS

The Device of Control and Protection of the Electric Motor of a Submersible Pump 44
Evgenii Kolesnikov

Control Panel of Drives of Step Engines 52
Sergei Shishkin

An Application of Cavity Resonators in Piezoelectric Electroacoustic Transducers 58
Valerii Sharapov, Anna Salagor, Janna Sotula, Vasilii Zaika

DESIGN AND SIMULATION

Review of Design Procedures of Printed-Circuit Boards «Cadence Allegro PCB Designer» 62
Anatolii Sergeev

VHDL Software for Functional Verification of Digital Systems. Methodology of OS-VVM 66
Nikolai Avdeev, Petr Bibilo

EVENTS

Oleg Losev's Inventions That Shook the World. To the 110 Anniversary of the Birth of Losev 72
Vladimir Bartenev

«ExpoElectronica 2013»: Steady Growth and New Projects 76

Time of Changes in the VKT market 77

Exhibition «ElectroTrans 2013»: Modern Transport for Modern Russia 79

New Electronics on the Exhibition «New Electronics» 80

Содержание 5/2013

РЫНОК

4 **Новости российского рынка**

8 **История и перспективы искусственного освещения**
Михаил Кукунов, Александр Васильев, Василий Юрченко

ЭЛЕМЕНТЫ И КОМПОНЕНТЫ

12 **Быстрое освоение микроконтроллеров STM32**
Олег Вальпа

18 **Миниатюрный приёмный модуль для базовой станции UMTS**
Дуглас Штуцль, Тодд Нелсон

22 **Технологии передачи данных по электрическим сетям: элементная база компаний Yitran и Maxim для PLC-модемов**
Юрий Петропавловский

30 **Многоканальный силовой полупроводниковый модуль**
Владимир Бойко, Павел Коваленко, Виктор Шевяков, Андрей Игнатов

ПРИБОРЫ И СИСТЕМЫ

32 **Форм-фактор StackPC – новый подход к разработке встраиваемых модулей и систем. Часть 2. Стандарт StackPC и системы на его основе**
Алексей Сорокин

42 **AC/DC-преобразователи класса Industrial производства компании TESLA Electric**
Александр Гончаров, Сергей Довбышев

ИНЖЕНЕРНЫЕ РЕШЕНИЯ

44 **Устройство управления и защиты электродвигателя погружного насоса**
Евгений Колесников

52 **Пульт управления приводами шаговых двигателей**
Сергей Шишкин

58 **Применение объёмных резонаторов в пьезоэлектрических электроакустических преобразователях**
Валерий Шарапов, Анна Салагор, Жанна Сотула, Василий Заика

ПРОЕКТИРОВАНИЕ И МОДЕЛИРОВАНИЕ

62 **Обзор технологий проектирования печатных плат Cadence Allegro PCB Designer**
Анатолий Сергеев

66 **Средства VHDL для функциональной верификации цифровых систем. Методология OS-VVM**
Николай Авдеев, Пётр Бибило

СОБЫТИЯ

72 **Изобретения Олега Лосева, которые потрясли мир. К 110-летию со дня рождения учёного**
Владимир Бартенев

76 **«ЭкспоЭлектроника 2013»: устойчивый рост и новые проекты**

77 **Время перемен на рынке ВКТ**

79 **Выставка «ЭлектроТранс 2013»: здоровый транспорт для современной России!**

80 **Новая электроника на «Новой электронике»**

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, (800) 555-4748
http://www.setbook.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

На правах рекламы

Новости российского рынка

Приборы и системы

РТКон от РТСофт – актуальный RUgged™-дизайн для ответственных приложений

РТСофт разработал новый бортовой компьютер класса HMI на платформе COM Express Intel Atom для ответственных приложений. Успешные испытания и сертификация РТКона показали его большой запас прочности: предельные результаты в большинстве случаев значительно превосходят требования отраслевых стандартов.



РТКон – это не только готовое инженерное решение с широким набором опций для работы в современных беспроводных коммуникациях типа GSM, LTE, Wi-FI, LAN и промышленные CAN-сети. Это актуальная референсная платформа с большим набором корневых компетенций, предназначенная для быстрой и бюджетной кастомизации компьютера для конкретных приложений.

РТКон ориентирован на приложения в промышленности, энергетике, транспорте и обороне, работающие в расширенном диапазоне температур. Современная мультимедийная архитектура, поддерживающая мультитач и функциональную клавиатуру, широкий спектр операционных систем класса Windows, Linux, QNX, VxWorks и другие актуальные возможности машины делают её удобной и конкурентоспособной для разработчиков готовых систем.

Создание РТКона стало новым этапом усиления компетенции специалистов дизайн-центра РТСофт в области разработки актуальных индустриальных и транспортных решений. Развитие линеек машин такого типа планируется осуществлять на базе перспективных COM Express платформ с ядром Intel Atom и ультрасовременных платформ типа SMARC с ядром ARM от FreeScale, TI и NVIDIA с дополнительной поддержкой ОС Android.

www.rtsoft.ru
Тел.: +7 (495) 967-1505,
+7 (495) 742-6828

Загрузочный кабель LDM-XUP USB-JTAG

Компания LDM-SYSTEMS в начале 2013 года начала производство полного аналога XUP USB-JTAG под маркировкой LDM-XUP USB-JTAG.



Данное устройство представляет собой мост между USB-каналом персонального компьютера и логикой программирования или конфигурирования ПЛИС. XUP USB-JTAG оснащён USB-портом, мостом USB, ПЛИС CPLD, буфером согласования уровней напряжения и разъёмом JTAG.

Устройство является полным аналогом XUP USB-JTAG. Оно поддерживает загрузку данных непосредственно из среды проектирования Xilinx ISE, позволяет конфигурировать FPGA (Virtex-II, Virtex E, Virtex, Spartan-6, Spartan-3E, Spartan-3) и осуществлять программирование CPLD (CoolRunner-II, CoolRunner XPLA3, XC9500XL, XC9500) и PROM (XCF01, XCF02, XCF04, XCF08, XCF16 и XCF32).

www.ldm-systems.ru
Тел. +7 (495) 500-8920,
+7 (903) 283-8318, +7 (903) 967-1924

«Скоростной CompactPCI» – инновационный подход при построении высокоскоростных встраиваемых систем

РТСофт и Kontron объявляют о новой инициативе в области ВКТ – «Скоростной CompactPCI». В рамках представленной технологии поддерживаются два стандарта:

1. CompactPCI Serial (PICMG S.0) для модулей формата 3U с интерфейсами PCIe, Gigabit Ethernet, USB и SATA на объединительной магистрали;
2. CompactPCI Serial Mesh (PICMG 2.20) для модулей формата 6U с интерфейсом 10 Gigabit Ethernet на объединительной магистрали.

Продукты формата CompactPCI Serial применяются в многопроцессорных системах для обработки сложных изображений, системах записи видео и данных радаров с использованием архитектур SATA и RAID, системах беспроводной связи с высокой пропускной способностью, многомониторных системах в диспетчерских и центрах управления.

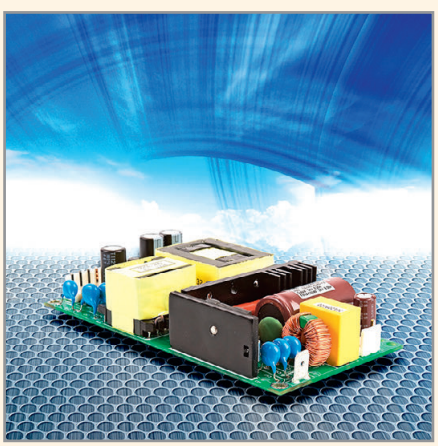
Примеры применения новых модульных систем формата CompactPCI Serial Mesh можно найти в телекоммуникациях и системах передачи данных высокой готовности, радарах, гидролокаторах, системах с использованием сложных вычислительных алгоритмов.

В рамках инициативы «Скоростной CompactPCI» РТСофт и Kontron выводят на рынок инновационные продукты и системные платформы. В числе новинок 3U CompactPCI Serial – процессорный модуль CPS3003-SA с Intel Core i7 3-го поколения, модуль-носитель для жёстких дисков CPS3101, модуль-носитель стандартных мезонинов XMC CPS3105, сетевые модули CPS3402 и CPS3410. Формат 6U CompactPCI Serial Mesh представлен процессорным модулем CP6004X-SA с Intel Core i7 3-го поколения и высокоскоростной системной платформой CP-RAPID3, имеющей объединительную магистраль с топологией Full Mesh для 10 Gigabit Ethernet и PCIe.

www.rtsoft.ru
Тел.: +7 (495) 967-1505,
+7 (495) 742-6828

Универсальные компактные низкопрофильные 225 Вт источники питания AC/DC

XP Power объявила о начале выпуска высокоэффективных низкопрофильных источников питания AC/DC серии ECP225. Модули питания обеспечивают мощность в нагрузке до 150 Вт в условиях свободного конвекционного отвода тепла, а применение принудительного воздушного охлаждения потоком 10 CFM (фут³/мин) позволяет обеспечить максимальную мощность 225 Вт. Высокое значение КПД до 94% и потребляемая в режиме холостого хода мощность менее 0,5 Вт гарантируют соответствие изделия самым послед-



На правах рекламы

Новости российского рынка

ним стандартам, устанавливающим требования к эффективности использования энергии.

Эти ультракомпактные источники питания (высота модулей питания 25,4 мм и площадь основания 63,5×127 мм) занимают значительно меньший объём, чем предлагаемые сегодня на рынке источники с аналогичной выходной мощностью.

Серия ECP225 включает пять одноканальных моделей с выходными напряжениями +12, +15, +24, +28 и +48 В. Функция регулировки выходного напряжения обеспечивает диапазон регулирования выходного напряжения ±5% от номинального значения, что позволяет компенсировать потери на соединительных проводниках или специальных требований к напряжению в конкретных применениях. Кроме того, специальный канал 12 В / 0,5 А предназначен для питания вентилятора.

Соответствие требованиям безопасности стандартов UL/IEC/EN 60950-1 к оборудованию информационной технологии, и самых последних жёстких стандартов ANSI/AAMI IS 60601-1 и IEC/EN60601-1 (3-е издание), распространяющихся на безопасность медицинских электрических приборов и аппаратуры, позволяет применять модули серии ECP225 в широком ряде приборов информационной технологии, промышленного и медицинского оборудования. Модули также соответствуют требованиям стандартов EN55011 и EN55022 Class B к уровню кондуктивных помех, а по ограничениям Class A – к помехам излучения.

Модули питания серии ECP225 сохраняют работоспособность в диапазоне температур –20…+70°C и без понижения мощности до +50°C.

Продукция обеспечивается 3-летней гарантией производителя.

www.prosoft.ru

Тел.: (495) 234-0636

Парковые светодиодные светильники XLight

Компания XLight представляет светодиодные светильники серии XLD-PL35H, предназначенные для освещения парков, скверов, бульваров, территорий микрорайонов и коттеджных посёлков.

Линейка состоит из двух моделей, отличающихся световым потоком и потребляемой мощностью. Алюминиевый корпус и прозрачный рассеиватель из оптического поликарбоната обладают высокой механической прочностью.

Отличительной особенностью данных светильников является отсутствие слепящего эффекта, при этом обеспечивается комфортное мягкое освещение в тёмное время суток. Представленные приборы создают уютную атмосферу, подчёркивая красоту природного ландшафта.

Технические характеристики:

- световой поток от 1800 до 3600 лм;
- мощность от 25 до 45 Вт;
- питание ~220 В AC;
- степень защиты IP65.

Вся продукция XLight сертифицирована и доступна со склада производителя в Москве.

www.xlight.ru

Тел.: +7 (495) 232-1652

Элементы и компоненты

Низкопрофильный малошумящий прецизионный термостатированный кварцевый генератор ГК331-ТС

ОАО «МОРИОН» (Санкт-Петербург), ведущее предприятие России и один из мировых лидеров в области разработки и серийного производства кварцевых приборов стабилизации и селекции частоты, представляет новый низкопрофильный прецизионный малошумящий термостатированный кварцевый генератор ГК331-ТС.

Данный генератор выполнен в стандартном корпусе с размерами 25×25 мм. Расположение и назначение выводов полностью соответствуют широко известному на российском рынке генератору ГК85-ТС. При этом генератор ГК331-ТС имеет высоту всего 10,6 мм и обеспечивает стабильность частоты в интервале рабочих температур до $\pm3\times10^{-9}$. Долговременная нестабильность частоты обеспечивается на уровне до $\pm2\times10^{-8}$ за год. Генератор выпускается в вариантах с напряжением питания 5 В и 12 В, КМОП и SIN выходным сигналом.



Важной отличительной особенностью является резко улучшенный уровень фазовых шумов, который ранее был недоступен для генераторов таких габаритов. В частности, для генераторов на 10 МГц обеспечиваются следующие значения: <–152 дБ/Гц для отстройки 100 Гц, <–160 дБ/Гц для отстройки 1000 Гц и <–165 дБ/Гц для отстройки 10 000 Гц. Комплекс характеристик, обеспечиваемый генератором ГК331-ТС, делает его гибким и удобным решением для широкого спектра применений.

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

www.morion.com.ru

Тел.: +7 (812) 350-7572, (812) 350-9243

Новые светодиодные модули Mini Zenigata с круглым источником света

Новое поколение светодиодных модулей Mini Zenigata, представленное компанией Sharp, имеет световую отдачу до 100 лм/Вт, световой поток до 1370 лм и высокие значения индекса цветопередачи (CRI) – до 93.

В модулях Mini Zenigata (номер GW6BxxxxHED) используются источники света круглой формы, которая упрощает конструкцию оптической системы и делает изделия схожими по своим характеристикам с эффективными точечными источниками света.

По сравнению с другими предыдущими модулями, в том числе моделями светодиодных модулей Sharp, новинка не требует использования сложной оптики. Относительно малые габариты в сочетании с небольшим круглым источником света позволяют разрабатывать компактные модули с узким углом светораспределения, что особенно важно для прожекторов и светильников типа downlight.

Базой для новых светодиодов Mini Zenigata продолжает оставаться керамическая подложка на основе оксида алюминия (Al_2O_3) с размерами 15×12×1,6 мм. Механически они полностью совместимы не только с более ранними моделями, но и с аналогами других производителей, поэтому могут быть легко интегрированы в существующие изделия.

Новое поколение включает в себя пять различных серий с потребляемой мощностью 6, 7, 9 12 и 15 Вт, отличающихся значениями рабочего тока и напряжения. Доступны два типа модели с потребляемой мощностью 12 Вт: 320 мА / 36 В и 640 мА / 18 В. За исключением модели с потребляемой мощностью 7 Вт, для которой требуется напряжение 15 В, все остальные се-

На правах рекламы

Новости российского рынка

рии рассчитаны на рабочее напряжение 36 В, однако имеют разные значения рабочего тока.

Модель с потребляемой мощностью 6 Вт имеет рабочий ток 160 мА, с мощностью 9 Вт – 240 мА, а с мощностью 15 Вт – 400 мА. Тем не менее, допускается использовать все модели новой серии и при больших значениях тока в случае необходимости достичь более высокого уровня светового потока. При прямом токе 260 мА световой поток светодиодных модулей с мощностью 6 Вт способен достичь 830 лм, а светодиодные модули с мощностью 15 Вт могут обеспечить до 2055 лм при токе 650 мА.

Значение цветовой температуры новых светодиодных модулей находится в пределах от 2700 K до 5000 K, что соответствует тёплым, естественным и натуральным оттенкам белого цвета. Разбиновка по цветовой температуре производится в пределах трёхшагового эллипса МакАдама.

Благодаря высокому коэффициенту теплопроводности керамической подложки, светодиодные модули Sharp имеют хороший отвод тепла от активной области светодиодных кристаллов, что обеспечивает их длительный срок службы – более 40 000 часов при рабочей температуре 90°C. Гладкая поверхность обратной стороны основания модулей Mini Zenigata способствует эффективному теплообмену и позволяет надёжно прикреплять их к элементам охлаждения арматуры светотехнических устройств.

Образцы новых светодиодных модулей Mini Zenigata можно заказать у официального дистрибьютора Sharp в России и странах СНГ – компании ПРОСОФТ.

www.prosoft.ru

Тел.: +7 (495) 234-0636

Новые 4,3" TFT ЖК-дисплеи с яркостью 500 кд/м² от Raystar Optronics

Raystar Optronics, Inc, известный производитель плоскопанельных дисплеев, начала поставки новых моделей 4,3" TFT ЖК-дисплеев RFE430G и RFE430H. Модель RFE430G является совместимой с текущей серией RFE430C, но имеет следующие отличия:

- длина плоского кабеля (FPC, Flexible Printed Circuit): RFE430C – FPC 44,05 мм, RFE430G – FPC 45,80 мм;
- кристаллы светодиодов подсветки: RFE430C – 9 штук, RFE430G – 10 штук.

Дисплейный модуль RFE430H поддерживает режим DE+Sync и имеет 10 кристаллов светодиодов в системе подсветки.

Основные технические параметры RFE430G и RFE430H:

- матрица 430 × RGB × 272 точек;
- габариты модуля 106,7 × 69,9 мм (105,5 × × 67,2 мм для RFE430H);
- видимая область экрана 95,04 × 53,86 мм;
- шаг пиксела 0,066 × 0,198 мм;
- тип дисплея: TFT, просветный;
- направление считывания: 12:00 часов;
- тип подсветки: светодиодная, 10 кристаллов белого свечения;
- интерфейс: RGB/MCU. FPC 45,8 мм (44,05 мм для RFE430H);
- поддержка режима DE (поддержка режима DE + Sync для RFE430H);
- диапазон рабочих температур –20…+70°C;
- диапазон температур хранения –30…+80°C.



Дисплеи могут применяться в измерительных приборах, судовых навигационных приборах, а также потребительской электронной аппаратуре.

www.prosoft.ru

Тел.: +7 (495) 234-0636

Большеформатные ЖК-дисплеи серии EP5550 для круглосуточной работы

Компания Planar Systems (США) представила новую серию EP5550 большеформатных ЖК-дисплеев для промышленных применений в режиме работы 24/7, которые предлагают полный ряд подключений, включая HD-SDI.

Устройства характеризуются высокой яркостью, ландшафтным и портретным режимами работы. Они имеют тонкую металлическую фальшпанель для обеспечения повышенной прочности и надёжности. Применение светодиодной системы подсветки обеспечивает тонкий профиль менее 50,8 мм.

Новые модели с размером экрана по диагонали 55" специально разработаны для установки в общественных местах и диспетчерских с высокими требованиями к повышенному сроку службы и техническим характеристикам. Каждый дисплей серии EP5550 создан с применением компонентов промышленного класса и характеризуется высокими показателями надёжности, а также полным комплектом возможностей соединения и управления.



Основные параметры моделей серии EP5550:

- разрешение Full HD (1920 × 1080 точек);
- контрастность 4000:1;
- соотношение сторон экрана 16:9;
- размеры корпуса (Ш × В × Г): 1248,6 × × 719,4 × 52,2 мм;
- яркость 700 кд/м²;
- время отклика 6,5 мс;
- частота кадров 60 Гц;
- цветовая гамма 72% NTSC;
- масса 31 кг;
- напряжение питания 100…240 В, частота сети 50/60 Гц;
- потребляемая мощность 225 Вт (макс.) либо <0,5 Вт в дежурном режиме;
- стандартные входы: VGA ×1; HDMI ×2; DVI-D ×1; Display port ×1; композитный видео (RCA) ×1; раздельный видеосигнал (RCA) ×1; S-Video (Mini DIN) ×1;
- звуковой вход и левый/правый линейный звуковой выход;
- управление дисплеем: LAN RJ45, RS-232, инфракрасный, клавиатура (с возможностью блокировки);
- громкоговорители 10 Вт ×2 (встроенные);
- автоматическое управление яркостью: датчик внешней освещённости;
- металлический корпус;
- монтаж: 400 × 400 мм VESA; 8 отверстий;
- ресурс подсветки (до снижения яркости в 2 раза от первоначальной) 50 000 ч.

Предусмотрены дополнительные аксессуары: медиаплеер, фиксированная установка на стене, настенный монтаж с возможностью наклона или установка на стол.

www.prosoft.ru

Тел.: +7 (495) 234-0636

Новый справочник XP Power для точного выбора и классификации ИП

Компания XP Power выпустила первое издание каталога продукции в новом кратком формате. Цветной 56-страничный справочник Power Supply Selector использует чрезвычайно информативный и визуально привлекательный метод представле-

На правах рекламы

Новости российского рынка

ния обширной линейки источников питания (ИП) AC/DC- и DC/DC-преобразователей компании XP Power.

В удобной форме представлены основные технические характеристики для каждой продуктовой линейки. Задача по первоначальной выборке продукции из целого семейства ИП упрощена использованием классификационных страниц, содержащих краткое описание концепции каждой серии, систематизированных по типам и значению выходной мощности.

Продукция XP Power представлена модулями ИП AC/DC, охватывающих выходные мощности от 5 до 3000 Вт, и DC/DC-преобразователями с выходными мощностями от 0,25 до 600 Вт.

Среди новых разделов справочника необходимо отметить:

- самые маленькие на рынке 5 и 10 Вт герметизированные ИП AC/DC для монтажа на печатную плату;
- высокоэффективные ИП с КПД до 95% в исполнении «открытый каркас»;
- 200 Вт ИП с конвекционным отводом тепла и площадью платы 3" × 5";
- ИП, сертифицированные для применения в медицинской аппаратуре (данные модули доступны в диапазоне мощностей от 15 до 2500 Вт);
- DC/DC-преобразователи, способные работать в весьма широком диапазоне входных напряжений (обычно используются в аппаратуре железнодорожного транспорта).

В справочнике повсеместно используются условные знаки для обозначения изделий, сертифицированных для применения в медицинском электрооборудовании, а также соответствующих требованиям стандартов по энергетической эффективности к значению потребляемой мощности в режиме холостого хода и, соответственно, значению КПД.

Справочник Power Supply Selector можно загрузить с сайта компании www.xppower.com.

Печатаная версия каталога доступна по запросу у официального дистрибьютора продукции XP Power в России и странах СНГ – компании ПРОСОФТ.

Выбор ИП также обеспечивается посредством специализированных приложений для iPhone и для платформ на базе Android.

www.prosoft.ru

Тел.: +7 (495) 234-0636

Конкурс на замещение должности начальника радиотехнической лаборатории

ОАО «Плутон», ведущее российское предприятие и один из мировых лидеров в области разработки и производства электровакуумных приборов СВЧ-диапазона, объявляет о проведении конкурса на замещение должности начальника радиотехнической лаборатории по разработке модуляторов контрольно-испытательного оборудования.

Для участия в конкурсе необходимо предоставить следующие документы:

- заявление об участии;
- автобиографию;
- копии документов о высшем профессиональном образовании;
- сведения о научной (научно-организационной) работе за последние пять лет.

Срок приёма документов – 2 месяца со дня опубликования объявления.

Заявки и документы направляйте по адресу ***kadry@pluton.msk.ru***.

Справки и дополнительная информация по тел.: ***+7 (495) 916-8793, +7 (495) 916-8708, +7 (495) 916-8769***.

www.pluton.msk.ru



История и перспективы искусственного освещения

Михаил Кукунов, Александр Васильев, Василий Юрченко (г. Томск)

Тепло и свет – постоянно потребляемые человеком энергетические ресурсы – становятся самыми дорогими составляющими его жизни. В статье рассматриваются тенденции развития искусственного освещения и комфортности излучения различных источников света.

Свет представляет собой видимые глазом электромагнитные волны оптического диапазона длиной 380...760 нм, воспринимаемые сетчатой оболочкой зрительного анализатора. От светового комфорта на рабочем месте зависит качество восприятия информации, которое определяет эффективность деятельности человека. Свет является естественным условием жизни человека, необходимым для сохранения здоровья.

Естественное освещение создаётся солнечными лучами и диффузным светом небосвода (от солнечных лучей, рассеянных атмосферой). Люди обладают замечательной способностью приспосабливаться к окружающей среде. Из всех видов энергии, которую люди могут использовать, свет является самым важным, ключевым элементом нашей способности оценивать форму, цвет и перспективу предметов, окружающих нас в повседневной жизни. Примерно 80% информации, которую мы получаем через органы чувств, поступает через свет.

Световой комфорт на рабочих местах обеспечивался и обеспечивается за счёт солнечных лучей, многократно отражённых от облаков и миллиардов твёрдых и жидких частиц, содержащихся в атмосфере. Естественное освещение является наиболее ценным видом освещения, к которому максимально приспособлена биология человека. До XIX века к освещению не предъявлялись жёсткие требования: для работы хватало естественного света, поскольку основная деятельность человека протекала вне помещений и в дневные часы.

Социальные изменения, вызванные промышленной революцией, привели к интенсивному освоению внутренних пространств. Возникла необходимость в продлении времени работы производственного оборудования в вечернее и ночное время. Тем самым был дан мощный импульс развитию систем искусственного освещения.

Эволюция источников искусственного освещения интересна и очень показательна (см. рисунки 1–3). Но в этой статье мы обратимся к истории и перспективам светодиодного освещения – четвёртого поколения искусственных источников света.

Способность полупроводников к излучению света была открыта в России еще в 1922 году, когда Олег Лосев заметил свечение некоторых точечных диодов, которые использовались в детекторных радиоприёмниках. Академик Жорес Алфёров в 2000 году получил Нобелевскую премию за изучение полупроводниковых гетероструктур в 1960-е годы. В 1962 году американец Ник Холоньяк сообщил о начале полупромышленного выпуска светодиодов. В 1996 г. японскому инженеру Суджи Накамура из компании Nichia впервые удалось получить светодиод с белым излучением.

К настоящему времени созданы белые светодиоды с общим индексом цветопередачи более 80 и цветные светодиоды с излучением во всех областях видимой части спектра. Срок службы серийных светодиодов в среднем достиг 50 000 часов, а по сведениям некоторых фирм – 100 000 часов. Максимальная единичная мощность светодиода достигла 10 Вт. Чтобы изготавливать качественные светодиоды в необходимом количестве, понадобилось слияние двух отраслей промышленности – электронной и светотехнической.

Светодиоды, в том числе белого света, выпускаются в России фирмами «Корвет-лайтс», «Протон», ОАО НИИПП, «Транс-Лед», НПЦ ОЭП ОПТЭЛ и «Оптоника». В них используются, главным образом, кристаллы тайваньской компании Epistar Corp., которая имеет в своём распоряжении около 200 установок эпитаксиального наращивания.

Появление светодиодных источников позволяет существенно изменить концепцию освещения и продвинуться по пути создания комфортного и экономичного освещения, близкого к естественному. С тех пор как люди научились освещать закрытые помещения, в их распоряжении оказались совсем иные пространства для работы и отдыха. Как только искусственное освещение позволило создавать хорошие зрительные условия для деятельности, неизмеримо возросло само качество нашей жизни.

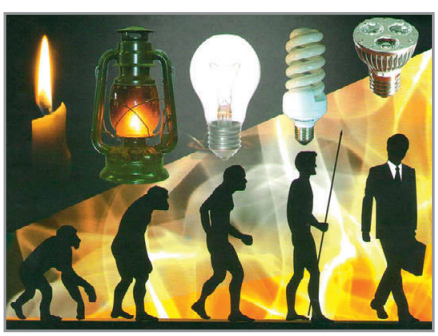


Рис. 1. Значение света в развитии человека



Рис. 2. Диаграмма яркости естественных и искусственных источников света

Современная Россия всё более активно переходит с традиционных источников света на светодиодные. В 2012–2015 годах годовой прирост рынка светодиодов составит 28–48%. Сегодня в России светодиодное освещение занимает до 5% рынка профессионального осветительного оборудования. Динамика последних лет демонстрирует начавшуюся трансформацию структуры рынка в пользу энергосберегающих технологий: сегмент светодиодов вырос с 3,8% в 2006 году до 4,5% в 2008 и до 6,3% в 2010 году. Начиная с 2013 года российский рынок светодиодных источников света будет составлять не менее 200 млн условных ламп. Для обеспечения возникшего спроса необходимо создать 4–5 крупных сборочных производств светодиодных источников света с мощностью не менее 30 млн изделий в год.

Потенциально световая эффективность белых светодиодов может возрасти к 2028 году до 250 лм/Вт, что в 3 раза превышает показатель самых эффективных люминесцентных ламп. Предполагается, что в США к 2025 году

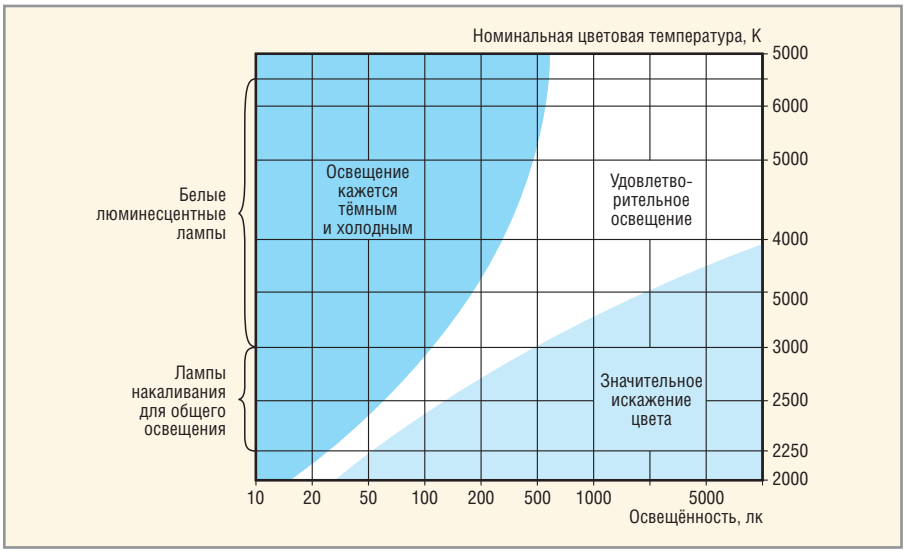


Рис. 3. Диаграмма комфортности в зависимости от уровня освещённости и цветовой температуры

на долю светодиодного будет приходиться половина всего производимого освещения. При этом предполагаемое снижение затрат на электроэнергию составит около $11,8 млрд в год.

Ещё более перспективными, с точки зрения создания комфортных условий для проживания и работы, являются органические светодиодные источники освещения. Есть надежда, что уже скоро во многих домах появятся светящиеся разноцветные потолки, стеклянные стены, которые загораются от прикосновения, и окна, которые начинают светиться при наступлении темноты.

Компания Philips начала исследования органических светодиодов ещё в 1991 году, в рамках разработки OLED-дисплеев. С 2004 года компания рабо-

ГОСУДАРСТВЕННАЯ КОРПОРАЦИЯ «РОСТЕХ»
ОТКРЫТОЕ АКЦИОНЕРНОЕ ОБЩЕСТВО «РОССИЙСКАЯ ЭЛЕКТРОНИКА»

Открытое акционерное общество
«НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ ПОЛУПРОВОДНИКОВЫХ ПРИБОРОВ»

ОАО «НИИПП» приглашает к сотрудничеству в сфере реализации проектов по внедрению светодиодного освещения на территории РФ.
Светодиодное освещение является приоритетным направлением реализации государственных программ по энергосбережению.
В 2013 году исполняется 20 лет с начала серийного производства светодиодной продукции, выпускаемой в настоящее время под торговой маркой SLED.

Предлагаем услуги по внедрению светодиодного освещения на базе светильников производства ОАО «НИИПП»:
— разработка, производство и поставка светодиодных светильников (офисных, бытовых, промышленных, уличных, светосигнальных);
— производство и поставка светодиодов для поверхностного монтажа.

Предприятие предлагает комплекс сервисных услуг:
— обследование объекта;
— проектирование системы освещения;
— поставку светильников;
— гарантийное обслуживание.

Основные преимущества светодиодных светильников:
— малое энергопотребление
— отличная цветопередача
— отсутствие световых пульсаций
— устойчивость к внешним воздействиям
— защита от короткого замыкания
— экологическая безопасность
— пожаробезопасность
— срок службы более 10 лет
— наличие сертификата соответствия
— гарантия 3 года



Реклама

ОАО «Научно-исследовательский институт полупроводниковых приборов»
634034, Россия, г. Томск, ул. Красноармейская, 99 а,
тел. отдела продаж (382 2) 288 283,
факс: (382 2) 55 50 89, e-mail: sneg@mail.tomsknet.ru, www.niipp.ru

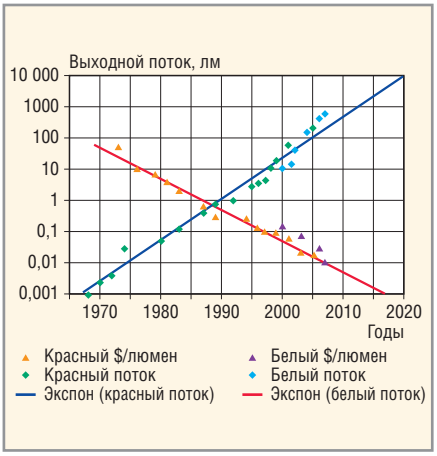


Рис. 4. Динамика светового потока и стоимости 1 люмена с 1968 года

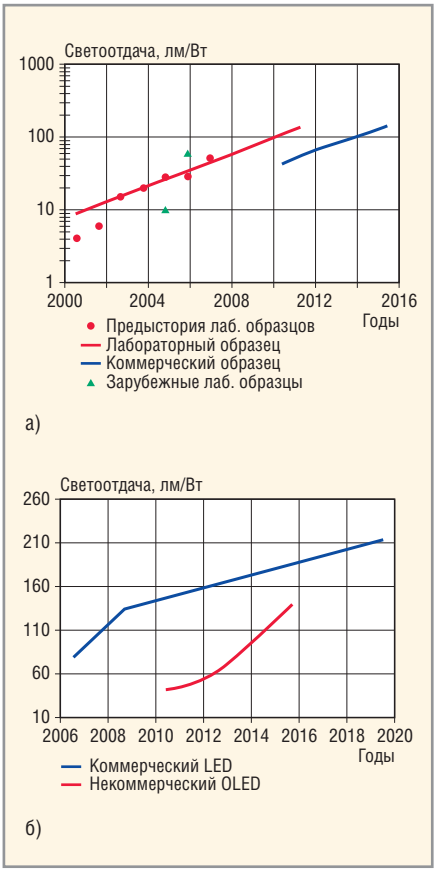


Рис. 5. Прогноз светоотдачи органических источников света до 2015 года

а) логарифмическая шкала,

б) линейная шкала

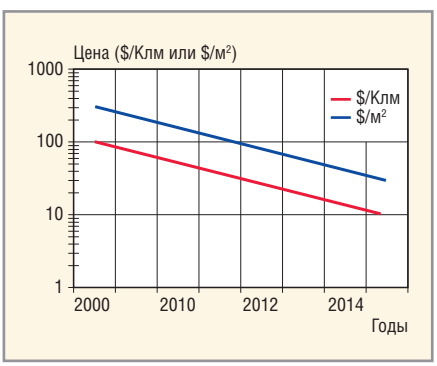


Рис. 6. Прогноз стоимости органических источников света до 2015 года

тает над органическими светодиодами для освещения. Тонкая и плоская структура органических светодиодов позволяет использовать их совершенно иным образом, чем твердотельные светодиоды или любой другой источник света. Компания Philips – первая компания, которая в апреле 2009 года выпустила на рынок продукт Lumiblade и представила легко интегрируемый OLED-модуль – стандартную панель освещения с устройством быстрого подключения.

В 2009 году в Милане и Лондоне вместе с ведущими дизайнерами компания Philips представила различные концепции, созданные на основе органических светодиодов. В 2010 году компания открыла лабораторию органических светодиодов в Аахене, Германия, где эксперты в области электроники, освещения и прикладного дизайна разрабатывают технологии освещения будущего. На рисунках 4–6 представлен прогноз по светоотдаче и стоимости светодиодных источников света на ближайшие годы.

Световой дизайн современных квартир открывает массу возможностей для претворения в жизнь любых идей по оформлению. Этому способствует многообразие световых источников и технологий. С помощью освещения можно управлять пространством квартиры, придавать ей определенный стиль и даже полностью изменять интерьер. Однако мы не должны забывать, что такие элементы человеческого самочувствия, как душевное состояние или степень усталости, зависят от освещения и цвета окружающих нас предметов.

Заключение

Светодиодное освещение займёт все ниши обеспечения комфортным светом, как внутри помещений, так и во всех остальных сферах жизнедеятельности человека. Должным образом сформулированная и оформленная инициатива может обеспечить существенное повышение уровня разработок органических светодиодов в России для задач общего освещения и гарантировать российское лидерство в этой области в рамках развития шестого технологического уклада. Индивидуального потребителя больше привлекает конечная форма и дизайнерское решение. Органический светодиод в этом смысле является значительно более гибким источником света.

Новости мира

Прецизионный калибратор петли тока Fluke 709H

Корпорация Fluke представляет прецизионный калибратор петли тока Fluke® 709H с поддержкой протокола HART в виде простого в работе устройства с дружественным интерфейсом и функцией обмена данными по протоколу HART, которое позволяет сократить время на измерение или моделирование напряжения, тока или мощности в петле. Благодаря наивысшей в своём классе точности 0,01% от измеряемой величины прибор Fluke 709H идеален для технологов, которым требуется прецизионный калибратор петли тока и эффективное устройство обмена данными по протоколу HART в одном компактном, прочном и надёжном устройстве.



Прибор поддерживает определенный набор универсальных и общепринятых команд HART. В режиме обмена данными оператор может считывать основную информацию об устройстве, выполнять диагностику и подгонку калибровки на большинстве передатчиков с поддержкой протокола HART. Ранее это было возможно только при помощи специализированного коммуникатора, многофункционального калибратора высокого класса или ноутбука с модемом HART. В приборе также имеется встроенный подключаемый резистор на 250 Ом для настройки петли для обмена данными по протоколу HART.

У модели 709H и не поддерживающей обмен данными по протоколу HART модели 709 – интуитивный интерфейс со специальными кнопками, поворотная кнопка быстрой настройки Quick-Set и простое двухпроводное подключение, обеспечивающее простоту и удобство измерений. Специальные кнопки 0-100% и кнопки с шагом 25% обеспечивают скорость и простоту тестирования. Функции линейного и пошагового изменения позволяют операторам выполнять тестирование дистанционно, находясь «в двух местах одновременно».

Дополнительное программное обеспечение 709H/TRACK с кабелем связи позволяет регистрировать результаты измерения тока в миллиамперах и параметры передатчиков HART и загружать их на ПК.

www.fluke.com

Новости мира News of the World Новости мира

IR получила награду от Lockheed Martin за участие в программе GPS III

International Rectifier получила от компании Lockheed Martin Space Systems награду – Flight Hardware Delivery Excellence (Непревзойдённое мастерство в поставке аппаратных средств для полётов). Эта награда признаёт преданность компании IR технологическим достижением и успех программы создания спутников GPS III компанией Lockheed Martin.

GPS III является спутниковой системой нового поколения. Именно здесь используются серийные радиационно-стойкие DC/DC-преобразователи компании IR M3G, работающие от сети постоянного напряжения (70 В). Первые спутники GPS III будут обеспечивать в 3 раза лучшую точность и в 8 раз увеличенную защиту от помех за счёт мощности сигнала, наряду с увеличенным расчётным ресурсом спутника и добавлением нового гражданского канала, разработанного для взаимодействия с международными глобальными спутниковыми навигационными системами.

Номенклатура высоконадёжных изделий компании IR простирается от отдельных дискретных компонентов до сложных силовых гибридных модульных сборок и прочных DC/DC-преобразователей. А использование передовой технологии управления электропитанием вместе с требовательными эксплуатационными характеристиками к окружающей среде помогает разработчикам космических, военных, гражданских самолётов, тяжёло нагруженных промышленных и медицинских устройств выпускать продукцию, соответствующую самым жёстким требованиям к конструкции.

Преобразователи серии M3G способны выдерживать воздействие ионизирующих излучений космического пространства при суммарной накопленной дозе радиации с поглощённой дозой более 200 крад (Si). При этом гарантируется отсутствие обратимых и катастрофических отказов от одиночных эффектов при воздействии протонов и ионов с пороговыми линейными потерями энергии (ЛПЭ) более чем 82 МэВ см^2/мг. Представленные приборы упрощают компоновку системы питания, поскольку оснащены встроенными фильтрацией электромагнитных потерь, частотной и фазовой синхронизацией. Устройства M3G выполнены по толстоплёночной гибридной технологии, обеспечивающей компактный объём примерно 43,75 см^3 при наименьшей массе 110 г.

Основные параметры:

- поглощённая доза >200 крад (Si);
- пороговые ЛПЭ >82 МэВ см^2/мг;
- поток нейтронов 8×10^{12} частиц/см^2 (мин.) и $\times10^{13}$ частиц/см^2 (тип.);
- мощность дозы излучения 1×10^8 рад/с (мин.) и $\times10^{11}$ рад/с (тип.);
- диапазон рабочих температур –55…+125°C;
- диапазон входных напряжений: +60…+120 В;
- выходные напряжения: 3,3; 5; 5,2; 12; 15; ±5; ±12; ±15; 5/±12; 5/±15 В;
- выходные мощности 30 Вт (модели с выходным напряжением 3,3 В) и 40 Вт (все остальные модели);
- синхронизация со стороны входных и выходных цепей;
- габариты (Д×Ш×В): 76,2×50,8×11,3 мм;
- масса – менее 110 г.

Все преобразователи соответствуют требованиям стандарта MIL-STD-461C, CE03 и CS01 к излучаемым кондуктивным помехам и устойчивости к воздействию кондуктивных помех.

Среднее время безотказной работы (MTBF) 5×10^6 ч (рассчитано по стандарту надёжности MIL-HDBK-217F2 для условий применения в аппаратуре КА на орбитальном участке полёта SF при температуре корпуса +35°C).

www.irf.com



Быстрое освоение микроконтроллеров STM32

Олег Вальпа (г. Миасс, Челябинская обл.)

Приведено описание архитектуры и функциональных блоков недорогого 32-разрядного ARM-микроконтроллера, а также методика его быстрого освоения на основе практических примеров.

В последние годы 32-разрядные микроконтроллеры (МК) на основе процессоров ARM стремительно завоёвывают мир электроники. Этот прорыв обусловлен их высокой производительностью, совершенной архитектурой, малым потреблением энергии, низкой стоимостью и развитыми средствами программирования.

Краткая история

Название ARM является аббревиатурой Advanced RISC Machines, где RISC (Reduced Instruction Set Computer) обозначает архитектуру процессоров с сокращённым набором команд. Подавляющее число популярных МК, например семейства PIC и AVR, также имеют архитектуру RISC, которая позволила увеличить быстродействие за счёт упрощения декодирования инструкций и ускорения их выполнения.

Появление совершенных и производительных 32-разрядных ARM-микроконтроллеров позволяет перейти к решению более сложных задач, с которыми уже не справляются 8- и 16-разрядные МК.

Микропроцессорная архитектура ARM с 32-разрядным ядром и набором команд RISC была разработана британской компанией ARM Ltd, которая занимается исключительно разработкой ядер, компиляторов и средств отладки. Компания не производит МК, а продаёт лицензии на их производство.

МК ARM – один из быстро развивающихся сегментов рынка МК. Эти приборы используют технологии энергосбережения, поэтому находят широкое применение во встраиваемых системах и доминируют на рынке мобильных устройств, для которых важно низкое энергопотребление. Кроме того, ARM-микроконтроллеры активно применяются в средствах связи, портативных и встраиваемых устройствах, где требуется высокая производительность.

Особенностью архитектуры ARM является вычислительное ядро процессора, не оснащённое какими-либо дополнительными элементами. Каждый разработчик процессоров должен самостоятельно дооснастить это ядро необходимыми блоками под свои конкретные задачи. Такой подход хорошо себя зарекомендовал для крупных производителей микросхем, хотя изначально был ориентирован на классические процессорные решения.

Процессоры ARM уже прошли несколько этапов развития и хорошо известны семействами ARM7, ARM9, ARM11 и Cortex. Последнее делится на подсемейства классических процессоров Cortex-A, процессоров для систем реального времени Cortex-R и микропроцессорные ядра Cortex-M.

Именно ядра Cortex-M стали основой для разработки большого класса 32-разрядных МК. От других вариантов архитектуры Cortex они отличаются, прежде всего, использованием 16-разрядного набора инструкций Thumb-2. Этот набор совмещал в себе производительность и компактность «классических» инструкций ARM и Thumb и разрабатывался специально для работы с языками C и C++, что существенно повышает качество кода.

Большим достоинством МК, построенных на ядре Cortex-M, является их программная совместимость, что теоретически позволяет использовать программный код на языке высокого уровня в моделях разных производителей.

Кроме обозначения области применения ядра, разработчики МК указывают производительность ядра Cortex-M по десятибалльной шкале. На сегодняшний день самыми популярными вариантами являются Cortex-M3 и Cortex-M4.

МК с архитектурой ARM производят такие компании, как Analog Devices, Atmel, Xilinx, Altera, Cirrus Logic, Intel, Marvell, NXP, STMicroelectronics, Samsung, LG, MediaTek, MStar, Qualcomm, Sony Ericsson, Texas Instruments, nVidia, Freescale, Миландр, HiSilicon и другие.

Благодаря оптимизированной архитектуре стоимость МК на основе ядра Cortex-M в некоторых случаях даже ниже, чем у многих 8-разрядных приборов. «Младшие» модели в настоящее время можно приобрести по 30 руб. за корпус, что создаёт конкуренцию предыдущим поколениям МК.

Микроконтроллеры STM32

Рассмотрим наиболее доступный и широко распространённый МК семейства STM32F100 от компании STMicroelectronics [1], которая является одним из ведущих мировых производителей МК. Недавно компания объявила о начале производства 32-битного МК, использующего преимущества индустриального ядра STM32 в недорогих приложениях. МК семейства STM32F100 Value line предназначены для устройств, где не хватает производительности 16-разрядных МК, а богатый функционал «обычных» 32-разрядных приборов является избыточным. Линейка МК STM32F100 базируется на современном ядре ARM Cortex-M3 с периферией, оптимизированной для применения в типичных приложениях, где использовались 16-разрядные МК.

Производительность МК STM32F100 на тактовой частоте 24 МГц превосходит большинство 16-разрядных МК. Данная линейка включает приборы с различными параметрами:

- от 16 до 128 кбайт флэш-памяти программ;
- от 4 до 8 кбайт оперативной памяти;
- до 80 портов ввода-вывода GPIO;
- до девяти 16-разрядных таймеров с расширенными функциями;
- два сторожевых таймера;
- 16-канальный высокоскоростной 12-разрядный АЦП;
- два 12-разрядных ЦАП со встроенными генераторами сигналов;
- до трёх интерфейсов UART с поддержкой режимов IrDA, LIN и ISO7816;
- до двух интерфейсов SPI;
- до двух интерфейсов I²C с поддержкой режимов SMBus и PMBus;
- 7-канальный блок прямого доступа к памяти (DMA);
- интерфейс CEC (Consumer Electronics Control), включённый в стандарт HDMI;
- часы реального времени (RTC);
- контроллер вложенных прерываний NVIC.

Функциональная схема STM32F100 представлена на рисунке 1. Дополни-

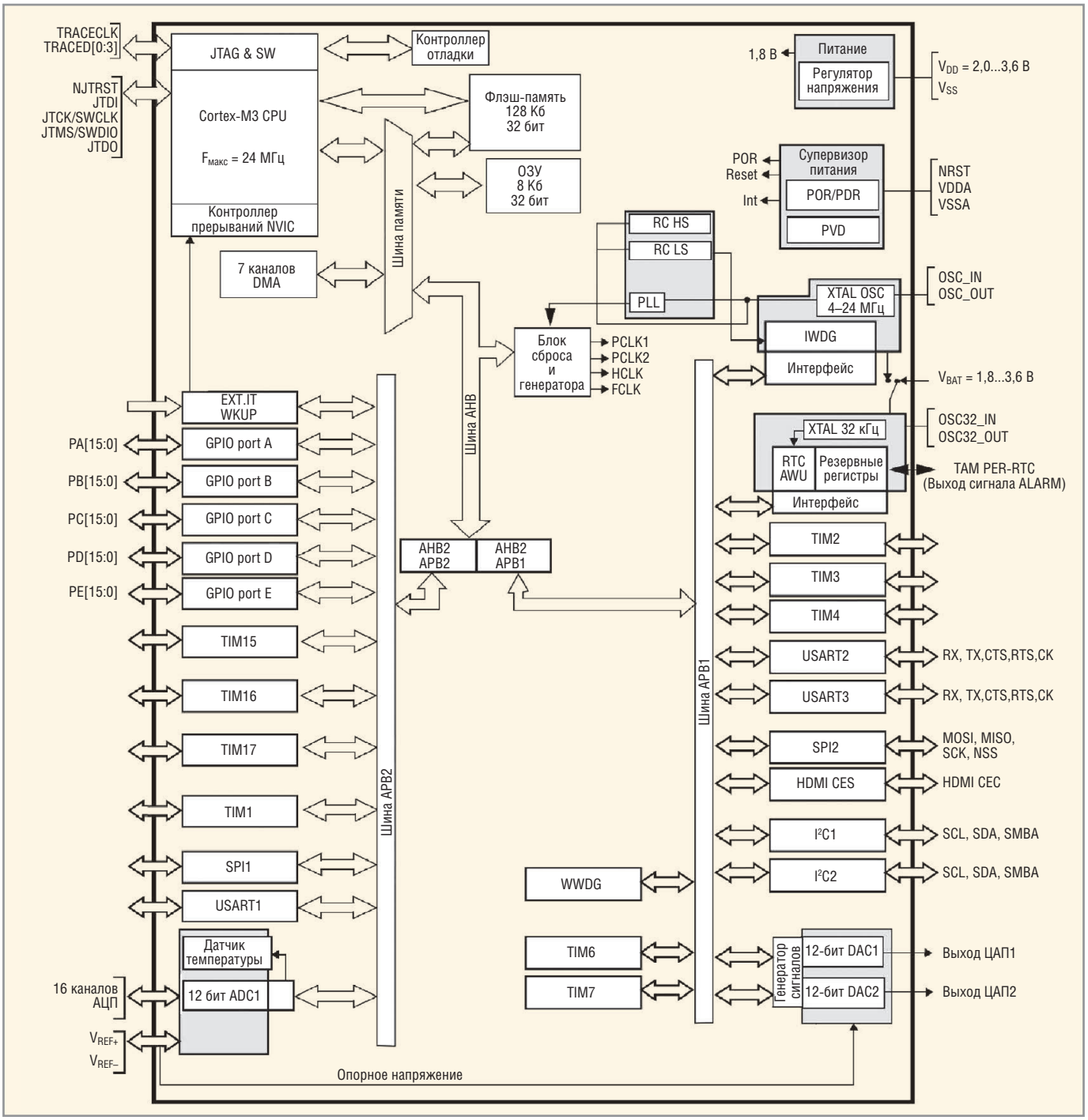


Рис. 1. Архитектура МК линейки STM32F100

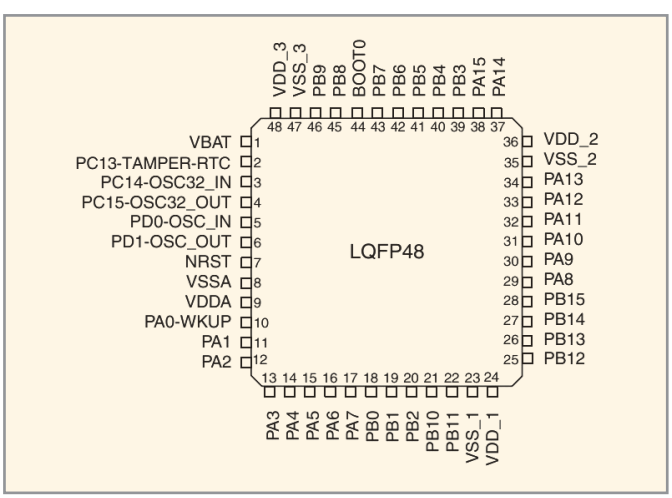


Рис. 2. МК STM32 в корпусе LQFP48

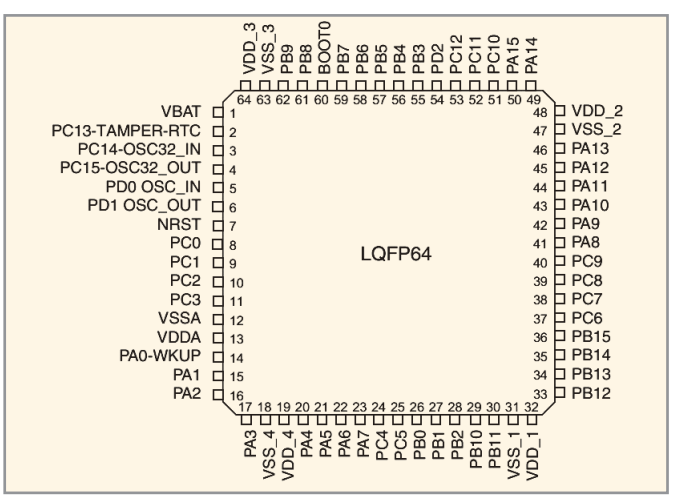


Рис. 3. МК STM32 в корпусе LQFP64

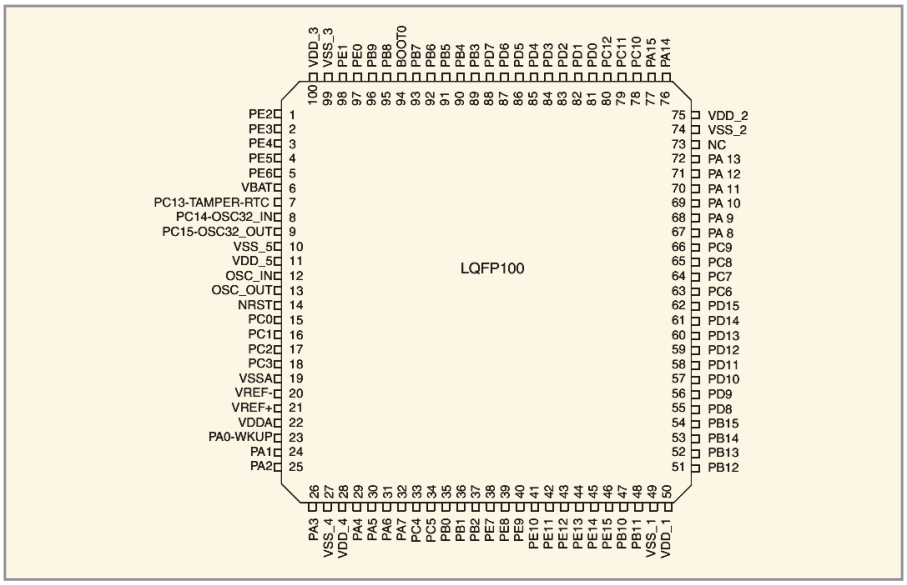


Рис. 4. МК STM32 в корпусе LQFP100

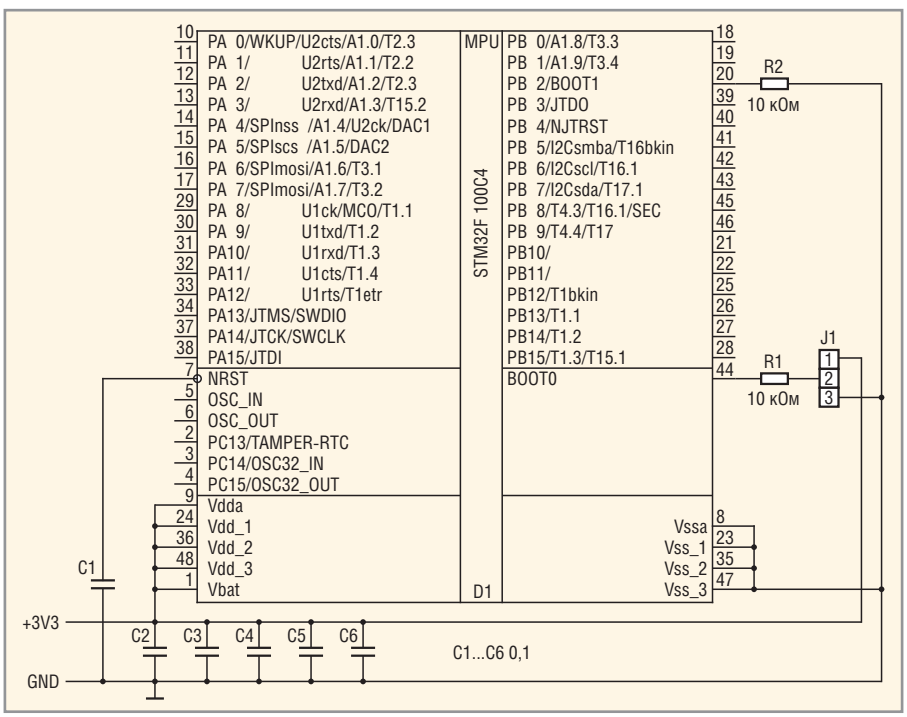


Рис. 5. Схема включения МК STM32F100C4

тельным удобством является совместимость приборов по выводам, что позволяет, при необходимости, использовать любой МК семейства с большей функциональностью и памятью без переработки печатной платы.

Линейка контроллеров STM32F100 производится в трёх типах корпусов LQFP48, LQFP64 и LQFP100, имеющих, соответственно, 48, 64 и 100 выводов. Назначение выводов представлено на рисунках 2, 3 и 4. Такие корпуса можно устанавливать на печатные платы без применения специального оборудования, что является весомым фактором при мелкосерийном производстве.

STM32F100 – доступный и оптимизированный прибор, базирующийся на ядре Cortex-M3, поддерживается развитой средой разработки МК семейства STM32, которая содержит бесплатные библиотеки для всей периферии, включая управление двигателями и сенсорными клавиатурами.

Способы загрузки МК при включении питания

Состояние входа		Способ загрузки МК
BOOT1	BOOT0	
Произвольное состояние	0	Программа из флэш-памяти
0	1	Встроенный загрузчик
1	1	Программа из статической оперативной памяти (SRAM)

Схема включения STM32F100C4

Рассмотрим практическое использование МК на примере самого простого прибора STM32F100C4, который, тем не менее, содержит все основные блоки линейки STM32F100. Принципиальная электрическая схема включения STM32F100C4 представлена на рисунке 5.

Конденсатор C1 обеспечивает сброс МК при включении питания, а конденсаторы C2-C6 фильтруют напряжение питания. Резисторы R1 и R2 ограничивают сигнальный ток выводов МК. В качестве источника тактовой частоты используется внутренний генератор, поэтому нет необходимости применять внешний кварцевый резонатор.

Входы BOOT0 и BOOT1 позволяют выбрать способ загрузки МК при включении питания в соответствии с таблицей. Вход BOOT0 подключён к шине нулевого потенциала через резистор R2, который предохраняет вывод BOOT0 от короткого замыкания при его использовании в качестве выходного порта PB2. С помощью соединителя J1 и одной перемычки можно изменять потенциал на входе BOOT0, определяя тем самым способ загрузки МК – из флэш-памяти или от встроенного загрузчика. При необходимости загрузки МК из оперативной памяти аналогичный соединитель с перемычкой можно подключить и к входу BOOT1.

Программирование МК осуществляется через последовательный порт UART1 или через специальные программаторы – отладчики JTAG или ST-Link. Последний входит в состав популярного отладочного устройства STM32VLDISCOVERY [2], изображённого на рисунке 6. На плате STM32VLDISCOVERY 4-контактный разъём программатора – отладчика ST-Link – имеет обозначение SWD. Автор статьи предлагает программировать МК через последовательный порт UART1, поскольку это значительно проще, не требует специального оборудования и не уступает в скорости JTAG или ST-Link.

В качестве управляющего устройства, способного формировать команды и отображать результаты работы программы МК, а также в качестве программатора можно использовать лю-

бой персональный компьютер (ПК), имеющий последовательный COM-порт или порт USB с преобразователем USB-RS232.

Для сопряжения COM-порта ПК с МК подойдет любой преобразователь сигналов RS-232 в уровни логических сигналов от 0 до 3,3 В, например, микросхема ADM3232. Линия передачи TXD последовательного порта компьютера, после преобразователя уровней, должна подключаться к входу PA10 микроконтроллера, а линия приёмника RXD, через аналогичный преобразователь, – к выходу PA9.

При необходимости использования энергонезависимых часов МК, к нему следует подключить элемент питания типа CR2032 с напряжением 3 В и кварцевый резонатор на частоту 32768 Гц. Для этого МК оснащён выводами Vbat/GND и OSC32_IN/OSC32_OUT. Предварительно вывод Vbat необходимо отключить от шины питания 3,3 В.

Оставшиеся свободными выводы МК можно использовать по необходимости. Для этого их следует подключить к разъёмам, которые расположены по периметру печатной платы для МК, по аналогии с популярными устройствами Arduino и отладочной платой STM32VLDISCOVERY [2].

Таким образом, в зависимости от назначения и способа применения МК, к нему можно подключать необходимые элементы, чтобы задействовать другие функциональные блоки и порты, например, ADC, DAC, SPI, I²C и т.п. В дальнейшем эти устройства будут рассмотрены подробнее.

Программирование

Сегодня многие компании предлагают средства для создания и отладки программ микроконтроллеров STM32. К их числу относятся Keil от ARM Ltd, IAR Embedded Workbench for ARM, Atollic TrueStudio, CooCox IDE, GCC и Eclipse IDE. Разработчик может выбрать программные средства по своему предпочтению. Ниже будет описан инструментарий Keil uVision 4 от компании Keil [3], который поддерживает огромное число типов МК, имеет развитую систему отладочных средств и может быть использован бесплатно с ограничениями размера генерируемого кода 32 кбайт (что, фактически, максимально для рассматриваемых МК).

Среда программирования Keil uVision 4 позволяет скомпилировать хорошо оптимизированный и компактный код программы. Кроме того, компания Keil может предоставить операционные системы реального времени, библиотеки программ, стеки USB, стеки TCP/IP и т.п. Комплект поставки среды разработки Keil содержит большое количество примеров программ, которые можно использовать в качестве учебного материала.

Для установки среды Keil uVision 4 необходимо предварительно зарегистрироваться на Интернет-странице [4] компании, заполнив в форме анкеты (см. рис. 7) соответствующие поля для типа МК, а также поля, выделенные жирным шрифтом. После успешной регистрации в окне проводника появится ссылка на архивный файл инсталляции MDK470.EXE версии 4.70 или более поздней. Требуется скачать данный файл на ПК. Процесс установки программы с настройками по умолчанию не вызывает затруднений.

После установки и запуска Keil uVision 4 появится основное окно программы (см. рис. 8), которое уже содержит пример готового проекта. Закроем этот проект с помощью элементов управления главного меню Project→Close Project и откроем более

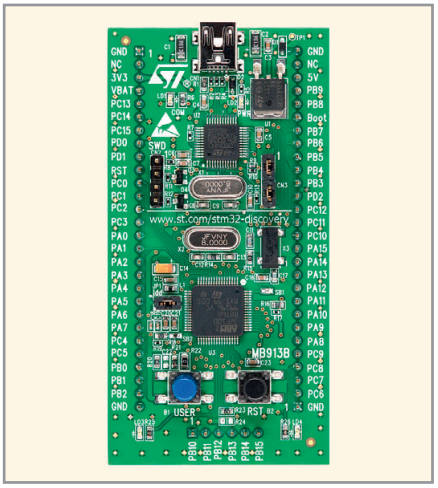


Рис. 6. Отладочное устройство STM32VLDISCOVERY

простой проект. Для этого воспользуемся командами Project→Open Project и выберем в каталоге Examples/Blinky файл Blinky.uvproj. Данный проект является самым простым и удобным для начального этапа освоения программирования МК.

Назначение программы этого проекта заключается в регулярном изменении состояния выходов портов PB8-PB15. Подключив к этим выводам светодиоды с последовательно вклю-

Enter Your Contact Information Below

First Name:
Last Name:
Professional Title:
E-mail:
Company:
Company Web Site:
Address:
City:
State/Province: Select Your State or Province
Zip/Postal Code:
Country: Select Your Country
Phone:
Fax:

☐ Send me e-mail when there is a new update.

NOTICE:
If you select this check box, you **will** receive an e-mail message from Keil whenever a new update is available. If you don't wish to receive an e-mail notification, don't check this box.

I am using devices from: (Select all that apply)
☐ Analog Devices ☐ Atmel ☐ Cypress ☐ Energy Micro ☐ Freescale ☐ Fujitsu ☐ Holtek ☐ Infineon
☐ Nuvoton ☐ NXP ☐ Other ☐ Samsung ☐ SiLabs ☑ ST ☐ TI ☐ Toshiba

Which ARM architectures are you using? (Select all that apply)
☐ Cortex-M0 ☐ Cortex-M1 ☑ Cortex-M3 ☐ Cortex-M4 ☐ Other

Do you have any questions or comments?

Submit Reset

Рис. 7. Форма регистрации на Интернет-странице компании Keil

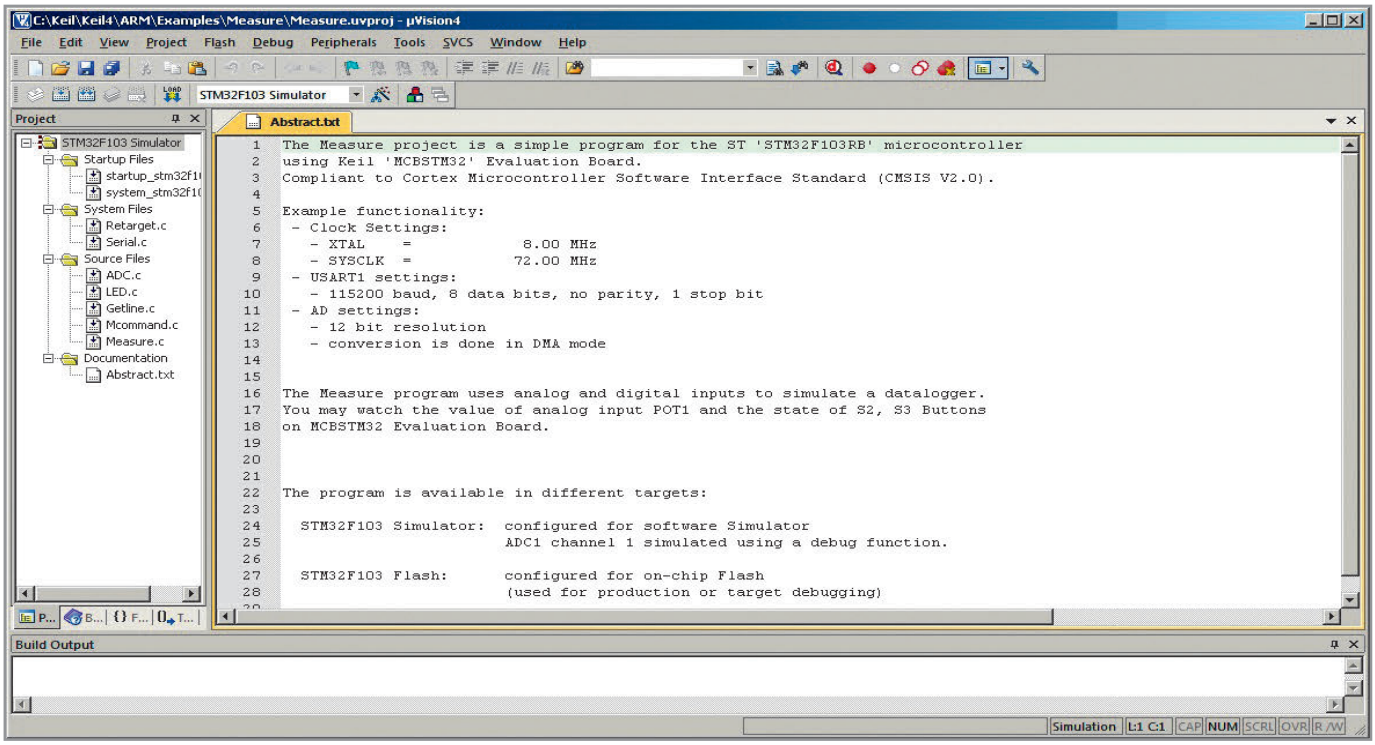


Рис. 8. Основное окно программы Keil uVision 4

чёными резисторами 1 кОм для ограничения тока, можно наблюдать поочерёное зажигание светодиодов.

В листинге 1 представлен проект написанной на языке С программы Blinky.c, которая реализует функцию задержки, а в листинге 2 головной модуль программы проекта main.

Листинг 1

```
/*----------------------------------------------------------------
  wait function
 *----------------------------------------------------------------*/
void wait (void)  {
  int  d;
  for (d = 0; d < 2000000; d++); /* only to delay for LED flashes */
}
```

Листинг 2

```
/*----------------------------------------------------------------
  Main Program
 *----------------------------------------------------------------*/
int main (void) {
  unsigned int i;                       /* LED variable           */

  RCC->APB2ENR |= (1UL << 3);           /* Enable GPIOB clock     */

  GPIOB->CRH    =  0x33333333;      /* PB.8..16 defined as Outputs */

  while (1)  {                          /* Loop forever           */
    for (i = 1<<8; i < 1<<15; i <<= 1) { /* Blink LED 0,1,2,3,4,5,6 */
      GPIOB->BSRR = i;                  /* Turn LED on            */
      wait ();                          /* call wait function     */
      GPIOB->BRR = i;                   /* Turn LED off           */
    }
    for (i = 1<<15; i > 1<<8; i >>=1 ) { /* Blink LED 7,6,5,4,3,2,1 */
      GPIOB->BSRR = i;                  /* Turn LED on            */
      wait ();                          /* call wait function     */
      GPIOB->BRR = i;                   /* Turn LED off           */
    }
  }
```

Данный проект настроен под STM32F103RB, который отличается от рассматриваемого прибора STM32F100C4 большей функциональностью. Это позволит использовать все средства симуляции и виртуальные приборы среды разработки, поскольку при настройке проекта на использование МК STM32F100C4 некоторые элементы и функции симулятора будут недоступны.

Процедуру перенастройки проекта на МК STM32F100C4 лучше осуществлять после отладки программы, непосредственно перед созданием прошивки. Поэтому можно смело скомпилировать проект, нажав F7, и запустить симулятор среды с помощью Ctrl+F5. При этом откроется окно симулятора среды разработки (см. рис. 9) и появится возможность пошагового выполнения программы и просмотра содержимого любых функциональных блоков МК.

Теперь можно открыть окна для просмотра состояния регистров порта PB, используя команды Peripherals→ → General Purpose I/O-GPIOB, и наблюдать за их изменением в процессе пошагового выполнения программы с помощью клавиш F11 и F10 или с помощью команд меню Debug.

После того как вы убедитесь в нормальной работе программы в симуляторе, следует откорректировать настройку проекта и перекомпилировать проект для

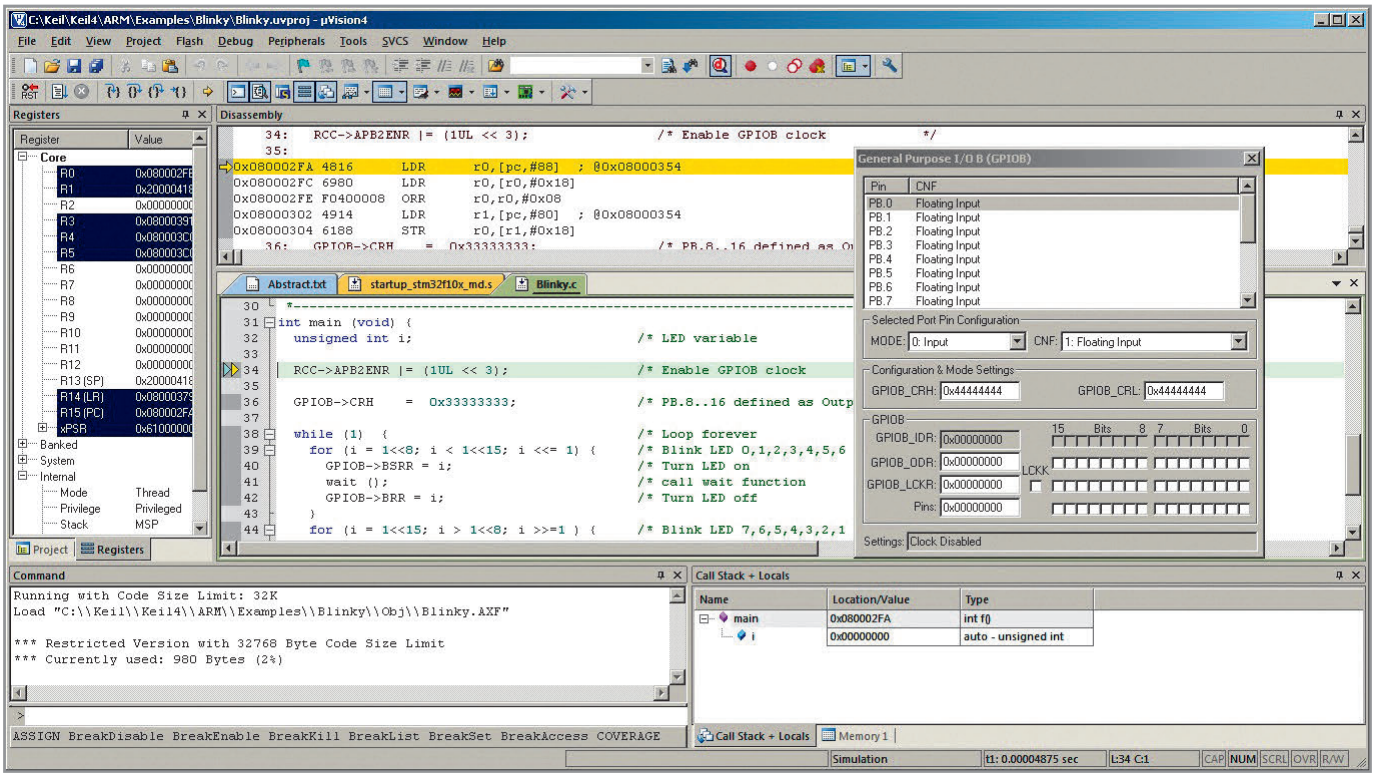


Рис. 9. Окно симулятора среды разработки

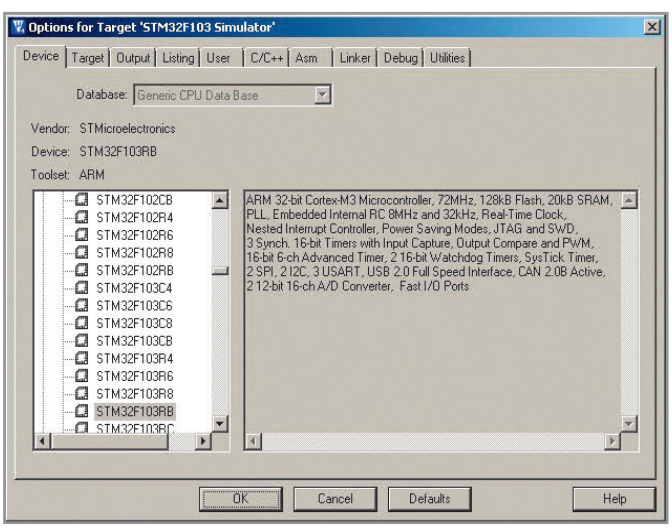


Рис. 10. Окно настройки проекта

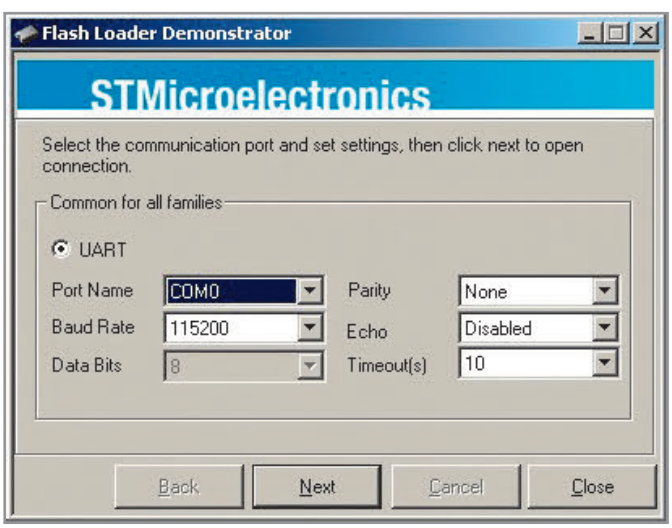


Рис. 11. Окно программы программатора

нашего типа МК. Для этого нажимаем комбинацию Ctrl+F5, которая открывает окно настройки проекта, показанное на рисунке 10. В закладке Device необходимо выбрать тип МК STM32F100C4, а в окне с закладкой Output – отметить строку «Create HEX File» для создания файла прошивки. После чего следует закрыть окно настроек и перекомпилировать проект, нажав клавишу F7.

Теперь остаётся прошить полученный код программы в МК и насладиться результатами своего труда. Для этого необходимо скачать и установить на компьютер бесплатную программу программатора с Интернет-страницы STMicroelectronics [5] и выполнить следующие действия:

- подключить COM-порт компьютера через преобразователь уровней 0–3,3 В к соответствующим выводам UART1 МК;
- установить перемычку способа загрузки J1 в положение встроенного загрузчика;
- произвести сброс МК путём отключения и последующего включения питания или кратковременным замыканием конденсатора C1, подключённого к входу сброса МК;
- запустить установленную программу программатора, показанную на рисунке 11;
- выбрать в программе номер последовательного порта и последовательно выполнить процедуру программирования МК, указав в качестве прошивки созданный ранее файл с расширением HEX.

В следующих статьях будут представлены функциональные блоки МК с примерами их использования и программирования.

Литература

1. https://www.st.com.
2. http://www.st.com/stm32-discovery.
3. http://www.keil.com.
4. https://www.keil.com/demo/eval/arm.htm.
5. http://www.st.com/internet/com/SOFTWARE_RESOURCES/SW_COMPONENT/SW_DEMO/ stm32-stm8_flash_loader_demo.zip.

Миниатюрный приёмный модуль для базовой станции UMTS

Дуглас Штуцль, Тодд Нелсон, Linear Technology Corp.
Перевод Александра Фёдорова, компания PT Electronics

Описанная в статье ИС 14-разрядной подсистемы приёмного модуля прямого преобразования была разработана для удовлетворения спроса на более высокий уровень интеграции и упрощённую конструкцию – при сохранении высокой производительности, необходимой для современных беспроводных базовых станций микросотовой связи.

Насколько возможно повысить степень интеграции телекоммуникационного оборудования без ущерба его характеристикам? Технологии производства полупроводников до сих пор диктуют нам требования для каждой из сфер применения: GaAs и SiGe – лучшие технологии для СВЧ-компонентов, КМОП – для скоростных АЦП, а высокодобротные фильтры вообще невозможно создать из полупроводников. Тем не менее, рынок требует ещё большую плотность упаковки.

Поэтому было решено использовать технологию «система в корпусе» (SiP), чтобы построить приёмник, занимающий площадь всего 3,2 см². Границами приёмника являются 50-омный радиочастотный вход, 50-омный вход частоты гетеродина (LO), вход тактовой частоты и цифровой выход АЦП. К микросхеме остаётся подключить малошумящий усилитель с радиочастотной фильтрацией, генераторы и блок цифровой обработки на выходе. В одном корпусе 15×22 мм находится приёмный тракт, использующий высокочастотные компоненты SiGe, дискретные пассивные фильтры и прецизионный КМОП АЦП.

Далее будет рассмотрен конкретный представитель линейки изделий Module компании Linear Technology – приёмник прямого преобразования LTM9004.

Задачи проектирования приёмного тракта станции UMTS

Рассмотрим конкретный пример. Необходимо построить приёмник для восходящего ствола UMTS (3G GSM) дуплексной связи с частотным разделением каналов (FDD) в рабочей полосе I, как описано в спецификации 3GPP TS25.104 V7.4.0. Чувствительность является ключевой характеристикой приёмника, – требуется обеспечить отношение сигнал/шум 111 дБ для –19 дБ/5 МГц. Это означает, что уровень собственных шумов должен быть –158,2 дБм/Гц.

Анализ проекта – нулевая ПЧ или приёмник прямого преобразования

Микросхема LTM9004 – это приёмник прямого преобразования с квадратурным детектором, полосовыми усилителями и двухканальным 14-разрядным АЦП с частотой выборки 125 МГц (см. рис.1). Низкочастотный фильтр LTM9004-AC имеет спад 0,2 дБ на частоте 9,42 МГц, что позволяет охватить 4 несущих W-CDMA. Для получения готового приёмника к микросхеме LTM9004 необходимо добавить входной радиочастотный тракт, обычно состоящий из коммутатора и одного или нескольких малошумящих усилителей и керамических полосовых фильтров. Для минимизации расхождения усиления и фазы применяет-

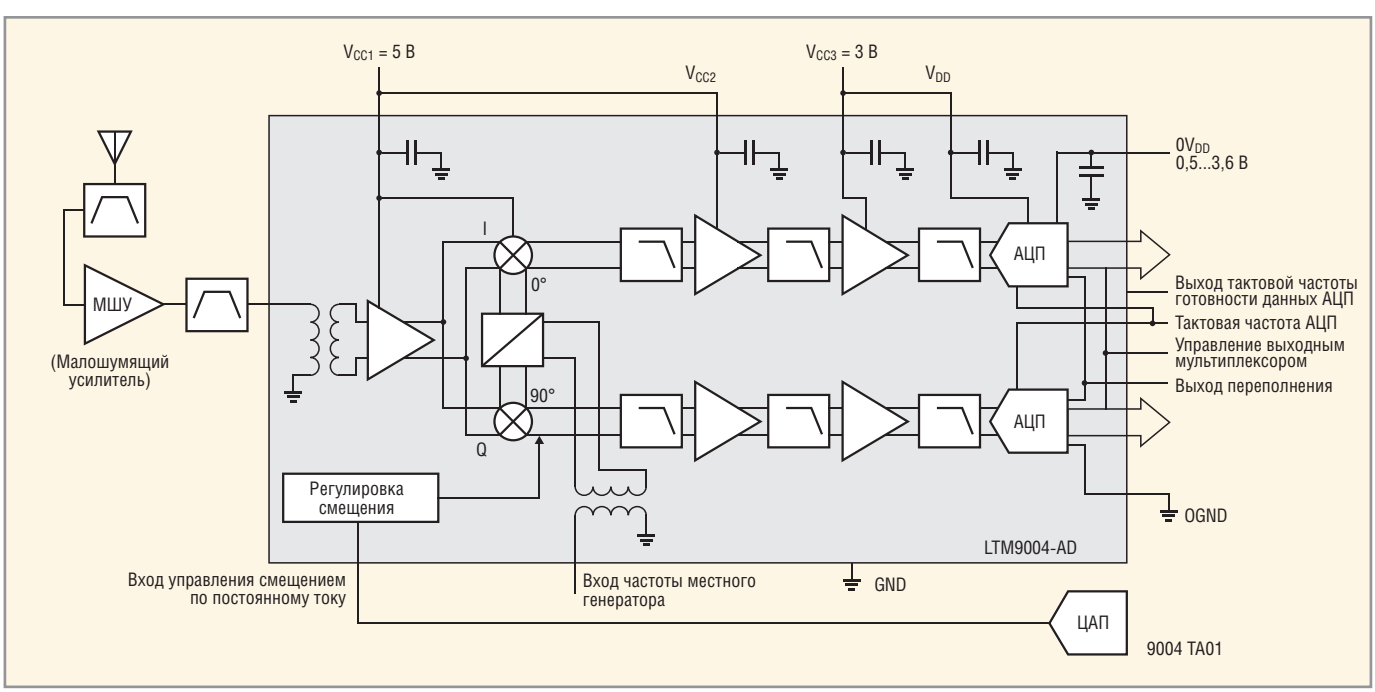


Рис. 1. Топология приёмника прямого преобразования на примере микросхемы LTM9004 от Linear Technology

ся топология с фиксированным коэффициентом усиления, поэтому перед LTM9004 необходимо установить радиочастотный (РЧ) регулируемый усилитель. Ниже приведены типовые параметры такого предварительного усилителя:

- полоса приёма 1920...1980 МГц;
- усиление РЧ макс. 15 дБ;
- диапазон АРУ 20 дБ;
- коэффициент шума 1,6 дБ;
- IIP2 +50 дБм;
- IIP3 0 дБм;
- точка децибельной компрессии ($P_{1дБ}$) –9,5 дБм;
- подавление на частоте 20 МГц 2 дБ;
- подавление в полосе передачи 96 дБ.

С учётом эффективного шума предварительного тракта РЧ максимально допустимый шум для LTM9004 составляет –142,2 дБм/Гц. Типовой входной шум для LTM9004 равен –148,3 дБм/Гц, что даёт расчётную чувствительность, равную –116,7 дБм.

Как правило, в связке с подобными приёмниками используются цифровая фильтрация после АЦП. Чтобы сохранять работоспособность в присутствии помех в совмещённом канале (CCI), приёмник должен обладать достаточным динамическим диапазоном при максимальной чувствительности. Спецификации UMTS требуют максимального уровня помех в совмещённом канале, равного –73 дБм.

Заметим, что входной уровень, равный –1 дБпш (дБ полной шкалы) в пределах полосы ПЧ ИС LTM9004 аналогичен уровню в –15,1 дБм для модулированного сигнала с коэффициентом формы 10 дБ. На входе LTM9004 это составляет уровень –53 дБм или оцифрованный сигнал с уровнем –42,6 дБпш.

С автоматической регулировкой усиления (АРУ) радиосигнала, установленной на минимум усиления, приёмник должен быть способен демодулировать максимальный ожидаемый полезный сигнал, поступающий от мобильного устройства. В конечном счёте, это требование выражается в том, что ИС LTM9004 должна воспринимать сигнал с уровнем –1 дБпш или ниже. Минимальные потери в тракте, указанные в спецификации, равны 53 дБ и предполагают среднюю мощность сигнала от мобильного терминала +28 дБм. Тогда максимальный уровень сигнала на входе приёмника равен –25 дБм, это эквивалентно пиковому сигналу –14,6 дБпш.

В стандарте UMTS описано несколько сигналов-блокираторов. Спецификация допускает только определённое падение чувствительности (до –115 дБм) в присутствии этих сигналов. Первый из указанных сигналов-блокираторов находится на смежном канале, отстоящем на 5 МГц, на уровне –42 дБм. Уровень оцифрованного сигнала равен –11,6 дБпш. Последующая цифровая обработка добавляет ослабление в 51 дБ, что, в итоге, эквивалентно источнику помех –93 дБм на входе приёмника. Результирующая чувствительность составляет –112,8 дБм.

Во всех случаях типовой входной уровень для –1 дБпш микросхемы гораздо выше максимально ожидаемых уровней. С учётом коэффициента формы сигналов модулированных каналов 10...12 дБ наибольший из них достигнет пиковой мощности примерно –6,5 дБпш на выходе LTM9004.

pt ELECTRONICS

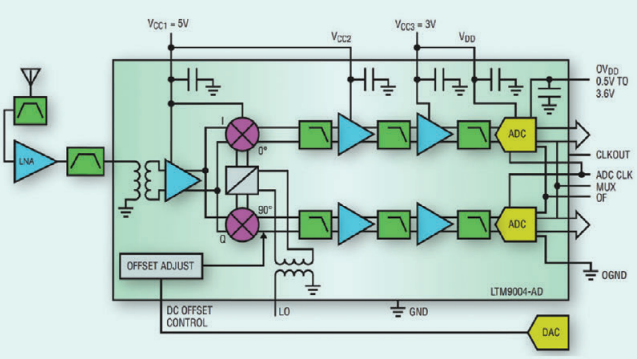
LINEAR TECHNOLOGY

ИНТЕГРАЛЬНЫЙ ПРИЕМНИК ПРЯМОГО ПРЕОБРАЗОВАНИЯ LTM9004 от Linear Technology

Продукт представляет собой систему на кристалле (SiP), включающую все необходимые элементы для построения ВЧ-тракта цифрового приемника:
два скоростных 14-битных АЦП, НЧ-фильтры, операционные усилители и квадратурный демодулятор.
Микросхема LTM9004 оптимальна для телекоммуникационных применений с нулевой промежуточной частотой и способна обеспечить 76 дБ SNR и 63,5 дБ SFDR.
В систему встроен согласующий широкополосный трансформатор.

Характеристики LTM9004:

- входной диапазон: 0,7...2,7 ГГц
- входное сопротивление: 50 Ом
- АЦП: 14 Бит, 125 МГц, 2 шт.
- I/Q Отклонение усиления: 0,2 дБ
- I/Q Отклонение фазы: 1,5 °
- 76 дБ / 1,92 МГц SNR
- 63,5 дБ SFDR
- потребляемая мощность: 1,83 Вт
- корпус: LGA 15мм x 22мм



ЗАКАЗ БЕСПЛАТНЫХ ОБРАЗЦОВ И ОТЛАДОЧНЫХ ПЛАТ

8-800-333-6350 linear@ptelectronics.ru

Реклама

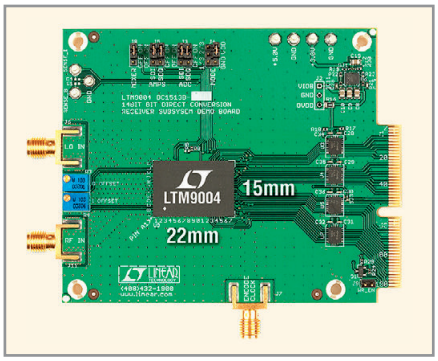


Рис. 2. Отладочная плата приёмника на основе ИС LTM9004 (габариты микросхемы 22×15 мм)

Наибольший блокирующий сигнал равен –15 дБм несущей тонального сигнала на удалении более 20 МГц от границ полосы принимаемого сигнала. Радиочастотный тракт обеспечит подавление этого тона на 37 дБ, поэтому на входе LTM9004 этот сигнал появится с уровнем –32 дБм. Сигнал на этом уровне не снизит чувствительность приёмника µModule в полосе пропускания. Эквивалентный оцифрованный уровень составит всего –41,6 дБпш, что не скажется на чувствительности.

Другой источник нежелательных сигналов – это утечка от передатчика. Поскольку рассматривается система FDD, описываемый приёмник будет работать одновременно с передатчиком. Предполагается, что уровень сигнала от передатчика будет не более +38 дБм, с уровнем изоляции между трактами приёма и передачи 95 дБ. Тогда утечка, появляющаяся на входе приёмника, составит –31,5 дБм и будет смещена от принимаемого сигнала не менее чем на 130 МГц. Эквивалентный оцифрованный уровень составит в пике всего –76,6 дБпш.

Линейность второго порядка всегда была проблемой для приёмников с архитектурой прямого преобразования. Недостаточная линейность второго порядка позволит любому сигналу (полезному или нет) создать постоянную составляющую или псевдослучайный шум в полосе пропускания. В спецификации системы указано, что блокирующий сигнал –35 дБм может понизить чувствительность до –105 дБм. Как было замечено выше, этот сигнал-блокиратор создаёт уровень помех –15 дБм на входе приёмника. Искажения второго порядка, созданные входом LTM9004, находятся на 16 дБ ниже теплового шума, и результирующая расчётная чувствительность будет равна –116,6 дБм.

Блокирующий сигнал несущей с уровнем –15 дБм также повысит искажения второго порядка, что приведёт к постоянному смещению. Это нежелательно, поскольку смещение уменьшит максимальный размах сигнала, который может обработать АЦП. Единственный надёжный способ устранить пагубное влияние постоянной составляющей – гарантировать максимально высокую линейность второго порядка в полосе пропускания. Расчётная постоянная составляющая на входе АЦП, обусловленная этим сигналом, не превысит 1 мВ.

Заметим, что утечка от передатчика включена в спецификацию системы, поэтому ухудшение чувствительности из-за этого сигнала должно быть сведено к минимуму. Допустим, что уровень сигнала с передатчика не превышает +38 дБм, с изоляцией в 95 дБ между трактами приёма и передачи. Учитывая описанные выше условия, получается, что искажения второго порядка, генерируемые LTM9004, приведут к снижению чувствительности менее 0,1 дБ.

В спецификации описано только одно требование к линейности третьего порядка. При появлении двух помех чувствительность не должна упасть ниже –115 дБм. Эти помехи описаны как тональные несущие в канале WCDMA с уровнем –48 дБм каждая. На вход LTM9004 они поступят с уровнем в –28 дБм каждая. Частоты помех находятся на удалении 10 и 20 МГц от желаемого канала, поэтому продукт интермодуляции третьего порядка попадает в полосу пропускания. Ещё раз отметим, что этот продукт является псевдослучайным шумом, который в итоге снизит отношение сигнал/шум. Искажения третьего порядка, порождаемые LTM9004, на 20 дБ ниже уровня теплового шума, что снизит расчётную чувствительность менее чем на 0,1 дБ.

Заключение

Микросхема LTM9004 демонстрирует хорошие показатели в качестве цифрового приёмника в приложениях UMTS. Основными преимуществами являются малые габариты приёмника и высокая степень интеграции (см. рис. 2). Технология «система в корпусе» (SiP) даёт возможность реализовать разные типы полупроводниковых (SiGe, КМОП) и пассивных компонентов (фильтров) в корпусе одной ИС.

Новости мира

Конференция «Передовые решения от лидеров производства микроконтроллеров STMicroelectronics и Renesas»

27 мая в Москве компания PT Electronics проведёт конференцию, посвящённую новинкам в области микроконтроллеров.

Мероприятие будет проходить совместно с представителями мировых лидеров по производству активных компонентов – STMicroelectronics и Renesas.

В программе конференции будут представлены следующие темы:

- MEMS;
- микросхемы питания;
- 32-разрядные микроконтроллеры;
- 16-битные микроконтроллеры.

Во второй части конференции докладчики расскажут о компонентах обвязки микроконтроллера, поставляемых компанией PT Electronics.

Александр Фомченко, представитель компании Molex, в своей презентации затрагивает проблему увеличения места на плате за счёт миниатюризации компонентной базы. Инженер по продажам Евгений Марков, компания Omron, представит обзор инновационных датчиков. А в заключение Илья Орлов продемонстрирует решения по соединителям на печатную плату от компании TE Connectivity.

Для бесплатного участия необходимо зарегистрироваться по тел.: (495) 517-9256 либо на сайте www.ptelectronics.ru.

Renesas Electronics расширяет продажи в России

Renesas Electronics Europe, поставщик полупроводниковых решений, объявляет о стимулировании продаж в России и СНГ. В связи с этим у компании появляется новый дистрибьютор в России – PT Electronics.

Петербургская PT Electronics с момента создания компании в 1992 году стала одним из пяти крупнейших дистрибьюторов электронных компонентов в регионе.

Renesas предоставляет технических и коммерческих специалистов, которые окажут услуги по технической поддержке и поддержке продаж семейств микроконтроллеров, аналоговых устройств и устройств питания, оптронных пар и различных видов памяти.

Основными направлениями продаж станут контроллеры двигателей, осветительные приборы, потребительская электроника и системы безопасности.

www.renesas.eu

Новости мира News of the World Новости мира

Осциллограф смешанных сигналов с наивысшими характеристиками

Agilent Technologies объявила о расширении семейства осциллографов Infiniium 90000 X, которое теперь включает осциллографы смешанных сигналов (MSO) с наивысшими характеристиками. Всего в серию X добавлено шесть новых моделей MSO, а также модели DSO и DSA с полосой пропускания 13 ГГц.

Инженеры и разработчики используют осциллографы смешанных сигналов для ускорения тестирования благодаря применению дополнительных возможностей запуска, расширяющих возможности по отладке и проверке устройств.

Новые модели осциллографов смешанных сигналов оснащены встроенными цифровыми каналами, которые могут работать с частотой дискретизации 20 Гвыб/с при использовании 8 каналов, что на 60% быстрее других высокопроизводительных осциллографов, или с частотой 10 Гвыб/с при использовании 16 каналов. Теперь Agilent предлагает осциллографы смешанных сигналов с верхней границей полосы пропускания аналогового тракта от 70 МГц до 33 ГГц.

Новые осциллографы смешанных сигналов и модели DSO и DSA с полосой пропускания 13 ГГц обладают самым низким в отрасли уровнем шума и джиттером, свойственным осциллографам серии Infiniium 90000 X, при беспрецедентно низкой цене.

Серия Agilent Infiniium 90000 X предоставляет возможность заказчикам, уже обладающих моделями DSO или DSA, обновить их до функциональности MSO осциллографа. В отличие от других аналогичных приборов, осциллографы смешанных сигналов Agilent серии Infiniium 90000 X способны захватывать до 400 млн выборок на каждый цифровой канал. Для компенсации разницы в частоте дискретизации между высокоскоростными аналоговыми каналами и цифровыми каналами, доступная память может автоматически перераспределяться в соответствии с длиной аналоговой осциллограммы, включая полную память 2 Гвыб, доступную в осциллографах Agilent. Такая глубина памяти позволяет выполнять полностью коррелированный по времени захват и анализ непериодических событий.



Infiniium 90000 X оборудован тем же 90-контактным разъёмом, что и логические анализаторы Agilent. Это открывает доступ к широкому диапазону пробников, включая:

- 17-канальные дифференциальные/несимметричные безразъёмные пробники с мягким касанием;
- комплект 17-канальных дифференциальных/несимметричных пробников с гибкими выводами;
- 17-канальный дифференциальный/несимметричный пробник с разъёмом Samtec;
- различные переходники для подключения DDR.

www.agilent.com



Технологии передачи данных по электрическим сетям: элементная база компаний Yitran и Maxim для PLC-модемов

Юрий Петропавловский (Ростовская обл.)

В статье рассмотрены особенности технологий узкополосной широкополосной передачи данных по проводам электрических сетей. Приведены схемы включения и параметры микросхем компаний Yitran и Maxim для PLC-модемов.

Введение

Для передачи данных по силовым электрическим сетям в настоящее время используется множество технологий с общим названием PLC (Power Line Communication). Можно выделить две основных разновидности сетей PLC: узкополосные, предназначенные для обмена данными между устройствами, и широкополосные – для передачи данных, звука и видео внутри корпоративных и внутридомовых сетей.

Несмотря на кажущуюся простоту организации связи по проводам электрической сети – подключился к розетке и работай – практическое воплощение надёжных каналов связи сталкивается с рядом трудностей. Неэкранированные, разделённые трансформаторами электросети с многочисленными источниками помех, создаваемых разнообразными потребителями электроэнергии, являются наихудшей средой для надёжной передачи сигналов. Низкое качество внутридомовой разводки, которая часто выполнена алюминиевым проводом, обладающим более высоким, по сравнению с медным, сопротивлением, также создаёт проблемы. Кроме того, длинные линии электропередачи доступны для бесконтактного считывания передаваемой информации. Поэтому при организации PLC-каналов связи используются помехоустойчивые виды модуляции и шифрование данных.

Технологии построения PLC

На сегодняшний день сосуществуют несколько технологий PLC и стандартов, их регламентирующих. Большой вклад в разработку технологий передачи данных по силовым линиям и разработку стандартов вносят электротехнические и электронные компании, часто объединяющиеся в различные альянсы, проекты и консорциумы. Из наиболее известных объединений можно упомянуть HomePlug, Open Meter, PRIME, ECHONET, UPA, HD-PLC и G3 PLC.

Альянс HomePlug Powerline был образован в 2000 году Texas Instruments, Cisco, Compaq, Intel, Intellon, Motorola и другими компаниями, заинтересованными в развитии PLC-технологий. Одной из основных задач альянса была разработка единой системы открытых спецификаций для PLC. В число постоянных участников альянса входят представители более чем 20 компаний, в том числе Qualcomm, Renesas, Yitran, STM, D-Link, Huaway, Maxim, Sony и Sumitomo. Первым стандартом, разработанным альянсом, был HomePlug 1.0, прототипом которого стала спецификация Intellon PowerPacket компании Intellon на основе технологии OFDM, используемой в цифровом телевещании. В 2005 году альянс разработал стандарт HomePlug AV для передачи данных с пиковой скоростью передачи до 150 Мбит/с, использующий до 1155 поднесущих в диапазоне частот 2...28 МГц.

Стандарт низкоскоростной передачи данных HomePlug C&C (HomePlug Command and Control V1.0) был предложен в 2007 году и основан на узкополосной технологии компании Yitran. В 2012 году была представлена версия HomePlug AV2, полностью совместимая с HomePlug AV и IEEE 1901 и ориентированная на передачу видеосигналов высокой чёткости в домашних сетях с использованием дополнительного диапазона частот 30...86 МГц и модуляции 4096-QAM [1].

В состав альянса Open Meter входят европейские компании, организации и университеты, в том числе университет Карлсруэ (Германия), союз потребителей DLMS User Association (Швейцария), компании ELSTER, ENEL, EDF, ENDESA, Landis +Gyr, STMicroelectronics и другие. Координацию работы альянса осуществляет испанская компания IBERDOLA. Проект Open Meter [2], который финансировался Европейской комиссией, ориентирован на разработку пакета открытых стандартов для автоматизированных систем контроля и управления энергоресурсами (АСКУЭ), поддерживает действующую серию PLC-стандартов IEC 61334, IEC 62056 DLMS/COSEM, EN 13757 и согласован с европейскими органами стандартизации CEN, CENELEC и ETSI.

Альянс PRIME, в состав которого входят компании Atmel, STM, IBERDOLA, Siemens, GE, Texas Instruments, NXP, Renesas, Siemens, Envery Inc. и другие, сосредоточил усилия на разработке открытых стандартов и спецификаций для узкополосных систем PLC со скоростью передачи данных 128 Кбит/с (с 2012 года – до 980 Кбит/с) для интеллектуальных сетей Smart Grid на основе OFDM [3].

Консорциум ECHONET был основан в 1997 году с целью развития технологий домашних сетей, предназначенных для удалённого управления бытовыми приборами, и повышения надёжности, безопасности и эффективности их использования в гармонии с окружающей средой. В консорциум входят ведущие японские электронные компании: Hitachi, Panasonic, Sharp, Mitsubishi, Toshiba, NEC, NTT, Sanyo и другие. Консорциум разработал спецификации Power Line A и Power Line B для организации связи через силовые сети с помощью технологии модуляции DSSS (Direct-Sequence Spread Spectrum), описанной в стандарте IEEE 802.11. При её использовании в диапазоне частот 10...450 кГц достижима скорость передачи в 9600 Кбит/с (Power Line A). В спецификациях Power Line B передача данных осуществляется с использованием нескольких несущих и модуляции DQPSK (Differential Quaternary Phase-Shift Keying). В настоящее время действуют открытые спецификации консорциума ECHONET Lite Specification, Version 1.00/1.01, Version 3.21/2.11, разработанные в 2011 и 2012 годах [4].

Международные стандарты

Спецификации, разработанные объединениями компаний, нельзя считать полноценными общепризнанными стандартами, так как они направлены на удовлетворение коммерческих интересов крупных производителей микросхем и сетевого оборудования. К числу относительно независимых и влиятельных организаций, разрабатывающих международные стандарты, относятся ИИЭР (IEEE) и МСЭ (ITU).

В 2005 году ИИЭР образовал рабочую группу для разработки стандарта Broadband PowerLine, объединившего несовместимые и конкурирующие отраслевые стандарты передачи данных через силовые электросети. Группа рассмотрела спецификации HomePlug, ECHONET и UPA, в результате чего был разработан первый проект стандарта IEEE P1901, одобренный на собрании рабочей группы в 2009 году в Токио. Документом предусматривается совместное использование модуляции FFT OFDM (стандарт HomePlug AV) и Wavelet OFDM (стандарт альянса HD-PLC). В 2012 году вступила в действие редакция проекта стандарта IEEE P1901.2 для узкополосных (до 500 кГц) PLC-сетей со скоростью передачи данных до 500 Кбит/с [5].

В 2008 году секцией телекоммуникаций МСЭ (ITU-T) был принят международный стандарт высокоскоростной передачи данных по линиям электропередач, телефонным и коаксиальным кабелем ITU-TG.9960 (G.hn), направленный на унификацию технологий проводных сетей передачи данных. Наблюдать за совместимостью сетей на базе стандарта G.9960 уполномочена некоммерческая организация Home Grid Forum, одним из членов которой является производитель компонентов и решений для PLC – испанская компания DS2. С 2012 года действует третья редакция стандарта ITU-T G.9960, Edition 3.0, регламентирующего широкополосную передачу данных по силовым и телефонным линиям, коаксиальным и оптическим кабелям внутридомовых сетей [6].

Для передачи данных по электрическим сетям используются ДВ, СВ и КВ диапазоны частот, однако в интеллектуальных сетях Smart Grid надёжная передача данных на большие расстояния возможна на частотах до нескольких сотен килогерц. На рисунке 1 показано распределение частот для сетей Smart Grid, регламентируемое федеральной комиссией по связи США (FCC) и Европейским комитетом электротехнической стандартизации (CENELEC). Использование систем передачи данных по электрическим сетям в России регламентируется стандартом ГОСТ Р513.3.8 в диапазоне частот до 525 кГц.

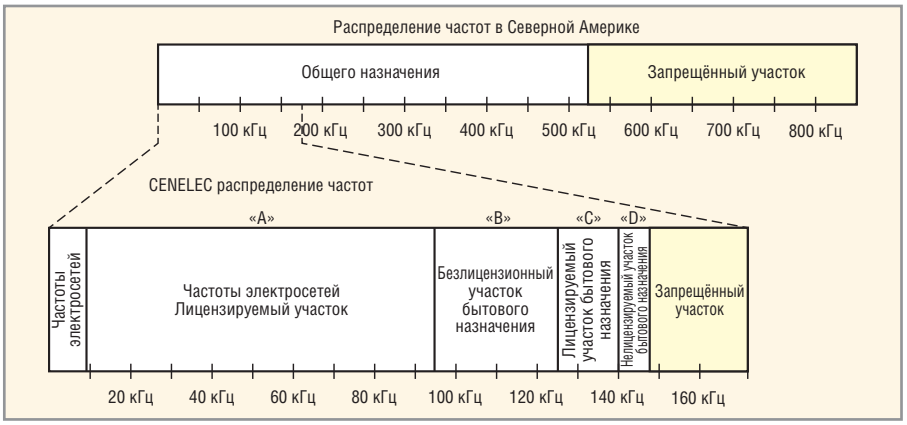


Рис. 1. Распределение частот

В конце 2011 года компанией Maxim Integrated Products был организован альянс G3-PLC, целью которого стала выработка общепринятого стандарта широкополосной передачи данных по линиям электропередач для сетей Smart Grid. В состав альянса входят 12 компаний – членов правления (EDF, STM, TI, Cisco, Landis & Gyr и др.) и 18 ассоциированных участников (Atmel, Yitran, Freescale, Renesas, Panasonic и др). Одноимённые технология и протокол G3-PLC, протестированные рядом энергосбытовых компаний, были адаптированы к требованиям ряда международных стандартов (ITU, IEEE, CENELEC) и реализованы многими изготовителями оборудования. Технология G3-PLC основана на OFDM и обеспечивает надёжную передачу данных в диапазоне 10...490 кГц со скоростью до 300 Кбит/с на большие расстояния и в разветвлённых электрических сетях [7].

Несмотря на отсутствие единого общепринятого стандарта передачи данных по электрическим сетям, PLC-технологии успешно развиваются и получают распространение во многих странах мира, что подтверждается растущим числом производителей компонентов, модемов и оборудования для Smart Grid и домашних широкополосных сетей. К числу известных разработчиков и производителей специализированных микросхем для PLC-приложений относятся компании Yitran и Maxim.

Микросхемы и модули компании Yitran

Компания Yitran (Израиль), основанная в 1996 году и сертифицированная по стандартам ISO 9001:2000/2008, не имеет собственных производственных мощностей, однако является ведущим поставщиком технологий и компонентов для PLC-приложений: автоматизированных систем съёма показаний счётчиков энергопотребления (AMR); систем управления потреблением электроэнергии (AMM), автоматизации зданий, управления освещением, вентиляцией и кондиционированием (HVAC).

Компания разрабатывает технологии и решения для физических (PHY), канальных (DLL/MAC) и сетевых уровней PLC-сетей, а также модемы и компоненты для систем передачи данных на основе модуляции DCSK, удовлетворяющей требованиям стандарта IEEE 802.11. Партнёрами и клиентами Yitran являются компании Endesa, Hitachi, Kansai, LG, Panasonic, Renesas и другие. Несколько больших проектов компании в области AMM/AMR успешно реализуются в России, Восточной Европе, Китае, Западной Европе, Южной Африке, Индии и Турции; в системах автоматизации зданий в США и Южной Корее. Технологии компании недавно были выбраны для построения PLC-сетей в Украине, Белоруссии, Казахстане и Армении.

В каталоге компании Yitran 2013 года представлены специализированные микросхемы IT700, IT800D, IT900, модули IT700, беспроводные ВЧ-решения Y-NET+, ZigBee+ и отладочные комплекты Y-Net Evaluation Package, а также программатор IT700 Flash Programmer [8].

Специализированная микросхема типа система-на-кристалле (СнК) IT700 включает физический уровень (PHY), канальный уровень (DLL, Data Link Layer) и сетевой протокол (Y-Net). Физический уровень оптимизирован для применения на электрических линиях низкого и среднего напряжения и обладает высокой устойчивостью к

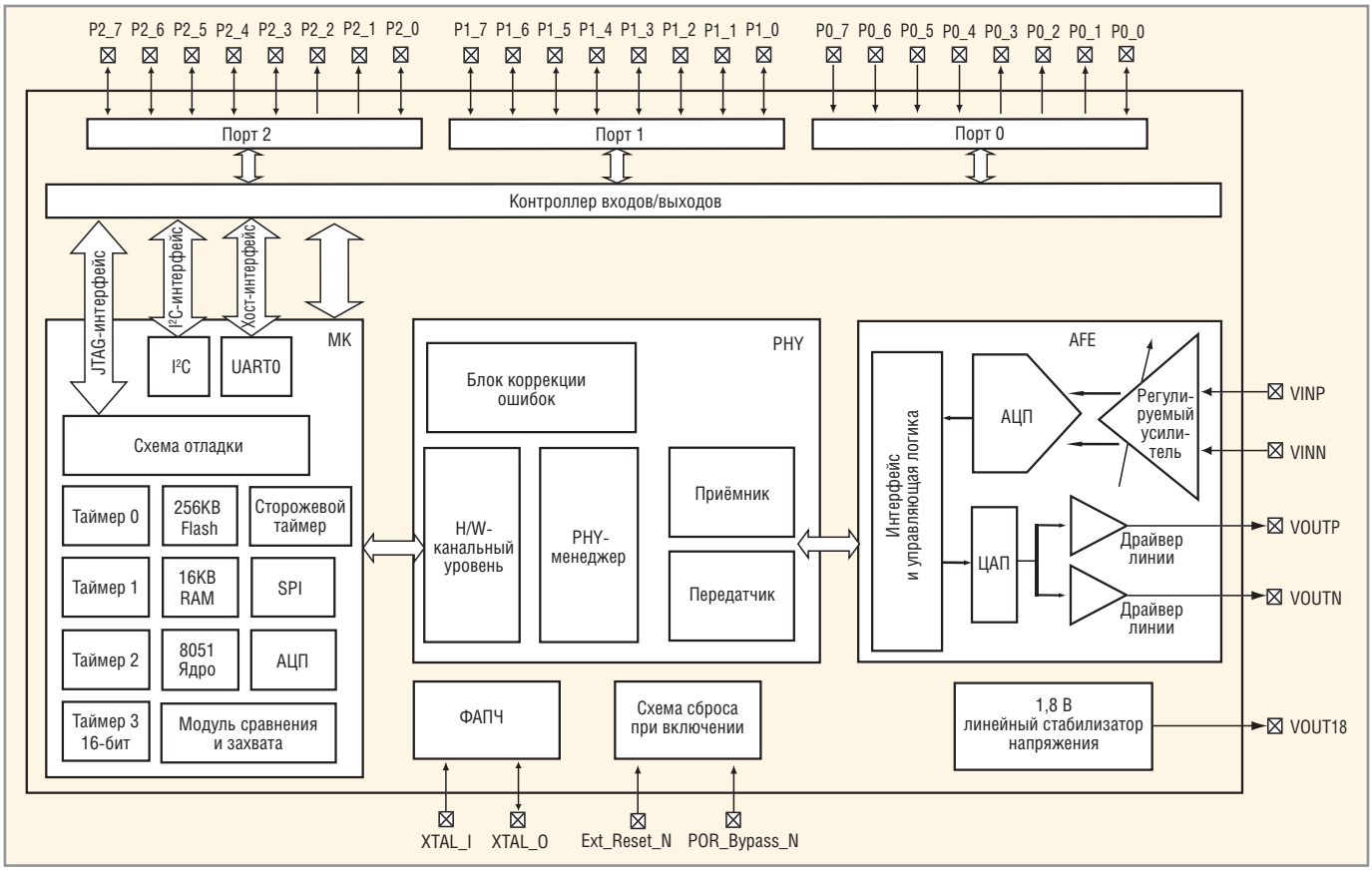


Рис. 2. Структурная схема ИС IT700

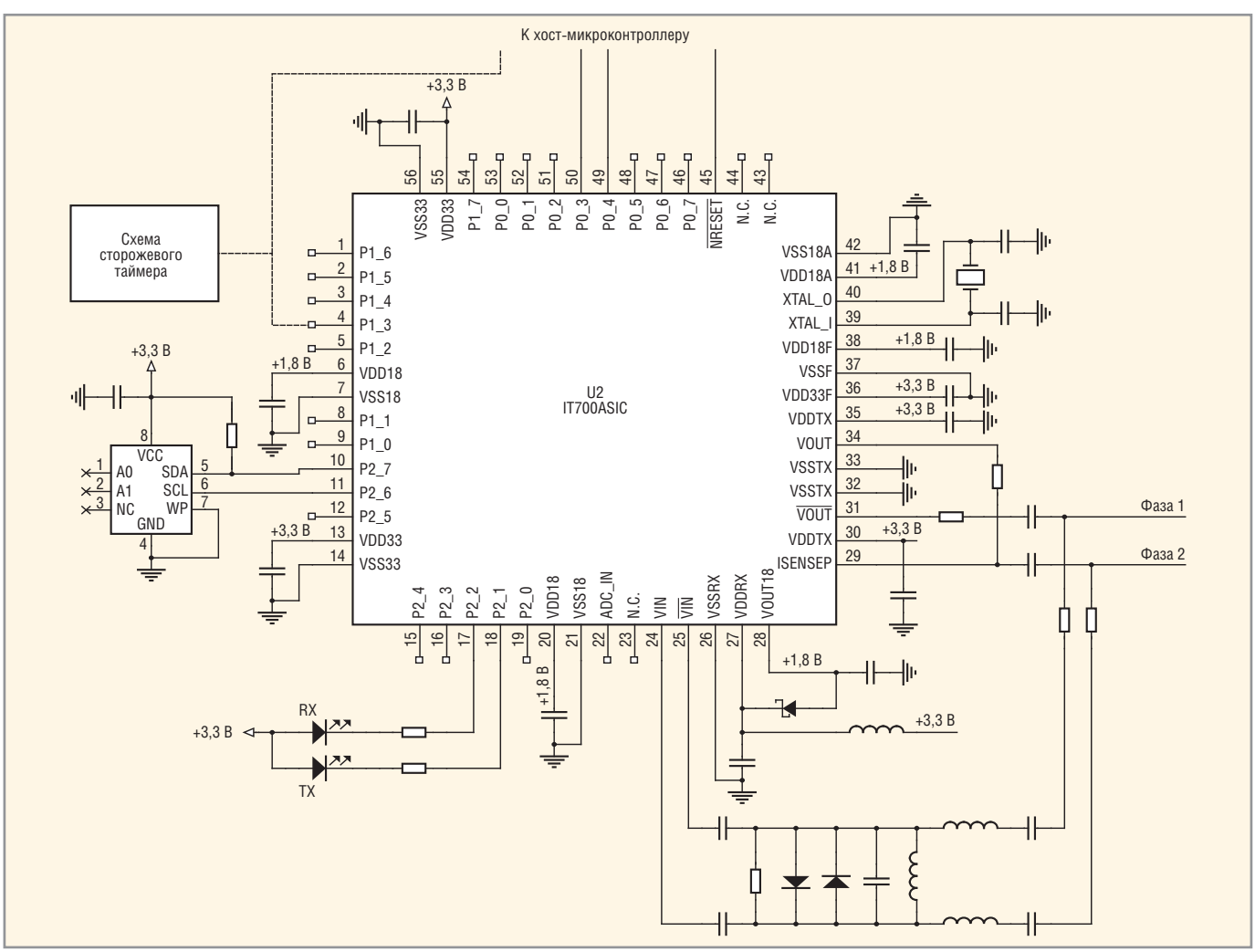


Рис. 3. Схема включения ИС IT700

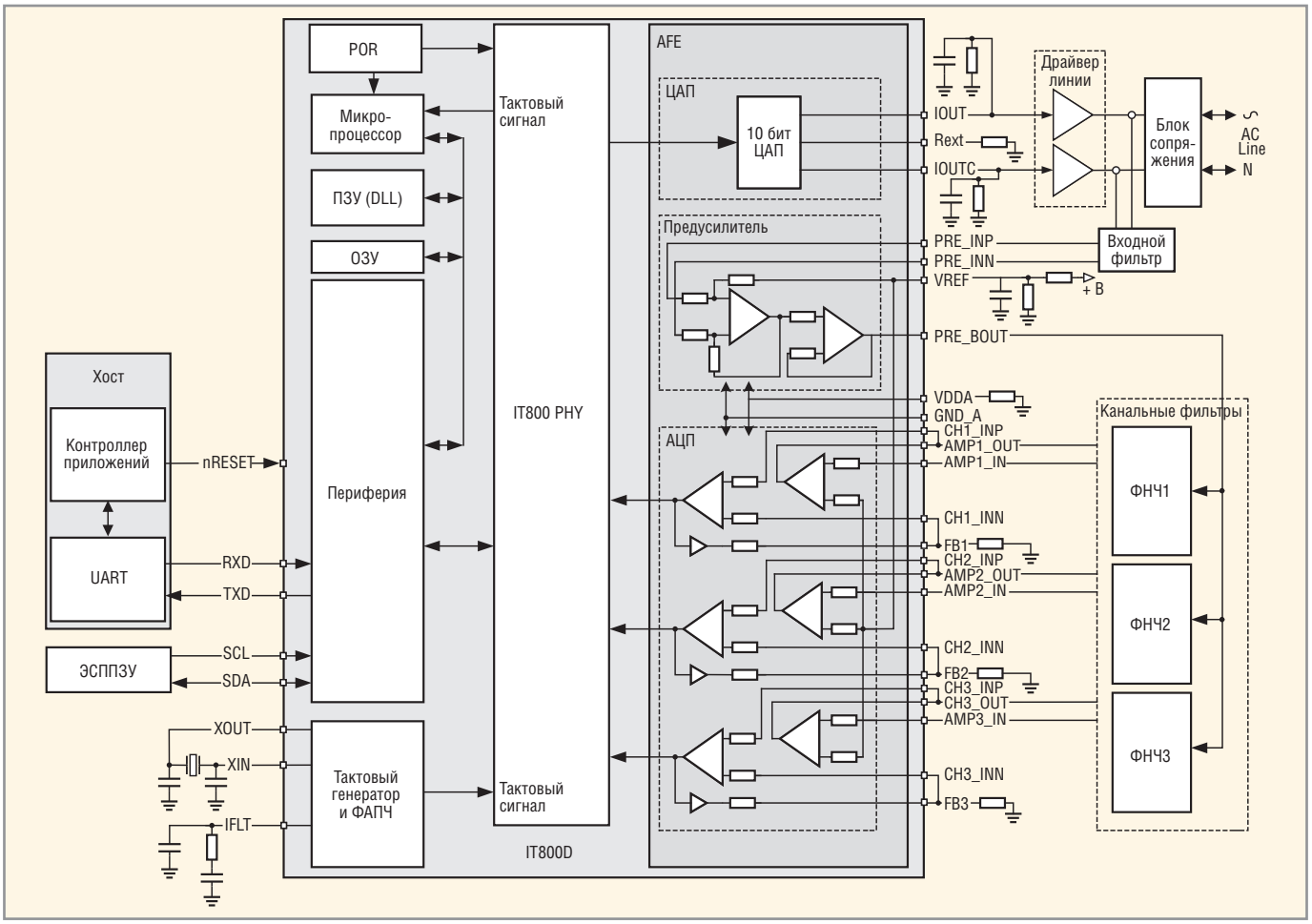


Рис. 4. Структурная схема ИС IT800

замираниям сигнала, шумам и помехам, частотным искажениям и изменениям импеданса нагрузки.

Основные области применения микросхемы, рекомендованные производителем: интеллектуальные сети (AMM/AMR); управление питанием – «умные дома» и автоматизация зданий, управление бытовой техникой; системы безопасности и условного доступа; мониторинг окружающей среды (температура, уровень освещённости и др.); управление уличным освещением и информационно-рекламными системами Signage. Микросхема выполнена в корпусе QFN56 размерами 7×7×0,9 мм, её структурная схема приведена на рисунке 2, а типовая схема включения – на рисунке 3. Особенности микросхемы:

- соответствие стандартам FCC, ARIB и EN50065-1-CENELEC;
- запатентованная модуляция DCSK (US Patent 6064695);
- микроконтроллер 8051 с флэш-памятью 256 Кбайт;
- версия открытой архитектуры, позволяющая программировать коды приложений вместе с коммуникационным стеком;
- напряжение питания 3,3 В (ток потребления не более 500 мА);
- промышленный диапазон рабочих температур –40...85°C;
- мощные средства коррекции ошибок (CRC-8, CRC-16) и адаптивное детектирование пакетов;
- поддержка до 1023 перекрывающихся сетей и 2047 узлов в сети;
- автоматическое управление скоростью передачи данных, распределением адресов узлов и формирование логистики сетей;
- защита информации на основе 128-разрядного шифрования AES и 32-битной аутентификации;
- скорости передачи данных: 7,5 Кбит/с (стандартный режим, SM), 2,5/5 Кбит/с

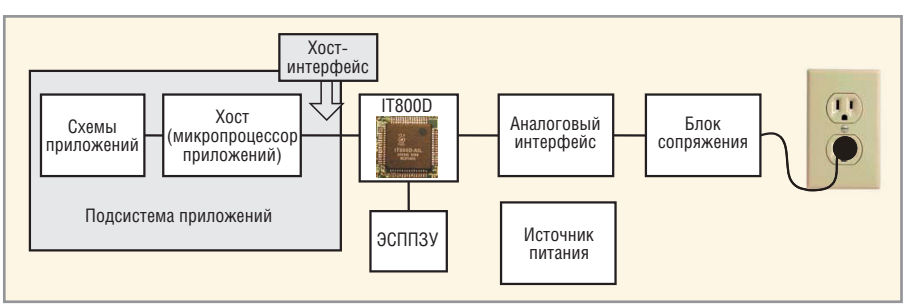


Рис. 5. Канал передачи данных

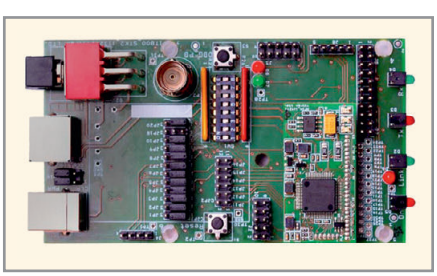


Рис. 6. Отладочная плата STK2

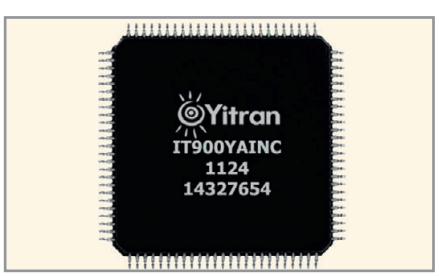


Рис. 7. Микросхема IT900

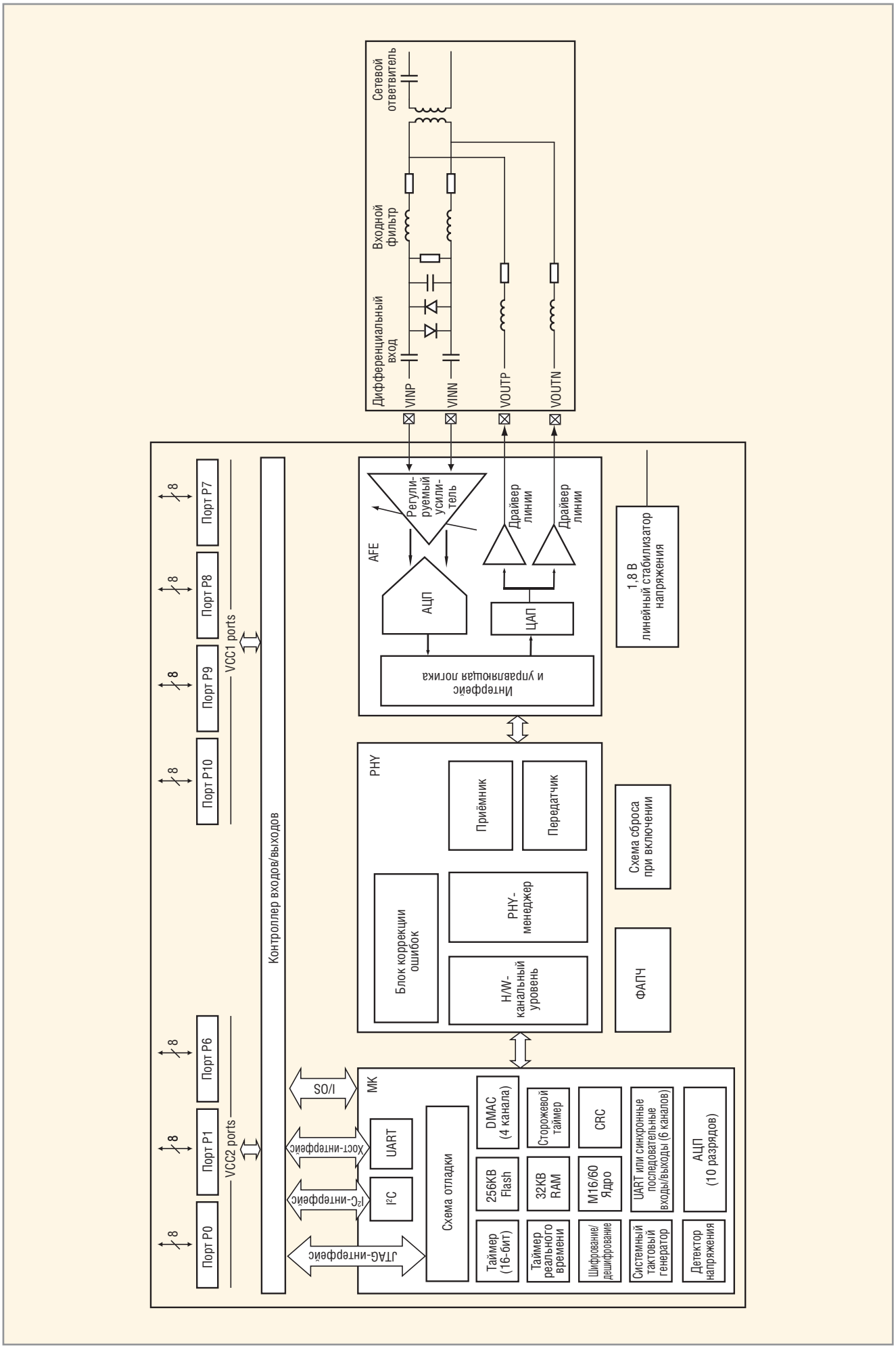


Рис. 8. Структурная схема ИС IT900

(режим повышенной надёжности, RM), 0,625/1,25 Кбит/с (особо надёжный режим, ERM).

Специализированная СнК IT800D для PLC-модемов выполнена в корпусе LQFP64 размерами 10×10×1,4 мм и отличается от IT700 построением физического и канального уровней и аналогового интерфейса (Analog Front-end). Структурная схема IT800D приведена на рисунке 4; функциональные возможности и параметры, а также области применения в основном совпадают с IT700.

Пример построения канала передачи данных по электрическим сетям на основе СнК IT800D для управления бытовыми приборами показан на рисунке 5. В состав канала входят схемы исполнительных устройств конкретных приборов (Application Circuitry); хост-микроконтроллер приложений общего назначения с интерфейсом UART, управляющий исполнительными устройствами приборов «умного дома»; СнК IT800D с ЭСППЗУ для сохранения параметров канального уровня; аналоговый интерфейс и блок сопряжения (Line Coupler) для подключения к сети переменного тока; источник питания для СнК, входного блока и устройств управления приложениями.

Для отработки PLC-решений заказчикам предлагается отладочная плата STK2 (Development Tools), внешний вид которой показан на рисунке 6. В состав платы входит подключаемый модуль (IT800 PIM), состоящий из СнК IT800D, элементов аналогового и сетевого интерфейсов, стабилизатор напряжения 3,3 В и ЭСППЗУ. На плате предусмотрены разъём USB и коаксиальный разъём для связи с персональным компьютером (по заказу).

Система-на-кристалле для PLC-модемов нового поколения IT900 (см. рис. 7) выполнена в корпусе HTQFP100, обеспечивает в 60 раз большую скорость передачи данных по сравнению с IT700 и IT800 и поддерживает верхний уровень протоколов IPv4, IPv6 и SE 1.0, SE2.0. Микросхемы могут быть использованы в системах автоматизации зданий, в том числе для управления отоплением и вентиляцией, системами безопасности и условного доступа, освещения, дистанционной диагностики и в других приложениях. В интеллектуальных сетях Smart Grid новые СнК можно использовать для автоматического считывания показаний счётчиков и управления питанием (AMM/AMR), для обнаружения несанкционированных подключений, управления солнечными батареями и т.п.

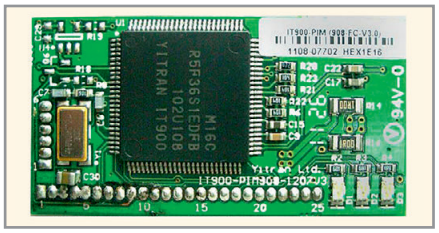


Рис. 9. Модуль IT900 PIM

Особенностями физического уровня микросхемы являются применение модуляции DCSK Turbo с уплотнением спектра и адаптивного корректора (DFE, Decision Feedback Equalizer). Канальный уровень (MAC Layer) СнК использует сетевой протокол CSMA/MA с передачей приоритетов (Transmission Priority) и задержкой механизма управления (Delay Control Mechanism), межсетевые и корпоративные службы Unicast и Broadcast, канал верхнего уровня (Upper Layer Channel) и мониторинг пакетов (Packet Monitoring); дополнительную комплексную защиту (Optional Security Suite, IEEE OP802.15).

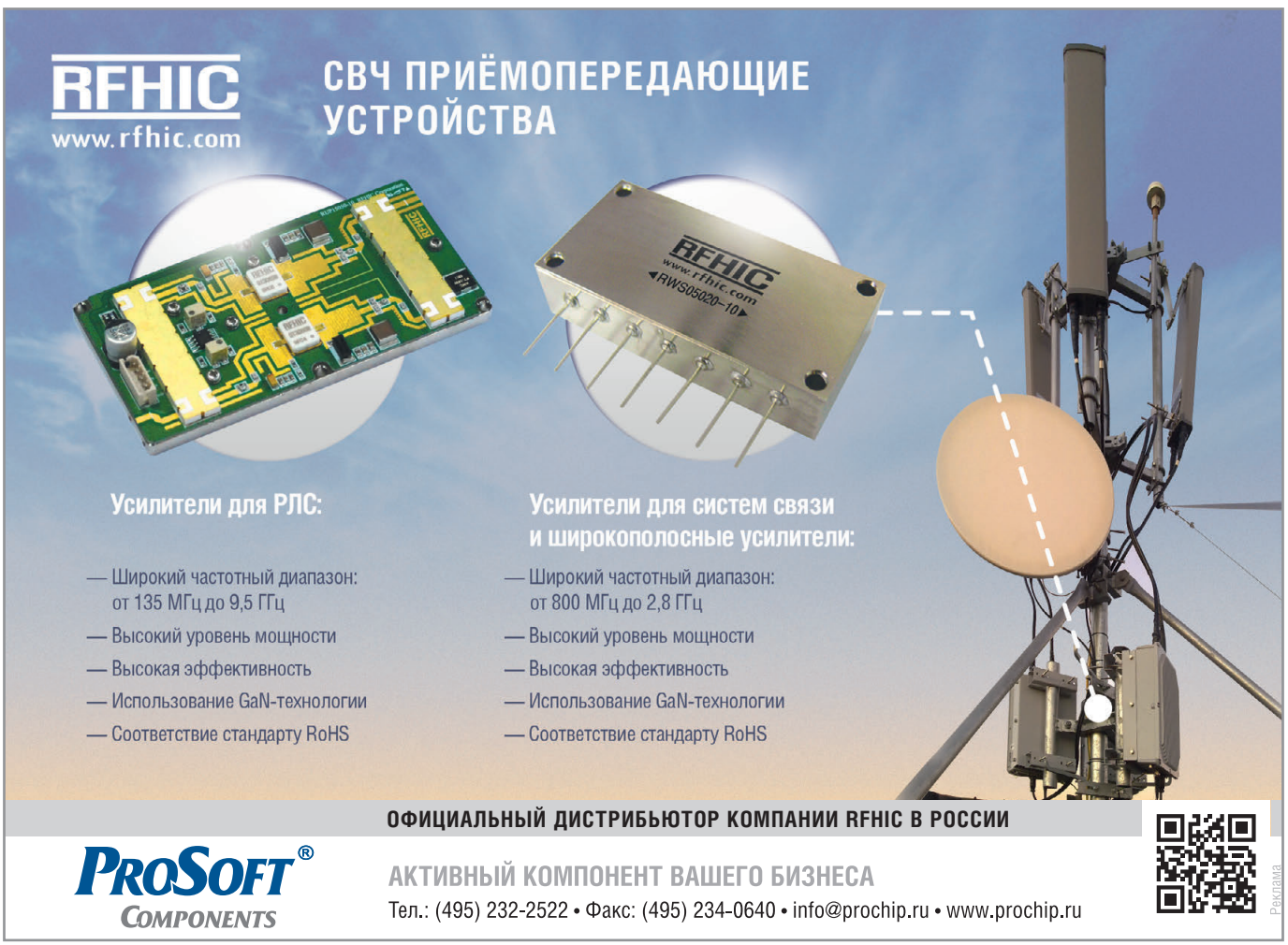




Рис.10. Отладочный набор STK4

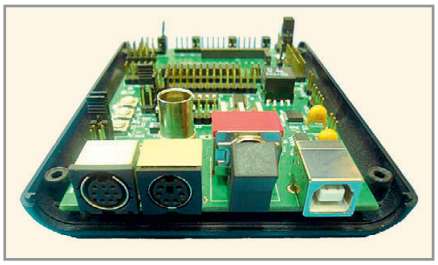


Рис.11. Сетевой координатор

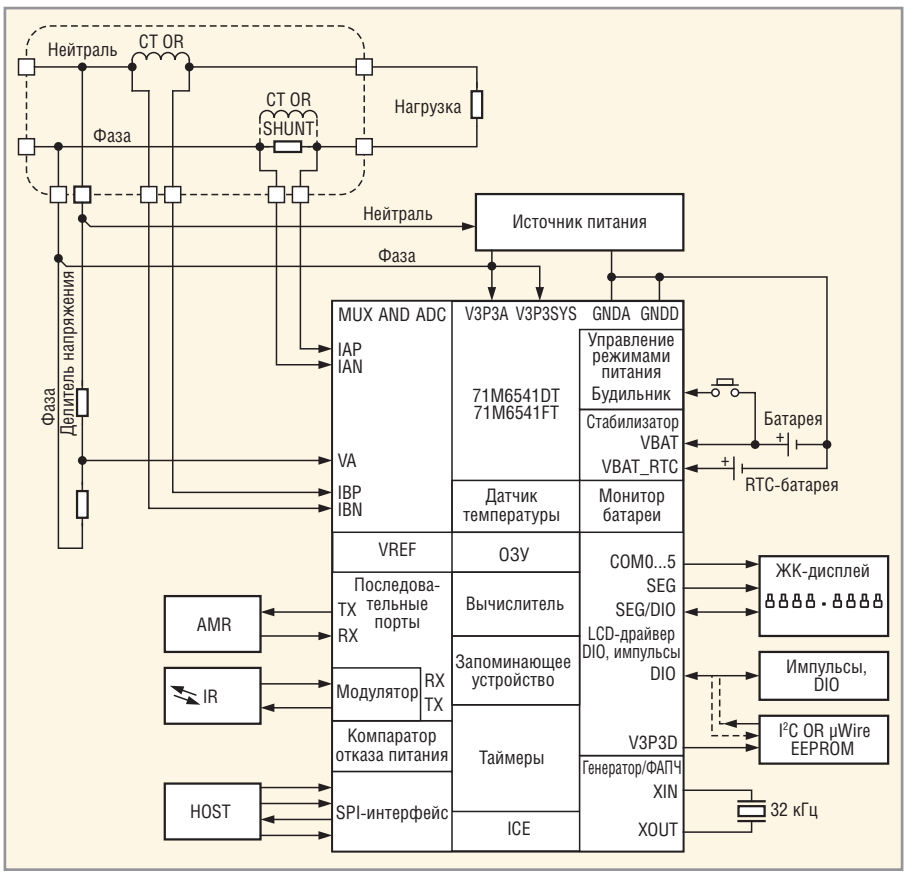


Рис.12. Схема включения СнК 71M6541/6542

Структурная схема и типовое включение СнК IT900 показаны на рисунке 8. Особенности и параметры микросхемы:

- диапазоны рабочих частот FCC/ARIB (100...500 кГц), CENELEC A (9...95 кГц), CENELEC B (95...125 кГц);
- скорость передачи данных 1,25...500 Кбит/с (FCC/ARIB), 0,625...150 Кбит/с (CENELEC A), 0,625...75 Кбит/с (CENELEC B);
- исправление ошибок кодами упреждающей коррекции (Forward short-block soft decoding error correction code) и CRC-16;
- чувствительность приёмника менее 1 мВ (пиковая);
- динамический диапазон более 95 дБ, подавление соседнего канала 60 дБ;
- 24 входа/выхода общего назначения;
- интерфейсы UART, SPI, I²C, JTAG и специализированный аналого-цифровой;
- до 1023 логических сетей и до 2047 узлов в сети, длина линий до 2 км;
- напряжение питания 3,3 В, мощность потребления в режиме приёма 80 мВт.

Компания также выпускает подключаемый (съёмный) модуль IT900 PIM (см. рис. 9) и стартовый отладочный набор STK4 (Starter Kit) (см. рис. 10), состоящий из сетевого координатора (см. рис. 11), пяти модемов (RS, Remote Station) и компакт-диска с программным обеспечением и техническими характеристиками.

Микросхемы компании Maxim

Компания Maxim выпускает широкую номенклатуру ИС для PLC-сетей, выполненных по технологии G3-PLCTM. СнК для интеллектуальных сетей фирмы получили заслуженное признание в Европе: интеллектуальная технологическая платформа компании награждена Европейским дипломом «Интеллектуальная технология измерений 2012 года».

В каталоге фирмы на февраль 2013 года представлены 29 типов СнК для систем учёта потребления энергоресурсов, 8 типов СнК для систем управления питанием и 5 типов ИС для сетевой инфраструктуры [9]. В конце 2012 года компания представила СнК четвёртого поколения 71M6541DT/FT, 71M6542FT для однофазных счётчиков электроэнергии в домашних, корпоративных и промышленных приборах. В микросхемы интегрированы 8051-совместимые ядра микропроцессоров с низким потреблением энергии и температурной компенсацией, флэш-память и драйвер ЖКИ; другие особенности и параметры микросхем:

- точность измерения 0,1% в диапазоне токов 2000:1;
- соответствие требованиям стандартов IEC 62053/ANSI C1220 (с превышением);
- два входа датчиков тока с возможностью дифференциального подключения;
- программируемые выходы Wh/VARh;
- объём флэш/оперативной памяти 32 Кб/3 Кб (71M6541DT), 64 Кб/5 Кб (71M6541FT/42FT);
- независимое 32-разрядное вычислительное ядро;
- защищённое программное обеспечение (Flash Security);
- высокое быстродействие при пониженном напряжении (Brownout Mode);
- аппаратный сторожевой таймер;
- интерфейсы I²C, MICROWIRE®EPROM, SPI и UART (два);
- промышленный диапазон рабочих температур;
- корпуса LQFP64 (71M6541DT/FT), 100LQFP (71M6542FT).

Типовая схема включения СнК четвёртого поколения в однофазную сеть переменного тока приведена на рисунке 12.

Литература

1. www.homeplug.org/tech/av2/.
2. www.openmeter.com/.
3. www.prime-alliance.org/.
4. www.echonet.gr.jp/english/spec/index.htm.
5. http://standards.ieee.org/news/2012/p19012_baallot.html.
6. www.itu.int/rec/T-REC-G.9960-201112-I/en.
7. http://46.4.23.203/.
8. www.yitran.com/index.aspx?id=3351.
9. www.maximintegrated.com/products/powerline/g3-plc/.

Источники питания для монтажа на плату

- ✓ Низкая стоимость
- ✓ Высокая надёжность
- ✓ Короткое время выполнения заказа
- ✓ Стандартная площадь посадочного места
- ✓ Наивысшая удельная мощность



20 Вт DC/DC с площадью 1"×1"



5 Вт AC/DC с площадью 1"×1"

Маломощные источники питания AC/DC для установки на плату



Серия ECE
- От 5 до 40 Вт
- Ультракомпактные с площадью от 1"×1"
- Герметизированные
- Одно- и двухканальные модели
- Потребляемая мощность на холостом ходу < 0,3 Вт



Серия ECL
- От 5 до 30 Вт
- Ультракомпактные
- Одно- и многоканальные модели
- Герметизированное и открытое исполнение
- Потребляемая мощность на холостом ходу < 0,3 Вт

Загрузите
интерактивное руководство по выбору преобразователей AC/DC и DC/DC

www.xppower.com/literature_downloads

Серии DC/DC-преобразователей в стандартном исполнении



От 1 до 3 Вт
- Корпуса SIP и DIP
- Варианты со стабилизацией выходного напряжения и с низким коэффициентом стабилизации
- Входы 2:1, 4:1 и ±10%
- Гальваническая развязка вход-выход от 500 В до 6 кВ



От 2 до 6 Вт
- Площади оснований 1"×1", 1"×2", 2"×2" и DIP-24
- Одно-, двух- и трёхканальные модели со стабилизированными напряжениями
- Широкий диапазон входного напряжения 2:1 и 4:1
- Гальваническая развязка вход-выход до 3,5 кВ



Соответствие требованиям медицинских стандартов
- От 3 до 10 Вт
- IEC60601-1, 3-е издание
- Усиленная изоляция 4000 В (переменный ток)
- Ток утечки на пациента 2 мкА



Драйверы для светодиодных систем освещения
- От 5 до 48 Вт
- Ток нагрузки до 1000 мА
- Режим генератора тока
- КПД 95%



Модели для поверхностного монтажа
- 1 и 2 Вт
- Варианты со стабилизацией выходного напряжения и с низким коэффициентом стабилизации
- Входы ±10%, 2:1 и 4:1
- Одно- и двухканальные модели

Реклама



Посетите наш сайт и загрузите последний выпуск каталога продукции: www.prosoft.ru/xp_power

GREEN•POWER

Селектор для загрузки в мобильные устройства

XP Power

ОФИЦИАЛЬНЫЙ ДИСТРИБЬЮТОР ПРОДУКЦИИ XP POWER

PROSOFT®

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

Многоканальный силовой полупроводниковый модуль

Владимир Бойко, Павел Коваленко, Виктор Шевяков, Андрей Игнатов (г. Пермь)

В статье описан 4-канальный силовой полупроводниковый модуль М16-5-1 УХЛ3, созданный в результате сотрудничества ОАО «СТАР» (Системы топливопитания и автоматического регулирования, г. Пермь), ОАО «ВЗПП-С» (Воронежский завод полупроводниковых приборов – сборка), ЗАО «ВЗПП-Микрон» (Воронежский завод полупроводниковых приборов – Микрон) и ОАО «ДЗРД» (Донской завод радиодеталей). Статья ориентирована на разработчиков электронного оборудования, предназначенного для управления агрегатами и системами современных авиационных двигателей.

Введение

Коммутация силовых и сигнальных электрических цепей является одной из наиболее распространённых функций управления газотурбинными двигателями. К особенностям элементов коммутации относятся эксплуатация в условиях жёстких воздействий окружающей среды, широкий диапазон напряжений и высокие требования к надёжности.

К устойчивости авиационного оборудования под воздействием сильных электромагнитных полей и переходных процессов, вызванных молниями, предъявляются всё более жёсткие требования, которые призваны обеспечить безопасность полётов в условиях излучения РЛС и грозовых разрядов (квалификационные требования КТ-160D,F и соответствующие зарубежные требования DO-160D,F).

Учёт этих требований должен способствовать поддержанию работоспособности устройств коммутации в следующих условиях:

- среднее значение напряжённости электрической составляющей электромагнитного излучения до 300 В/м, импульсное значение до 3000 В/м;
- пиковое значение тока в выходных цепях устройств коммутации до 40 А при длительности импульса до 1 мс.

Ужесточение требований происходит с одновременным уменьшением массогабаритных характеристик электронной аппаратуры. В ходе разработки электронного регулятора для перспективного авиационного двигателя ПД-14 была поставлена задача создания модуля М16-5-1, при решении которой были достигнуты устойчивость к указанным выше воздействиям и уменьшение габаритных размеров. Это удалось сделать за счёт применения специально разработанных и не имеющих аналогов элементов в бескорпусном исполнении, в том числе мощного ограничителя напряжения и n-канального полевого транзистора с низким пороговым напряжением.

Основные технические характеристики модуля:

- четыре канала управления;
- широкий диапазон коммутируемых напряжений 10...80 В;
- диапазон коммутируемых токов 0...3,5 А;
- управление от логических элементов КМОП с напряжением питания 3,3...5,0 В;
- защита выходных электрических цепей модуля от внешних импульсных воздействий (экспоненциальный импульс тока с пиковым значением до 40 А и длительностью до 1 мс на уровне 0,5);
- рабочая температура –60...85°С;

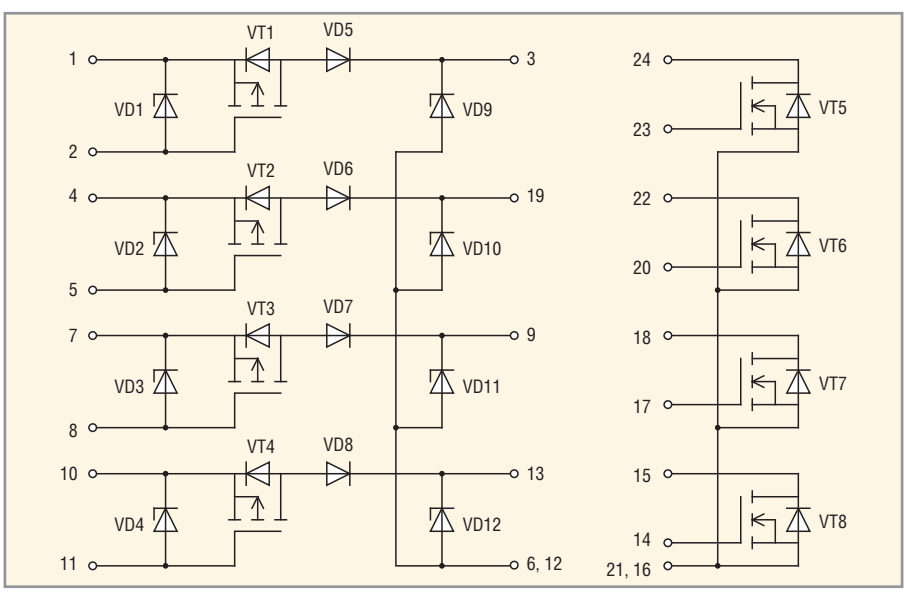


Рис. 1. Принципиальная электрическая схема модуля

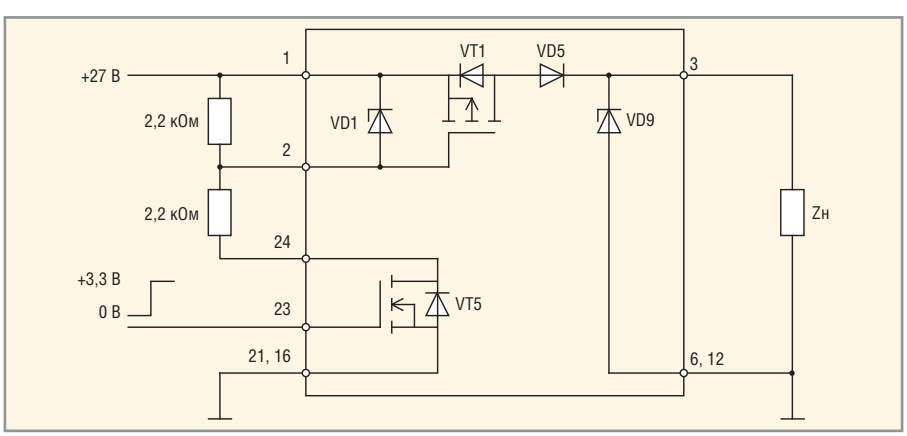


Рис. 2. Схема включения одного из каналов модуля

- ускорение до 20g в диапазоне частот синусоидальной вибрации до 2000 Гц;
- тепловое сопротивление между элементами и основанием 2°С/Вт;
- тепловое сопротивление корпус – окружающая среда (без теплоотвода) при температуре окружающего воздуха +85°С – 14°С/Вт.

Элементы, структура и конструкция модуля

При разработке модуля были решены вопросы обеспечения надёжности в условиях указанных выше воздействий с помощью полупроводниковых ограничителей напряжения. Непосредственное управление работой модуля сигналами логических элементов с напряжением питания 3,3...5 В осуществляется n-канальными полевыми транзисторами с низким пороговым напряжением. Высокочастотное импульсное управление нагрузкой обеспечивают низкие входные ёмкости n-канального и p-канального транзисторов.

Ограничитель напряжения и n-канальный транзистор специально разработаны для модуля М16-5-1 и по совокупности функциональных и габаритных характеристик не имеют аналогов. Применение элементов в бескорпусном исполнении позволило уменьшить габаритные размеры модуля.

Подробные технические характеристики модуля приведены в технических условиях главного конструктора ВЛЕИ.435714.002ТУ ГК. Принципиальная электрическая схема модуля представлена на рисунке 1.

Модуль содержит только полупроводниковые элементы, выполняющие функции коммутации, управления и защиты. Вспомогательные элементы являются внешними по отношению к модулю. Такой подход позволяет оптимальным образом задать режим работы элементов модуля в зависимости от диапазона коммутируемых напряжений и требуемую скорость переключения при импульсном формировании напряжения на нагрузке.

Основными элементами схемы являются p-канальные полевые транзисторы, соединённые с выходами через диоды, предотвращающие протекание тока от выхода к входу при соединении выходов нескольких модулей по схеме «монтажное «ИЛИ». Выходы модуля защищены ограничителями напряжения, одновременно выполняющими функцию обратных диодов при управлении индуктивными нагрузками. Затворы p-канальных транзисторов защищены стабилитроном.

Схема включения одного из каналов модуля представлена на рисунке 2. Напряжение на затворе p-канального транзистора, необходимое для включения модуля, формируется делителем напряжения, подключённым к стоку n-канального транзистора.

При разработке модуля основное внимание было уделено гибкости структуры модуля, получению заданных электрических характеристик компонентов и технологической подготовке производства, включая автоматическую сборку и проверку модуля. Конструктивное исполнение модуля обеспечило низкое сопротивление соединений элементов модуля и высокую теплопроводность между элементами и основанием корпуса.

Модуль выполнен по гибридной технологии, его элементы размещены в металлокерамическом корпусе, имеющем медное теплоотводящее основание. На основании установлены изолирующие теплоотводящие керамические подложки с двухсторонней металлизацией (нижняя сторона сплошная, верхняя – с рисунком для соединения элементов). На площадках верхней металлизации установлены кристаллы элементов, верхние выводы которых соединены с другими площадками ультразвуковой сваркой. Внешний вид модуля показан на рисунке 3, габаритные размеры (без учёта выводов) составляют 54×33,4 мм.

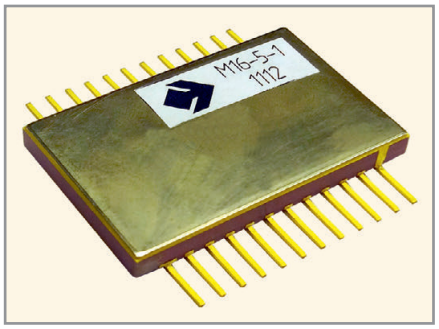


Рис. 3. Внешний вид модуля

Области применения модулей

Использование модуля для коммутации напряжений повышает уровень интеграции и исключает необходимость введения в схему крупногабаритных элементов защиты от внешних электрических воздействий.

Модули входят в состав электронной системы управления двигателем ПД-14 для создаваемого в настоящее время среднемагистрального самолёта МС-21 и планируются для использования в перспективных разработках ОАО «СТАР».

Модули могут быть использованы в устройствах с аналогичными требованиями по диапазону коммутируемых напряжений и токов и параметрам окружающей среды (авиастроение, автомобилестроение, космическая техника).

СПЕКТР
Тел.: +7 (495) 220-6493, 8 (960) 276-2841
Факс: +7 (812) 333-2755 (авт.)
info@spectr-pcb.ru • www.spectr-pcb.ru
МОНТАЖ ПЕЧАТНЫХ ПЛАТ
Компания СПЕКТР предлагает услуги по изготовлению и монтажу печатных плат.
Срочное изготовление опытных образцов.
Выполнение заказов любого объема.
Реклама

Форм-фактор StackPC – новый подход к разработке встраиваемых модулей и систем

Часть 2. Стандарт StackPC и системы на его основе

Алексей Сорокин (Москва)

Рассмотрены стандарты StackPC и PCIe/104, отмечены преимущества и недостатки этих форм-факторов для различных областей применения. Описан стековый метод построения систем на базе StackPC и модели применения стековых модулей в составе защищённых компьютеров и встраиваемых устройств.

Стековая архитектура

Как уже отмечалось в первой части данной статьи, существуют два основных типа организации системы из набора модулей – магистрально-модульная и стековая. Основными отличиями этих систем являются способ подключения модулей к системе и способ доступа к интерфейсным разъёмам модулей.

В магистрально-модульной системе модули подключаются друг к другу через пассивные объединительные платы с разъёмами расширения. Как правило, такие системы строятся на базе каркасов для 19-дюймовых стоек, и наиболее известным производителем таких каркасов, объединительных плат и стоек является немецкая фирма Schroff. Неоспоримым преимуществом магистрально-модульных систем перед стековыми является возможность использования высокопроизводительных модулей с большим энергопотреблением. В каркасах для магистрально-модульных систем относительно легко организовать кондуктивный или активный теплоотвод с применением блоков вентиляторов, чтобы обеспечить стабильную работу мощных элементов и возможность применения источников питания (ИП) большой мощности. Важным стандартом для магистрально-модульных систем являются CompactPCI и его варианты (2.0, 2.30 и Serial).

Стековые модули не используют объединительные платы и соединяются друг с другом через разъёмы расширения, образуя компактную систему, которая неизбежно ограничивает потребляемую мощность. Основным применением стековых модулей являются защищённые системы, где стек с модулями и ИП устанавливаются в корпус. В такой конструкции возможен только кондуктивный теплоотвод на корпус. Как правило, максимальная мощность для большинства стековых систем составляет около 20 Вт, а для высокопроизводительных вариантов – 60 Вт. Одним из наиболее распространённых стековых стандартов является PC/104 и его более новые версии – PC/104-plus и PCI/104-Express.

Преимущество стековой архитектуры заключается в более высоких показателях по стойкости к механическим воздействиям при меньшей массе и габаритах системы, т.к. способы соединения и фиксации модулей без использования объединительных плат придают стеку больше жёсткости в меньшем объёме. Напротив, в магистрально-модульных системах CompactPCI могут наблюдаться резонансные явления на модулях из-за люфта, обусловленного конструкцией крепления и материалом установленных в каркасе направляющих.

Спецификация PCI/104-Express или PCIe/104

Самая первая версия стандарта PC/104 предоставляла возможность расширения системы периферийными модулями только на базе шины ISA. Для этой шины был выбран разъём с количеством контактов 104, что отразилось в названии стандарта. Разъём имел штыревой соединитель, который обеспечивал двухстороннее подключение периферийных стековых модулей к процессорному модулю. После появления шины PCI в спецификацию был добавлен второй разъём, и обновлённый стандарт получил название PC/104-plus.

В данной версии стандарта было введено ограничение: модули с шиной PCI должны стоять в стеке непосредственно за процессорным модулем, и только с одной стороны. По сути, стек модулей PCI стал односторонним. Вместе с необходимостью организации более эффективной системы кондуктивного теплоотвода для новых поколений процессоров это привело к появлению системных модулей, имеющих с одной стороны радиатор, а с другой – разъёмы расширения.

Следует отметить, что стандарт PC/104-plus описывает прямоугольный модуль, на котором две области на двух противоположных краях отведены под разъёмы расширения, а две области на двух других краях – под интерфейсные разъёмы ввода-вывода. В этих областях ответные части угловых интерфейсных разъёмов не должны выступать за оговоренные пределы более чем на 12,7 мм. Однако новые процессоры стали занимать бóльшую площадь, а более функциональные процессорные модули потребовали больше разъёмов ввода-вывода.

По этой причине стандарт PC/104-plus негласно разделился на два типа – один для процессорных модулей, второй – для периферийных. Отличие состояло в том, что платы некоторых процессорных модулей были расширены на область разъёмов ввода-вывода («крылья» или «уши», см. рис. 1, справа), которые стали не угловыми, а вертикальными. Это и сегодня практикуется в процессорных модулях, позволяя реализовать самодостаточный модуль, совместимый с PC/104-plus.

Формально стандарт не регламентирует использование упомянутых областей для общей площади печатной платы, и, согласно спецификации, модули с «крыльями» должны именоваться не PC/104 Complaint (соответствую-

Доломант

ЗАО «НАУЧНО-ПРОИЗВОДСТВЕННАЯ ФИРМА «ДОЛОМАНТ»

3–7 июля 2013 года. Санкт-Петербург, Россия
УЧАСТНИК ВЫСТАВКИ «Международный военно-морской салон»
IMDS

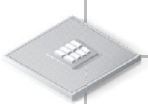
ВЫСОКИЕ ТЕХНОЛОГИИ НА СЛУЖБЕ ОТЕЧЕСТВУ





Контрактное производство

электронных изделий любой сложности по конструкторской документации заказчика



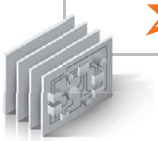
Электронные компоненты

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



Монтаж печатных плат

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



Поставка печатных плат

ДОЛОМАНТ является партнером мировых лидеров по производству печатных плат



Сборка приборов, стоек, шкафов

Полный цикл производства электроники



Заказные разработки

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



Разработка и производство электронного оборудования и программного обеспечения

Более 500 изделий для специальных применений и жестких условий эксплуатации



Поставка в качестве второго поставщика

Более 400 000 наименований изделий иностранного производства под контролем военного представительства

Специальные проверки и исследования

Приемка ОТК и контроль ВП МО РФ. ГОСТ Р ИСО 9001-2008 и ГОСТ РВ 15.002-2003

Реклама

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

Заказные разработки
E-mail: cd@dolomant.ru

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

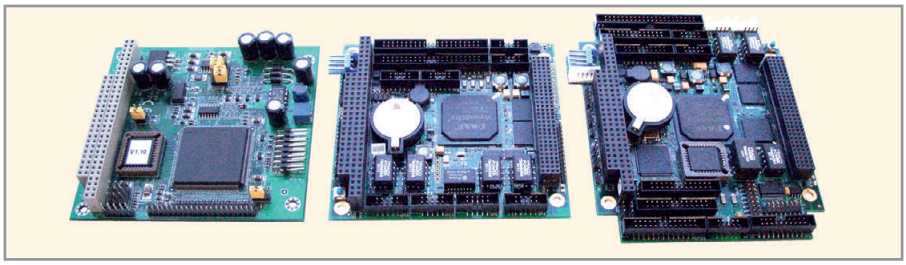


Рис. 1. Модуль PC/104 и PC/104-plus с «крыльями» и без «крыльев»

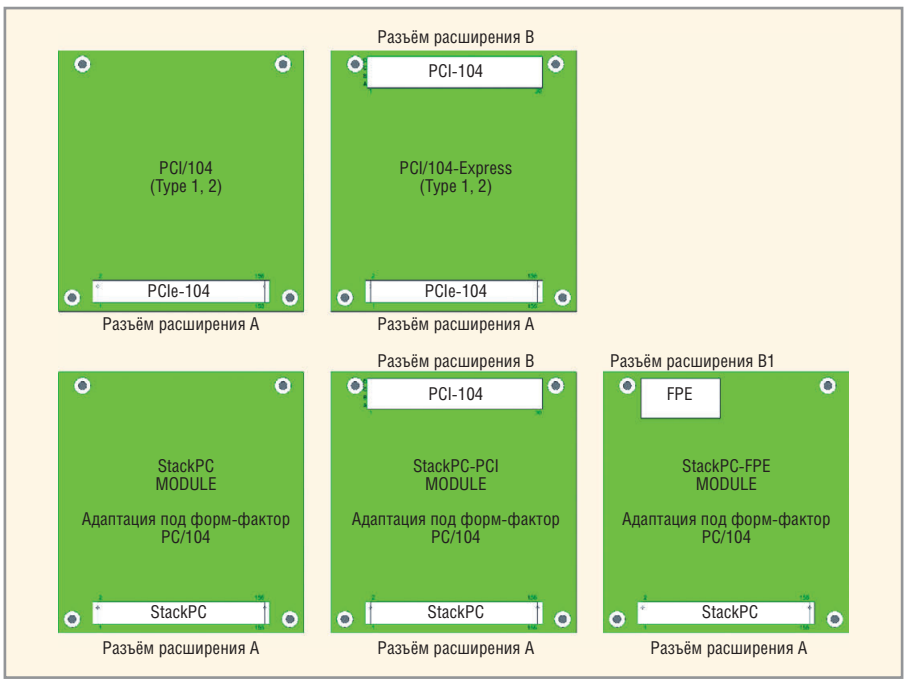


Рис. 2. Сравнение форм-факторов StackPC и StackPC-PCI с PCIe/104 и PCI/104-Express

щие стандарту по обязательным параметрам), а PC/104 Bus-compatible (совместимые по разъёму расширения). Но такое расширение не мешает процессорным модулям вписаться в большинство уже разработанных систем PC/104.

В периферийных модулях такое решение не применяется. Во-первых, подавляющее большинство этих модулей менее требовательно к площади печатной платы и отводу тепла, поскольку они содержат меньшее число интерфейсных разъёмов по сравнению с процессорными модулями. Во-вторых, такое расширение для периферийного модуля, установленного в середину стека, перекроет область вывода интерфейсных кабелей в корпусе, в то время как процессорный модуль практически всегда устанавливается в стек крайним.

С ростом производительности процессорных модулей и появлением контроллеров для шин PCI, шина ISA стала вытесняться, и появилась версия стандарта без шины ISA – PCI/104. Начиная с данной версии стандарта, на модуле уже не было разъёма расширения с количеством контактов 104, но название PC/104 сохранилось как признак габаритных размеров форм-фактора – 3,55×3,78" (~90×96 мм). Стандарт PCI/104 не получил широкого распространения на рынке процессорных модулей, поскольку не поддерживал широкую номенклатуру присутствующих на рынке модулей с шиной ISA.

Вслед за PCI/104 появился стандарт PCI/104-Express, где на освободившееся от разъёма ISA место был установлен разъём с шинами PCI-Express (далее PCIe). Этот разъём отличался тем, что был разработан для поверхностного монтажа. В результате для организации стека необходимо устанавливать один тип разъёма в верхнем слое TOP, а другой – в нижнем слое BOTTOM. Разъём состоит из трёх групп по 52 контакта с одной панелью питания для каждой группы. Эти группы назвали «банками» (Bank 1, 2 и 3). В первых версиях PCI/104-Express на первый банк разъёма были выведены четыре шины PCIe x1, а на второй и третий – шина PCIe x16. В стандарт была добавлена возможность использования шины PCIe x16 в качестве двух шин PCIe x8 или x4; также допускалось использование этой шины в режиме видеоинтерфейса (SDVO), который был мультиплексирован в микросхемах Intel с шиной PCIe x16.

Предполагалось, что наличие шины PCIe x16 позволит в полной мере использовать возможности передовой технологии PCIe, а поддержка SDVO – разрабатывать относительно простые модули видеоинтерфейсов DVI, VGA или LVDS. Первая версия стандарта появилась в марте 2008 года, но во встраиваемых решениях того времени ни PCIe x16, ни SDVO не нашли широкого применения. В периферийных модулях шина PCIe x16 использовалась в режиме двух шин PCIe x4 для подключения модулей расширения с цифровыми сигнальными процессорами (DSP – Digital Signal Processor). Поэтому данный стандарт не имел широкого распространения по сравнению с PC/104-plus.

Существует версия стандарта PCIe/104, в которой отсутствует разъём PCI. Однако, как и PCI/104, она менее распространена, поскольку не обеспечивает поддержку уже имеющихся на рынке модулей без дополнительных переходников с мостами PCIe-PCI. Стандарт PCI/104-Express отличается от PCIe/104 наличием второго разъёма расширения PCI для поддержки модулей предыдущего поколения, поэтому далее по тексту мы будем рассматривать и сравнивать со StackPC вариант PCIe/104 (см. рис. 2).

Совместимость модулей стандарта PCI/104-Express разных типов

Из-за низкой популярности первой версии стандарта PCI/104-Express по сравнению со стандартом PC/104-plus в 2011 году консорциум (www.pc104.org) решил обновить спецификацию. В результате была опубликована версия 2.0, где изменились требования к интерфейсам на разъёме расширения PCIe/104. Убрать первую версию назначения контактов разъёма из спецификации консорциум не решился, т.к. это привело бы к потере совместимости с уже разработанными модулями на базе шин PCIe x16/x8/x4. Поэтому был предложен альтернативный вариант назначения контактов, названный Тип 2 (Type II), а первый вариант был переименован в Тип 1 (Type I).

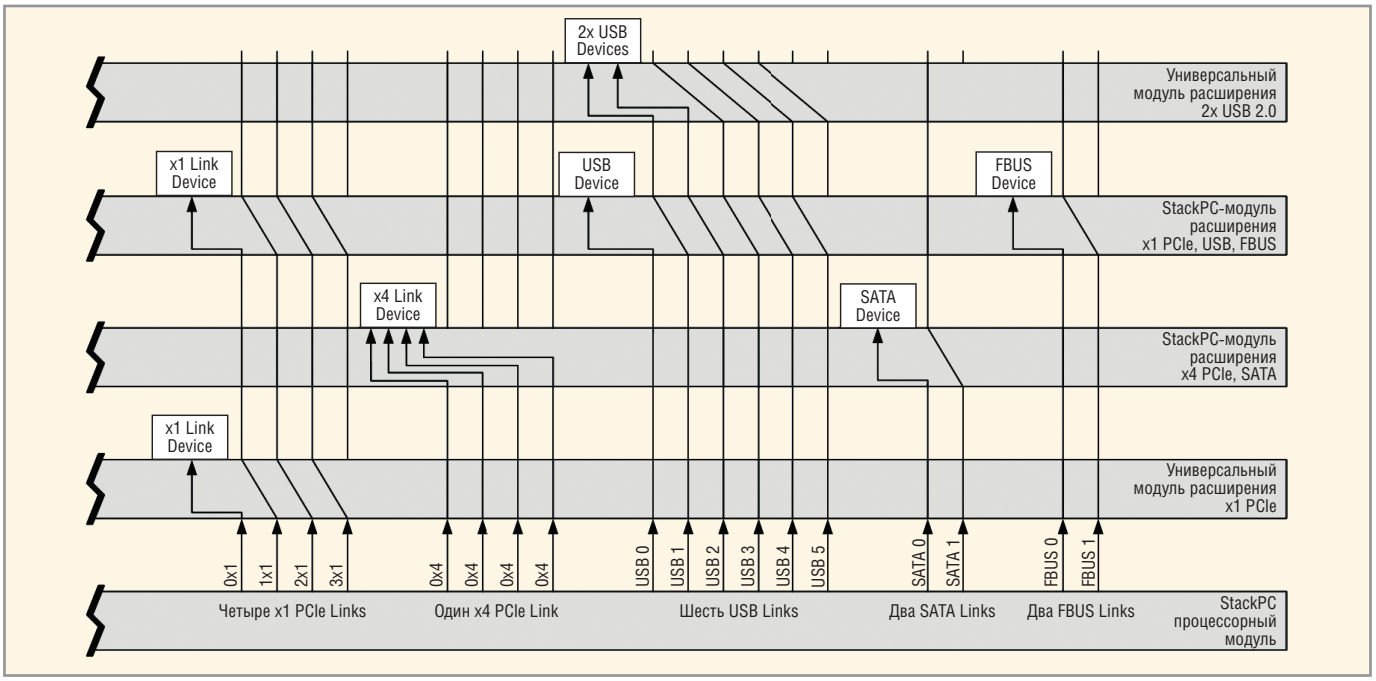


Рис. 3. Технология Line Shifting для стека модулей

Во втором типе шину PCIe x16 заменили на две шины PCIe x4, два интерфейса SATA и два интерфейса USB 3.0. Предполагается, что данные интерфейсы будут востребованы в качестве стековых интерфейсов расширения для периферийных модулей. В Типе 2 изменению подверглись только Банки 2 и 3 разъёма расширения, а Банк 1 остался без изменений. Следует отметить, что введённые интерфейсы SATA и USB 3.0 могут вызвать повреждение модулей, если в стек установлен – скорее, по ошибке – модуль, использующий шину PCIe x16.

Для защиты от некорректной установки модулей в стек был введён механизм Bus Stacking Error (ошибка стека шин), который предполагает установку подтягивающих резисторов на трёх линиях – STK 0, 1 и 2. Для каждого типа предусмотрена своя конфигурация резисторов, задающая код на линиях STK. Если процессорный модуль в момент включения питания обнаруживает код, который конфликтует с его конфигурацией, то он должен обеспечить сброс всей системы и выдать индикацию ошибки стека. Например, если на процессорный модуль Тип 2 с интерфейсами SATA или USB 3.0 установлен периферийный модуль Тип 1 с шиной PICe x16, то система не должна включиться, иначе модули будут повреждены.

Модули, использующие только интерфейсы первого банка разъёма расширения, являются универсальными (Universal) и могут работать с модулями первого и второго типов без ограничений. Такой механизм защиты должен присутствовать на всех модулях, соответствующих спецификации PCIe/104 версии 2.0 и выше. Более ранние модули такой защиты не имеют, и должны использоваться с осторожностью.

В спецификации PCIe/104 появилась технология Line Shifting – механизм смещения линий для групп шин PCIe, SATA и USB на периферийных модулях. Эта технология позволяет отказаться от задания слота переключателями, как в PC/104-plus. Каждый периферийный модуль всегда берёт со стека первую шину, а последующие сдвигает на одну позицию влево (вторую на первую, третью на вторую и т.д.). Таким образом, вне зависимости от позиции в стеке, периферийный модуль всегда окажется подключённым к свободной шине PCI-Express в первой позиции. Такая технология потребовалась для реализации автоматической раздачи шин, работающих по принципу точка-точка, на модули в стеке (см. рис. 3). Аналогичная технология раздачи интерфейсов присутствует и в системах Compact PCI, но там она реализована на объединительной плате, а не в модулях расширения.

Для возможности установки модулей сверху или снизу стека с реализацией технологии Line Shifting требуется на каждом модуле использовать переключатели сигналов шин PCIe, SATA и USB с нижнего или верхнего разъёмов, обеспечивающие поддержку технологии Line Shifting. Если модуль подключается сверху стека, то он использует первую линию с нижнего разъёма, а нижние линии сдвигает на верхний разъём для следующих модулей. Если модуль подключается снизу стека, то он использует первую линию с верхнего разъёма, а остальные линии сдвигает с верхнего разъёма на нижний, для следующих снизу модулей.

Согласно спецификации, периферийные модули могут быть подключены к процессорному модулю PCIe/104 с обеих сторон (через верхний и нижний разъёмы расширения). Однако для обеспечения целостности сигналов на шине PCIe (аналогично шине PCI в стандарте PC/104-plus), необходимо устанавливать модули расширения PCIe/104 либо сверху, либо снизу. Таким образом, стандарт, по сути, определяет односторонний стек. Для снятия ограничения был введён еще один тип процессорных модулей – с разъединёнными верхними и нижними разъемами. Это означает, что выводы верхнего и нижнего стекового разъёма на процессорном модуле подключены к разным шинам, не связанным между собой. Это внесло разнообразие в модули PCIe/104, которые теперь могут иметь разъём второго типа сверху и первого типа снизу, или два отдельных разъёма второго типа сверху и снизу для построения двухсторонней стековой системы. Различные типы процессорных модулей новой версии стандарта PCIe/104 перечислены в таблице 1.

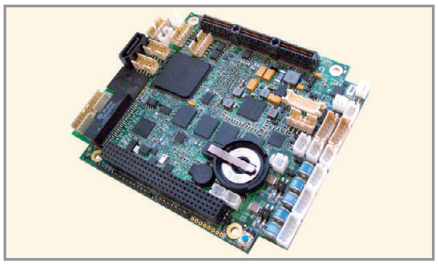


Рис. 4. Модуль StackPC типа CPC350, адаптированный под формат PCIe/104 (Фаствел, Россия)

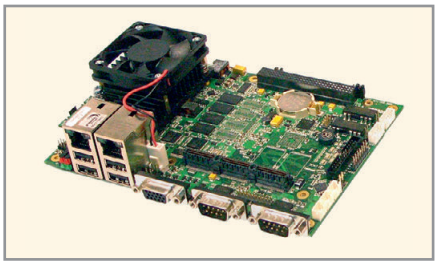


Рис. 5. Модуль StackPC типа CPC805, адаптированный под формат 3,5" (Фаствел, Россия)

Такое разнообразие типов может приятно удивить, когда требуется построить защищённую систему в корпусе на базе модулей различных типов. Кроме проблем с размещением модулей в одном стеке, подключением ИП к стеку, выводом интерфейсов на лицевую панель корпуса и организацией теплоотвода, добавляется задача обеспечения совместимости модулей. Не следует забывать, что некоторые типы не совместимы между собой, и их установка в стек вызовет ошибку стека шин. Если же использовать модули, работающие только с интерфейсами первого банка, то проблем с совместимостью удастся избежать, но это ограничивает потенциал системы в целом.

Спецификация StackPC

Стандарт описывает разъёмы расширения StackPC и FPE, а также разъёмы питания StackPWR, которые должны применяться во встраиваемых модулях, соответствующих стандарту. Отличием данной спецификации является то, что она описывает не конкретный модуль с данными разъёмами, а непосредственно сами разъёмы и их взаимное расположение. Таким образом, спецификация не определяет конкретные механические размеры модулей.

Это было сделано намеренно, поскольку в определённых областях есть свои распространённые форм-факторы в части габаритных размеров модулей. Взаимное расположение разъёмов всегда можно перенести на требуемые габариты, а соответствие стандарту StackPC укажет, что модули электрически совместимы между собой. Механическое соответствие будет достигнуто соблюдением соответствующих требований стандарта, под форм-фактор которого происходит адаптация StackPC. Например, если адаптировать подход StackPC под форм-фактор PCIe/104, то потребуется лишь изменить назначение выводов разъёма расширения PCIe/104, исключить переключатели сигналов шин PCIe, а для процессорных модулей ещё и исключить нижний разъём и снять жёсткое ограничение на высоту компонентов с нижней стороны платы. В результате получится модуль, максимально приближенный по функциональности и механическим характеристикам к PCIe/104, но соответствующий стандарту StackPC по назначению контактов разъёма расширения.

В ближайшее время на рынке появится ряд модулей StackPC, адаптированных под форм-фактор PCI/104-Express – это модули CPC309, CPC350, NIM1801 фирмы Фаствел (см. рис. 4), которые механически и электрически совместимы со стандартом PCI/104-Express, за исключением (не столь важной) возможности организации стека вниз, и с поддержкой не двух, а одной шины x4 PCI-Express. В то же время эти модули обладают всеми достоинствами StackPC. Аналогично можно адаптировать StackPC и под такие распространённые форм-факторы, как EPIC, EBX, 3,5" и др. Примером такой адаптации является уже существующий на рынке модуль CPC805 (см. рис. 5), который совместим с модулями StackPC и универсальными модулями PCI/104-Express.

Если у разработчика системы есть форм-фактор, продиктованный конкретной системой, то он может разместить на своём модуле или плате-носителе разъём StackPC и предусмотреть установку стекового модуля StackPC, адаптированного под форм-фактор PCIe/104. В результате появляется возможность расширить систему модулями StackPC и PCIe/104. Габаритные и присоединительные размеры наиболее востребованных для адаптации форм-факторов приводятся в приложении к стандарту StackPC. На данный момент опубликованная предварительная версия стандарта StackPC охватывает адаптацию форм-факторов PCI/104-Express, EPIC, EBX и 3,5". В ближайшее время появится новая версия спецификации, в том числе на русском языке (см. www.stackpc.org).

Спецификация StackPC разрабатывалась независимо от введения новых типов в стандарт PCI/104-Express. Причиной была необходимость разработки и распространения более технологичной и простой в понимании и реализации альтернативы всё более

Таблица 1. Сравнение типов модулей PCIe/104

	Процессорные модули PCIe/104					Процессорные модули StackPC	
Верхний разъём	Type 1	Type 2	Type 1	Type 2	Type 1	StackPC	StackPC-FPE
Нижний разъём	Тот же	Тот же	Type 1	Type 2	Type 2	–	–
Реализация разъёмов расширения	Соединены	Соединены	Разъединены	Разъединены	Разъединены	Один вверх	Два вверх
Двухсторонний стек	Нет	Нет	Да	Да	Да	Нет	Нет
Интерфейсный набор системы							
x1 PCIe Links	4	4	8	8	8	4	4
USB 2.0	2	2	4	4	4	6	6
SMB	1	1	1	1	1	1	1
x4 PCIe Links	2*	2	4*	4	2+2*	1	1+2*
x8 PCIe Links	2*	–	4*	–	2*	–	2*
x16 PCIe Links	1*	–	2*	–	1*	–	1*
SATA	–	2	–	4	2	2	2
USB 3.0	–	2	–	4	2	–	–
LPC	–	1	–	1	1	1	1
GbE	–	–	–	–	–	2	2
Indication	–	–	–	–	–	3	3
FBUS (CAN/RS232)	–	–	–	–	–	2	2
SPI	–	–	–	–	–	3	3
Express CARD	–	–	–	–	–	2	2
Display Port	–	–	–	–	–	–	1
Configurable pins	–	–	–	–	–	–	61

** интерфейсы не могут использоваться одновременно, один из режимов задаётся при построении системы*

сложному и многообразному стандарту PCIe/104. Поэтому основными идеями StackPC стали:

- организация системного подхода в спецификации;
- определение одного направления роста стека;
- повышение технологичности модулей и системы в целом;
- унификация методов организации теплоотвода для модулей и корпусов;
- определение требований к ИП как части системы;
- расширение применения стековых модулей на область COM-модулей;
- обеспечение совместимости с основными типами модулей PCIe/104;
- обеспечение возможности дальнейшего развития стандарта.

Системный подход означает, что спецификация должна быть ориентирована не только на описание разъёмов расширения и габаритов модулей, но и на рекомендации, как эффективно строить системы на базе StackPC. Обобщение системного подхода к модулям позволит им стать более совместимыми между собой по механическим параметрам и интерфейсным разъёмам, что должно обеспечить уменьшение трудоёмкость разработки систем на их основе. Подход StackPC ориентирован на создание систем с количеством модулей в стеке не более семи, не считая ИП и интерфейсный модуль.

Важным системным подходом является определение наращивания стека модулей только в одном направлении. Поскольку периферийный модуль всегда устанавливается над процессорным, то это требование обеспечивает исключение из модулей StackPC микросхем переключателей интерфейсов PCIe, SATA, USB и Gigabit Ethernet (GbE), которые необходимы для всех модулей PCIe/104. Для сравнения, только на базе процессорного модуля PCI/104-Express с двумя разделёнными верхними и нижними разъёмами можно создать стек модулей, растущий в обе стороны. Другие типы PCIe/104 также предполагают установку не более 6 модулей в стек, и только с одной стороны от процессорного модуля (с верхней или нижней). Фактически, это означает, что на базе подавляющего большинства модулей PCIe/104 можно построить только односторонний стек, а разработчикам систем остаётся выбор стороны процессорного модуля.

В стандарте StackPC этот вопрос чётко регламентирован: стек растёт только вверх от процессорного модуля. Это позволяет разрабатывать процессорные, периферийные и интерфейсные модули, а также системы, исходя из общего принципа целесообразности. Исключение компонентов, обеспечивающих переключение интерфейсов, с периферийных модулей уменьшает количество переходных отверстий на печатных платах для высокоскоростных интерфейсов стека, что повышает технологичность и надёжность модулей, снижает их себестоимость и ускоряет разработку. По отношению к процессорным модулям данное требование убирает все нижние разъёмы и, как следствие, освобождает площадь платы под установку микросхем и позволяет устанавливать более высокие компоненты на нижнем слое процессорного модуля.

Не менее важным является тот факт, что отсутствие разъёмов на нижнем слое платы позволяет организовать эффективный теплоотвод. Теперь ничто не мешает установке широкого радиатора на процессорный модуль и организации теплоотвода на любую

НИ БАЙТА ВРАГУ!
innodisk
ТВЕРДОТЕЛЬНЫЕ НАКОПИТЕЛИ
для ответственных применений
Безопасность
Быстрое стирание данных QErase
Уничтожение данных SErase
Защита от записи
Производительность
Скорость чтения до 200 Мбайт/с
Скорость записи до 170 Мбайт/с
Интерфейсы PATA и SATA
Надёжность
Расширенный диапазон температур -40...+85°C
Конформное покрытие
innoRobust® II
ОФИЦИАЛЬНЫЙ ДИСТРИБЬЮТОР ПРОДУКЦИИ INNODISK
ProSoft®
Тел.: (495) 234-0636 • Факс: (495) 234-0640 • info@prosoft.ru • www.prosoft.ru
Реклама

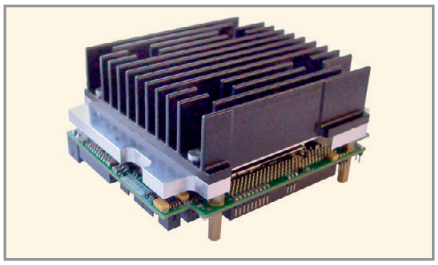


Рис. 6. Система пассивного теплоотвода с теплораспределительной пластиной и радиатором применяется для односторонних стековых модулей (Фаствел, Россия)

стенку корпуса – отсутствуют два разъёма с двух сторон модуля. В результате для такой системы уже появились модули StackPC с эффективным теплоотводом (см. рис. 6). Подобные изделия можно одинаково эффективно применять как в «классических» корпусах PC/104, так и в корпусах с кондуктивным теплоотводом, например, на базе платформы MK308, рассмотренной в первой части данной статьи.

Спецификация StackPC предлагает следующий набор интерфейсов:

- 4x1 PCIe (четыре x1 Link PCI-Express);
- 1x4 PCIe (один x1 Link PCI-Express);
- 6x USB 2.0;
- 2x SATA;
- 2x Gigabit Ethernet;
- LPC, SMB;
- 2x FBUS (CAN или RS-232);
- SPI (3 линии выбора устройств на шине);
- поддержку Express Card и линий индикации SATA, GbE.

Часть интерфейсов совпадает с PCIe/104, и по этим интерфейсам спецификации являются совместимыми. Однако StackPC дополнительно содержит интерфейсы GbE, 4 порта USB 2.0, SPI, FBUS, Express Card и индикацию. Назначение выводов разъёма расширения приведено в таблице 2.

Интерфейс GbE в стандарте StackPC представлен интерфейсом MDI (Medium Dependent Interface – интерфейс, зависящий от передающей среды). Данный интерфейс требует дополнительной установки трансформатора на интерфейсной плате или плате-носителе для организации порта 1000BASE-T/TX, аналогично спецификации COM-Express. Таким образом, можно сделать периферийный модуль для стека, который будет использовать интерфейс GbE MDI вместо шины PCIe для связи с процессорным модулем. Это может быть сетевой коммутатор, встраиваемый модуль питания с функцией PoE (Power over Ethernet), модуль расширения или контроллер на базе процессоров с архитектурой ARM или AVR и т.п.

Дополнительные 4 порта USB являются расширением группы портов USB первого банка. Последовательный периферийный интерфейс SPI (Serial Peripheral Interface) – это 4-проводный интерфейс для подключения периферийных устройств к процессорному модулю. Согласно спецификации, может быть адресовано до трёх периферийных устройств, а тип интерфейса и механизм адресации определяются конкретным процессорным модулем. Для линий выбора периферийных устройств (линии SPI_SS[x]# – Slave Select) также применяется механизм Line Shifting.

Интерфейс полевой шины Field BUS, согласно спецификации, определяется пользователем или разработчиком процессорного модуля. Оговорено три модели применения линий данного интерфейса – это CAN (две линии CAN_H и CAN_L), UART (3-проводной интерфейс с цепями TX, RX и RTS#) или пользовательский. Поскольку данные интерфейсы предназначены для вывода на внешний разъём корпуса (с дальнейшим подключением к шинам CAN или RS485), то они предполагают установку соответствующего драйвера и цепей гальванической изоляции на интерфейсном модуле или на плате-носителе. Это означает, что разработчик системы выбирает процессорный модуль и выбирает или разрабатывает под него интерфейсный модуль или плату-носитель, на которой устанавливает необходимый драйвер линии.

Пользовательская модель предполагает, что интерфейс будет вводиться в стек со специализированных периферийных модулей расширения. В таком случае данные интерфейсы от процессорного модуля обрываются, т.е. цепи нижнего разъёма не подключаются, а необходимые интерфейсы заводятся на верхний разъём. Далее этот пользовательский интерфейс будет использоваться на специализированном интерфейсном модуле или на плате-носителе. Другие модели применения данного интерфейса спецификацией не определены.

Расширение Express Card представлено в стеке двумя линиями сигналов PE_PRSNT[0:1]#, индицирующих установку карт расширения Express Card с интерфейсом PCIe. Таким образом, на периферийном модуле или на плате-носителе можно установить два разъёма расширения для Express Card и поддержать функцию обнаружения установки карт и их горячей замены.

Индикация на стековом разъёме используется для отражения активности жёстких дисков и портов GbE. Цепи индикации предназначены для вывода на индикаторы лицевой панели корпуса через периферийный модуль или плату-носитель. Размещения этих цепей на стековом разъёме позволяет организовать наиболее важную индикацию состояния блока без применения кабельных соединений и унифицировать данный метод для всех изделий, соответствующих стандарту. Как правило, используемых цепей достаточно, чтобы понять «завис» ли блок, идёт ли активная работа прикладного ПО с жёсткими дисками и есть ли активность в сети Ethernet.

Следует отметить, что все интерфейсы не являются обязательными. Каждый модуль StackPC использует лишь тот функционал, который ему необходим, а остальные сигналы пропускаются с нижнего разъёма на верхний. Если на периферийном модуле использован первый интерфейс из группы, то, согласно требованию стандарта, остальные интерфейсы данной группы сдвигаются на позицию вниз с помощью механизма смещения линий Line Shifting. В стандарте StackPC это жёстко реализовано топологией печатной платы, без использования микросхем-переключателей.

Совместимость модулей StackPC и PCI/104-Express

Первый банк разъёма StackPC полностью идентичен первому банку разъёма PCIe/104. Следовательно, эти стандарты полностью совместимы по первому банку разъёма расширения. Если консорциум PC/104 решил заменить невостребованную шину PCIe x16 на втором и третьем банках разъёма расширения на две шины PCIe x4 и порты 2x USB 3.0, 2x SATA, то в стандарте StackPC шина PCIe x16 была заменена на одну шину PCIe x4 и порты 2x GbE, 2x SATA, 4x USB 2.0. Это было сделано по нескольким причинам.

Первая причина – популярность интерфейсов GbE, которых на современных встраиваемых процессорных модулях, как правило, всегда два. Вторая – сохранение совместимости с PCIe/104 хотя бы по одному интерфейсу PCIe x4

Таблица 2. Назначение контактов разъёма расширения StackPC

USB Interface
PCI-Express Interface
ATX Power Supply
SMBus Interface
SPI Bus
Field Bus Interface
LPC Bus
SATA Interface
Ethernet Interface
Power Interface
Type DETECT pin

	StackPC Верхний разъём (Connector A)				
Банк 1	1	USB_OC#	+5 В	PE_RST#	2
	3	3.3V		3.3V	4
	5	USB_1p		USB_0p	6
	7	USB_1n		USB_0n	8
	9	GND		GND	10
	11	PEx1_1Tp		PEx1_0Tp	12
	13	PEx1_1Tn		PEx1_0Tn	14
	15	GND		GND	16
	17	PEx1_2Tp		PEx1_3Tp	18
	19	PEx1_2Tn		PEx1_3Tn	20
	21	GND		GND	22
	23	PEx1_1Rp		PEx1_0Rp	24
	25	PEx1_1Rn		PEx1_0Rn	26
	27	GND		GND	28
	29	PEx1_2Rp		PEx1_3Rp	30
	31	PEx1_2Rn		PEx1_3Rn	32
	33	GND		GND	34
	35	PEx1_1Clkp		PEx1_0Clkp	36
	37	PEx1_1Clkn		PEx1_0Clkn	38
	39	+5V_SB		+5V_SB	40
	41	PEx1_2Clkp		PEx1_3Clkp	42
	43	PEx1_2Clkn		PEx1_3Clkn	44
	45	GND (DIR)		PWRGOOD	46
	47	SMB_DAT		PE_x4_CLKp	48
	49	SMB_CLK		PE_x4_CLKn	50
	51	SMB_ALERT#		PSON#	52
Банк 2	53	STK0 / WAKE#	+5 В	STK1 / SATA_ACT#	54
	55	Type_DETECT#		GND	56
	57	ETH_0_MDI(0)p		PEx4_0T(0)p	58
	59	ETH_0_MDI(0)n		PEx4_0T(0)n	60
	61	GND		GND	62
	63	ETH_1_MDI(0)p		PEx4_0T(1)p	64
	65	ETH_1_MDI(0)n		PEx4_0T(1)n	66
	67	GND		GND	68
	69	ETH_0_MDI(1)p		PEx4_0T(2)p	70
	71	ETH_0_MDI(1)n		PEx4_0T(2)n	72
	73	GND		GND	74
	75	ETH_1_MDI(1)p		PEx4_0T(3)p	76
	77	ETH_1_MDI(1)n		PEx4_0T(3)n	78
	79	ETH_1_LINK_ACT#		ETH_0_LINK_ACT#	80
	81	SATA_T1p		SATA_T0p	82
	83	SATA_T1n		SATA_T0n	84
	85	GND		GND	86
	87	USB_3p		USB_2p	88
	89	USB_3n		USB_2n	90
	91	GND		GND	92
	93	USB_5p		USB_4p	94
	95	USB_5n		USB_4n	96
	97	GND		GND	98
	99	ETH_1_CTREF		ETH_0_CTREF	100
	101	SPI_MOSI		SPI_SS0#	102
	103	SPI_MISO		SPI_SS1#	104
Банк 3	105	STK2 / SPI_SCK	+12 В	LPC_CLK	106
	107	SPI_SS2#		GND	108
	109	ETH_0_MDI(2)p		PEx4_0R(0)p	110
	111	ETH_0_MDI(2)n		PEx4_0R(0)n	112
	113	GND		GND	114
	115	ETH_1_MDI(2)p		PEx4_0R(1)p	116
	117	ETH_1_MDI(2)n		PEx4_0R(1)n	118
	119	GND		GND	120
	121	ETH_0_MDI(3)p		PEx4_0R(2)p	122
	123	ETH_0_MDI(3)n		PEx4_0R(2)n	124
	125	GND		GND	126
	127	ETH_1_MDI(3)p		PEx4_0R(3)p	128
	129	ETH_1_MDI(3)n		PEx4_0R(3)n	130
	131	PE_PRSNT1#		PE_PRSNT0#	132
	133	SATA_R1p		SATA_R0p	134
	135	SATA_R1n		SATA_R0n	136
	137	GND		GND	138
	139	FBUS_1p		FBUS_0p	140
	141	FBUS_1n		FBUS_0n	142
	143	GND		GND	144
	145	LPC_AD0		LPC_DRQ#	146
	147	LPC_AD1		LPC_SERIRQ#	148
	149	GND		GND	150
	151	LPC_AD2		LPC_FRAME#	152
	153	LPC_AD3		RTC_Battery	154
	155	FBUS_1RTS#		FBUS_0RTS#	156

(для модулей, которые уже разработаны под шину PCIe x4), который может быть востребован для создания графических видеоадаптеров, модулей ввода видеосигналов и вычислителей на базе DSP-процессоров. Третья причина – наличие на современных встраиваемых процессорах только одной шины PCIe x4. Чаще всего второй шины PCIe x4 не существует, поэтому резервировать выводы разъёма под невостребованный интерфейс нецелесообразно.

В стандартах StackPC и PCIe/104 присутствуют общие интерфейсы во втором и третьем банках, – SATA и LPC. Они занимают одни и те же выводы на разъёме, и по этим интерфейсам стандарты полностью совместимы. Интерфейс SATA необходим для размещения носителей информации большого объёма на периферийных модулях в стеке. Это могут быть SSD-диски (Solid State Drive) для жёстких условий эксплуатации или обычные SATA-диски формата 2,5". Использование интерфейса с разъёма расширения устраняет необходимость в кабеле данных и питания между диском в стеке и процессорным модулем. Интерфейс LPC используется для подключения микросхем Super IO и микросхем ПЛИС (FPGA). Микросхемы Super IO, распространённые в системах на базе архитектуры x86, в настоящее время применяются в основном для поддержки интерфейса PS/2 и последовательных портов RS-232/422/485.

Хотя первый порт PCIe x4 занимает в обеих спецификациях одинаковые выводы, следует учитывать, что модули PCIe/104 рассчитаны на два порта PCIe x4. По этой причине они оснащены микросхемами-переключателями интерфейсов PCIe x4 согласно требованиям стандарта по сдвигу интерфейсов одной группы (Line Shifting) для поддержки двустороннего стека. Таким образом, на периферийных модулях, которые используют лишь один порт PCIe x4, на втором порту всегда установлены микросхемы-переключатели, и если такой модуль PCIe/104 устано-

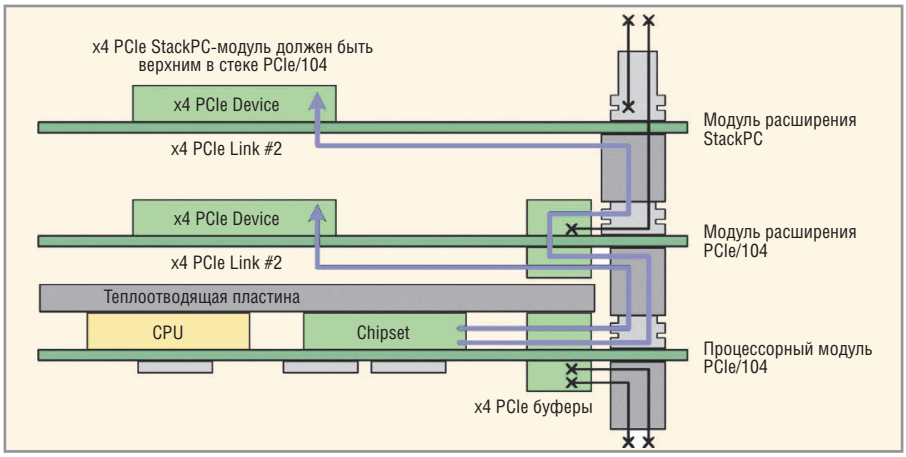


Рис. 7. Смешанный стек модулей формата PCIe/104 и StackPC, использующих шину x4 PCIe

вить в стек к процессорному модулю StackPC с портом GbE, то произойдет конфликт этих разнотипных интерфейсов и возникнет ошибка стека, – модули просто не включатся.

С периферийными модулями Stack PC с интерфейсом PCIe x4, не использующим GbE-интерфейс, проблем не возникает. Такой модуль не имеет переключателей интерфейса PCIe или GbE и может свободно использоваться в стеке PCIe/104. Фактически, это тот же самый PCIe/104, но без микросхем-переключателей. Главное, чтобы он был либо единственным модулем, использующим шину PCIe x4, либо стоял следующим в стеке за периферийным модулем PCIe/104, использующим первый и сдвигающим на первую позицию второй интерфейс PCIe x4 (см. рис. 7).

В стандарте PCIe/104 введено два порта USB 3.0, которые являются, так же как и второй порт PCIe x4, специфичными только для PCIe/104 Type 2. Модули с этими интерфейсами допускают совместную установку только модулей того же второго типа или универсальных модулей, использующих только первый банк.

Таблица 3. Совместимость разъёмов StackPC и PCIe/104

Интерфейсы	Банк разъёма	Тип модуля				Совместимость по интерфейсам
		Universal	Type 1	Type 2	StackPC	
x1 PCIe Links	1	4	4	4	4	Полная
USB 2.0 (банк 1)	1	2	2	2	2	Полная
USB 2.0 (банк 2)	2	–	x8, x16 PCIe	USB 3.0	4	Нет, если используются указанные интерфейсы
USB 3.0 (банк 2)	2,3	–	x8, x16 PCIe	2	USB 2.0, FBUS	Нет, если используются указанные интерфейсы
SMB	1	1	1	1	1	Да
x4 PCIe Links	2,3	–	2*	2	1	Да
x8 PCIe Links	2,3	–	2*	SATA, SATA_DETECT, LPC, USB 3.0	SATA, LPC, USB 2.0, GbE, SPI	Нет, если используются указанные интерфейсы
x16 PCIe Links	2,3	–	1*	SATA, SATA_DETECT, LPC, USB 3.0	SATA, LPC, USB 2.0, GbE, SPI	Нет, если используются указанные интерфейсы
SATA	2,3	–	x8, x16 PCIe	2	2	Type 2 и StackPC
LPC	3	–	x8, x16 PCIe	1	1	Type 2 и StackPC
GbE	2,3	–	x8, x16 PCIe	SATA_DETECT, x4 PCIe Link 2	2	Нет, если используются указанные интерфейсы
Indication	2	–	–	–	3	–
SATA_DETECT	2		x8, x16 PCIe	2	SPI	Нет, если используются указанные интерфейсы
SPI	2,3	–	x8, x16 PCIe	SATA_DETECT	3	Нет, если используются указанные интерфейсы
Express CARD	3	–	–	–	2	–

** интерфейсы не могут использоваться одновременно, один из режимов задаётся при построении системы*

1. Серым цветом выделены совместимые интерфейсы различных типов модулей.

2. Жёлтым цветом выделены интерфейсы, которые являются специфичными для указанного типа. Данные интерфейсы не совместимы в одном стеке с интерфейсами, указанными красным цветом.

3. Красным цветом выделены конфликтующие интерфейсы, не совместимые с интерфейсами модулей других типов.

4. Синим цветом выделены интерфейсы, которые не поддерживаются другими типами модулей, но не создают проблем совместимости.

Аналогично стандарт StackPC имеет свои специфичные интерфейсы – порты GbE, 4 дополнительных порта USB 2.0 во втором банке, интерфейсы SPI и FBUS. Дополнительно стандарт StackPC предполагает использование карт Express Card с возможностью горячей замены, индикацию активности SATA или бортового IDE и индикацию активности порта Ethernet. Если модуль StackPC оснащён этими интерфейсами, то принято говорить о полнофункциональном модуле StackPC (StackPC Full Function).

В стек с полнофункциональными модулями StackPC можно установить либо модули StackPC, либо универсальные модули PCIe/104, использующие только первый банк разъёма расширения, интерфейс SATA и LPC. Если в стек с полнофункциональными модулями StackPC подключить универсальный модуль PCIe/104, то на модулях StackPC будут недоступны функции горячей замены Express Card, SPI, все линии индикации и управление передатчиками FBUS (линии RTS#). В стандарте это называется режимом ограниченной функциональности. Все остальные интерфейсы будут работать без ограничений. Таким образом, по интерфейсам и типам модулей можно заявить совместимые комбинации типов модулей (см. табл. 3).

Защита от неправильной комбинации модулей в стеке реализована просто. В спецификации StackPC приведена примерная электрическая схема обнаружения ошибки стека. Для типов StackPC, аналогично PCIe/104, введены подтягивающие резисторы на линии кодировки типа модуля – цепи STK0, 1, 2. Данная схема предполагает наличие простого декодера, который, в случае фиксации ошибочного кода на линиях STK в момент включения, переведёт систему StackPC в режим ограниченной функциональности или в режим ошибки стека. Если несовместимый с PCIe/104 периферийный модуль будет установлен в стек PCIe/104, то резисторы этого модуля также вызовут ошибку стека PCIe/104, и система не будет повреждена. Если модуль StackPC разрабатывается только для применения StackPC, то данной защиты не требуется. Логика детектирования ошибки стека занимает на плате очень мало места, и необходимо лишь понять её механизм, детально описанный как в StackPC, так и в спецификации PCIe/104.

Продолжение следует

Новости мира News of the World Новости мира

Новый прецизионный многофазный анализатор силовых цепей от Tektronix

Tektronix, Inc., ведущий мировой производитель контрольно-измерительного и мониторингового оборудования, анонсирует выпуск нового прецизионного многофазного анализатора силовых цепей. Являясь первым в отрасли прибором, использующим технологию спирального шунта Spiral Shunt™ (подана заявка на патент), анализатор силовых цепей Tektronix PA4000 позволяет разработчикам силовых электронных устройств выполнять стабильные, прецизионные измерения тока даже для сильно искажённой формы питающего напряжения, свойственной многим приложениям.

PA4000 завершает линейку приборов компании Tektronix на основе осциллографов для измерения параметров силовых устройств. Он обладает характеристиками, необходимыми для проверки на соответствие современным и будущим стандартам. Учитывая простоту управления, специальные режимы тестирования и полный набор стандартных функций, включая коммуникационные интерфейсы и компьютерное программное обеспечение, PA4000 можно назвать лучшим в отрасли анализатором силовых цепей.

Такие анализаторы силовых цепей, как PA4000, используются инженерами для разработки, тестирования и приёмочных испытаний силовых электронных устройств, и в первую очередь – многофазных систем питания. Основные сферы применения включают электроприводы, пропульсивные электроустановки, системы резервирования питания, преобразователи для альтернативных источников энергии и высокоэффективное освещение. Эти устройства в соответствии с нормативными документами и требованиями заказчика должны обладать высоким КПД, минимальным уровнем гармонических искажений и другими показателями высокого качества электроэнергии.

В связи широким распространением энергоэффективных технологий, актуальной проблемой стало обеспечение высокой точности и воспроизводимости измерений. Анализатор PA4000 использует два «спиральных шунта» в каждом



канале – один для прецизионного измерения малых токов до 1 А, и второй для измерения больших токов до 30 А. В дополнение к этим уникальным шунтам прибор использует быстрые алгоритмы обработки сигналов, что позволяет PA4000 точно отслеживать периоды напряжения, даже при наличии переходных процессов и шумов.

Для экономии времени и предотвращения ошибок при настройке PA4000 предлагает широкий набор специальных режимов измерения, таких как измерение тока покоя, измерение тока электропривода или пускорегулирующего аппарата. В стандартной конфигурации предлагаются интерфейсы LAN, USB и RS-232, а также возможность измерения гармоник вплоть до сотой.

www.tektronix.ru



На правах рекламы

AC/DC-преобразователи класса Industrial производства компании TESLA Electric

Александр Гончаров (Прага, Чехия), Сергей Довбышев (Киев, Украина)

В предыдущем номере нашего журнала были рассмотрены AC/DC-преобразователи класса Industrial (серия TESA) от компании TESLA Electric с выходной мощностью 40, 80, 100 и 150 Вт. Сегодня речь пойдёт о более мощных моделях – 250, 600, 1000 и 1500 Вт.

На данный момент компания TESLA Electric может предложить своим клиентам:

- AC/DC- и DC/DC-преобразователи класса Industrial;
- DC/DC-преобразователи класса High Voltage и класса Raiway Applicatoin;
- фильтры для сетей постоянного и переменного напряжений.

Тема сегодняшней статьи – AC/DC-преобразователи класса Industrial (серия TESA) с выходной мощностью 250, 600, 1000 и 1500 Вт. Основные характеристики представленных приборов сведены в таблицу.

Эти модули предназначены для использования в промышленной аппаратуре, а также в изделиях, эксплуатируемых в жёстких условиях.

Все описываемые преобразователи изготавливаются в медном корпусе (опция) и имеют корректор коэффициента мощности, гальваническую развязку выходов, подстройку выходного напряжения и характеризуются стабильными диапазонами рабочих температур корпуса: –40...+85°C и –50...+85°C.

Серия TESA250

AC/DC-преобразователи типа TESA250 (см. рисунок) имеют технические особенности:

- выходной ток до 40 А, мощность 250 Вт, один, два, три или четыре выходных канала;
- входные напряжения: 100...264 В; 176...240 В и 80...140 В;
- энергетическая плотность до 793 Вт/дм^3;
- низкопрофильная 28 мм конструкция с ножевыми контактами, клеммными колодками (опция), крепление на DIN-рейку (опция);
- защита от перегрузки, КЗ и перенапряжения, тепловая защита, дистанционное ВКЛ/ВЫКЛ.

При габаритах 134×84×28 мм выходная мощность данных приборов достигает 250 Вт. Они имеют 1, 2, 3 или 4 гальванически развязанных выхода в зависимости от Part Number. Также предусмотрен полный комплекс защиты от перегрузок по току, КЗ и перегрева. Имеется возможность включения параллельно и последовательно по выходу.

Каждый преобразователь соответствует стандартам ЭМС EN55022 класс А (класс В при использовании совместно с модулем защиты и фильтрации TEFA5).

Серия TESA600

AC/DC-преобразователи типа TESA600 имеют технические характеристики:

- параллельная работа;
- выходной ток до 60 А, мощность 600 Вт, один или два выходных канала;
- входные напряжения: 100...264 В; 176...240 В и 80...140 В;
- энергетическая плотность до 1117 Вт/дм^3;
- низкопрофильная 33 мм конструкция с ножевыми контактами, клеммными колодками (опция), крепление на DIN-рейку (опция);
- выход питания вентилятора (12 В, $I_{макс}$ = 200 мА);
- защита от перегрузки, КЗ и перенапряжения, тепловая защита, дистанционное ВКЛ/ВЫКЛ;
- выносная обратная связь.

При габаритах 175×93×33 мм выходная мощность данных приборов достигает 600 Вт. Они имеют 1 или 2 гальванически развязанных выхода в зависимости от Part Number. Также имеется полный комплекс защиты от перегрузок по току, КЗ, перегрева и возможность включения и выключения по команде. Они также могут включаться параллельно и последовательно по выходу.

Каждый преобразователь соответствует стандартам ЭМС EN55022 класс А (класс В при использовании совместно с модулем защиты и фильтрации TEFA5).

Серия TESA1000

AC/DC-преобразователи типа TESA1000 имеют технические особенности:

- параллельная работа;
- выходной ток до 80 А, мощность 1000 Вт, один или два выходных канала;
- входные напряжения: 100...264 В; 176...240 В и 80...140 В;
- энергетическая плотность до 1039 Вт/дм^3;
- низкопрофильная 39 мм конструкция с ножевыми контактами, клеммными колодками (опция);
- защита от перегрузки, КЗ и перенапряжения, тепловая защита, дистанционное ВКЛ/ВЫКЛ; выход питания вентилятора (12 В, $I_{макс}$ = 200 мА);
- выносная обратная связь.

При весьма небольших габаритах (211×117×39 мм) выходная мощность данных приборов достигает 1000 Вт.

Основные характеристики AC/DC-преобразователей серии TESA

Тип преобразователя	TESA250	TESA600	TESA1000	TESA1500
Выходная мощность, Вт	250	600	1000	1500
Размеры без учета выводов, мм	134×84×28	175×93×33	211×117×39	250×140×39
Рабочие температуры корпуса, °C	–40…+85, –50…+85			
Входные напряжения, В	100…264, 176...264, 80...140			
Выходные напряжения, В	5, 12, 15, 24, 27, 48	12, 15, 24, 27, 48	15, 24, 27, 48	24, 27, 48
КПД, %	до 86	до 87	до 89	до 89
Максимальный выходной ток, А	40	60	80	100
Количество выходов	1, 2, 3, 4	1,2	1,2	1,2
Стандарт ЭМС EN55022, класс В	с фильтром TEFA5	с фильтром TEFA5	с фильтром TEFA10	с фильтром TEFA20
Стандарт ЭМС EN55022, класс А	+	+	+	+
Сервисные функции*	РЕГ, ДУ, ККМ	РЕГ, ДУ, ПАР, ОС, ВЕНТ, ККМ	РЕГ, ДУ, ПАР, ОС, ВЕНТ, ККМ	РЕГ, ДУ, ПАР, ОС, ВЕНТ, ККМ

** РЕГ – регулировка (подстройка выходного напряжения); ДУ – дистанционное управление; ПАР – параллельная работа; ОС – обратная связь с нагрузки; ВЕНТ – выход питания вентилятора; ККМ – корректор коэффициента мощности*

На правах рекламы

Они имеют 1 или 2 гальванически развязанных выхода в зависимости от Part Number. Предусмотрены полный комплекс защиты от перегрузок по току, КЗ, перегрева и возможность включения и выключения по команде. Они также могут включаться параллельно и последовательно по выходу.

Каждый преобразователь соответствует стандартам ЭМС EN55022 класс А (класс В при использовании совместно с модулем защиты и фильтрации TEFA10).

Серия TESA1500

AC/DC-преобразователи типа TESA1500 имеют технические особенности:

- параллельная работа;
- выходной ток до 100 А, мощность 1500 Вт, один или два выходных канала;
- входные напряжения: 100...264 В; 176...240 В и 80...140 В;
- энергетическая плотность до 1099 Вт/дм^3;
- низкопрофильная 39 мм конструкция с ножевыми контактами, клеммными колодками (опция);
- выход питания вентилятора (12 В, $I_{макс}$ = 200 мА);
- защита от перегрузки, КЗ и перенапряжения, тепловая защита, дистанционное ВКЛ/ВЫКЛ;
- выносная обратная связь.

При габаритах 250×140×39 мм выходная мощность данных приборов достигает 1500 Вт. Они имеют 1 или 2 гальванически развязанных выхода в зависимости от Part Number. Предусмотрены полный комплекс защиты от перегрузок по току, КЗ, перегрева и возможность включения и выключения по команде. Они также могут включаться параллельно и последовательно по выходу.

Каждый преобразователь соответствует стандартам ЭМС EN55022 класс А (класс В при использовании совместно с модулем защиты и фильтрации TEFA20).

Модули типов TESA250-SxN/-SxP, TESA600-SxN/-SxP, TESA1000-SxN/-SxP и TESA1500-SxN/-SxP выполнены на заказной элементной базе и залиты теплопроводящим компаундом. Они могут иметь расширенный температурный диапазон –50...+85°C и включать микросхему температурной защиты.

Все модули проходят специальные виды температурных и предельных испытаний, в том числе электротермотренировку с экстремальными режимами включения и выключения.



AC/DC-преобразователь типа TESA250

Предусмотренная опция медного корпуса (покрытие «чёрный хром») допускает установку на алюминиевый радиатор, что благоприятно влияет на показатели ЭМС и теплопередачу.

В представленных сериях возможно изготовление преобразователей в бюджетном исполнении, но при этом отсутствует корректор коэффициента мощности, и необходимо учитывать следующие ограничения: диапазон рабочих температур –10...+85°C, прочность изоляции ~1,5 кВ, входная сеть 176...240 В.

В следующий раз авторы подробнее остановятся на DC/DC-преобразователях класса Industrial производства TESLA Electric.

TESLA ELECTRIC



Компактные AC/DC преобразователи с ультранизким профилем

Серия преобразователей TESA мощностью от 40 до 1500 Вт для применения в промышленной автоматике. Широкий диапазон рабочих температур -50°C…+85°C и полный комплекс защит позволяют использовать модули этой серии даже в самых суровых климатических условиях.

Флагманы продуктовой линейки:
TESA100: 100 Вт, 111x61x23,5 мм
TESA600-LP: 600 Вт, 175x93x28 мм

Производитель:
Прага TESLA Electric s.r.o. Podebradska 56/186, Tesla Area, Prague 9 – Hloubetin, 198 00, тел./факс + 420 266 107 303
Дилеры TESLA Electric:
Россия ГК «Александер Электрик» teslaelectric-eu.com, russia@teslaelectric-eu.com, тел./факс +7 (800) 775-87-76, +7 (495) 510-42-64
Украина ГК «ГРАНД Электроник» grandelectronic.com, snd@grandelectronic.com, тел. (044) 239-96-06

Реклама

Устройство управления и защиты электродвигателя погружного насоса

Евгений Колесников (Тульская обл.)

Представленное в статье устройство удовлетворяет всем требованиям, предъявляемым к аппаратуре управления и защиты погружных насосов. Плавный пуск электродвигателя снижает нагрузку на питающую сеть и повышает надёжность и производительность погружной насосной установки. Устройство выполнено на основе микроконтроллера и современных силовых компонентов.

В настоящее время для значительной части населённых пунктов основными источниками водоснабжения являются артезианские скважины с установленными в них погружными насосами, от бесперебойной работы которых зависит качество водоснабжения. Поэтому погружные насосные установки требуют применения надёжных устройств управления и защиты [1].

Разработанное устройство управления и защиты электродвигателя погружного насоса оснащено полным набором защитных функций и обеспечивает плавный запуск, который ограничивает пусковой ток двигателя, снижает динамические перегрузки в трансмиссии, исключает гидравлические удары в трубопроводе и не перегружает питающую сеть.

Принципиальная электрическая схема устройства приведена на рисунке 1. Электродвигатель насоса M1 подключён к питающей сети через автоматический выключатель QF1 и тиристорный ключ (ТК) A1. Устройство состоит из модуля питания (МП) A3, реле контроля фаз (РКФ) A4, модуля управления (МУ) A5, модуля контроля нагрузки (МКН) A6 и модуля контроля изоляции (МКИ) A7. Модули устройства питаются от фазы B сети через автоматический выключатель QF2. Для измерения тока в провод фазы C двигателя включён датчик тока A2.

Модуль питания A3 вырабатывает напряжения постоянного тока, необходимые для питания всех узлов устройства. РКФ контролирует трёхфазное напряжение сети и выдаёт сигнал аварии сети при возникновении одной из аварийных ситуаций: недопустимые повышение, понижение или несимметрия фазных напряжений сети, обрыв одной из фаз, нарушение чередования фаз. Исполнительным органом РКФ является его нормально замкнутый контакт N.C..

Модуль контроля нагрузки A6 работает совместно с датчиком тока A2 и выдаёт на своих выходах 1–3 соответствующие логические сигналы при выходе тока двигателя за пределы заданных значений по отношению к номинальному току $I_н$. Пусковому току соответствует величина $3I_н$, току перегрузки – $1{,}3I_н$, току «сухого хода» – $0{,}5I_н$.

Модуль контроля изоляции A7 измеряет сопротивление изоляции двигателя M1 перед пуском и выдаёт логический сигнал, если сопротивление изоляции меньше 30 кОм. Электромагнитное реле K4 своим контактом K4.1 подключает МКИ к фазе C сети на время измерения сопротивления изоляции.

Тиристорный ключ A1 предназначен для плавного пуска двигателя M1 путём снижения напряжения и ограничения пускового тока изменением угла регулирования. Модуль управления A5 на основании информации, собранной с других модулей и органов управления, управляет работой всего устройства.

Электромагнитные реле K1 – K3 своими контактами K1.1 – K3.1 шунтируют тиристорный ключ A1 и используются в качестве байпаса, предназначенного для снижения потерь энергии при работе устройства. Переключателем SA1 производится выбор ручного или автоматического режима работы. Кнопки SB1 «Пуск» и SB2 «Стоп» предназначены для ручного управления устройством. При автоматическом управлении к устройству может быть подключён контакт реле давления в трубопроводе или контакт реле датчика уровня воды в резервуаре. Для индикации состояния устройства служат светодиодные индикаторы: HL1 – «Напряжение сети», HL2 – «Работа», HL3 – «Авария». Амперметр PA1 измеряет ток фазы C двигателя. Кнопки управления SB1 и SB2, индикаторы HL1 – HL3 и амперметр PA1 расположены на лицевой панели шкафа.

Принципиальная электрическая схема тиристорного ключа A1 приведена на рисунке 2. Ключ собран на базе трёх отечественных силовых модулей U1 – U3 типа MTOTO4/3-63-9, содержащих по два оптотиристора в каждом, которые соединены встречно параллельно. Параллельно тиристорам модулей подключены, соответственно, демпфирующие RC-цепи R1C1, R3C2 и R5C3, а также варисторы R2, R4 и R6, защищающие их от перенапряжений. Тиристоры работают в режиме фазового регулирования и управляются импульсами, поступающими от модуля управления.

На рисунке 3 приведена принципиальная электрическая схема модуля питания A3. Он построен по трансформаторной схеме и формирует на выходах стабилизированные напряжения ±15 В, +5 В, нестабилизированные напряжения +30 В и изолированное ±30 В (из.) постоянного тока. Модуль содержит трансформатор T1, выпрямители на диодных мостах VD1 – VD3, сглаживающие конденсаторы C1 – C3, C4, C5 и C8, помехоподавляющие конденсаторы C6, C7 и C9, интегральные стабилизаторы напряжения DA1 – DA3 на напряжения +15 В, –15 В и +5 В, соответственно, и защитные диоды VD4 – VD6. Плавкие вставки FU1 – FU4 защищают элементы модуля от перегрузок и коротких замыканий.

В качестве РКФ применено серийное реле ЕЛ-12Е. При подаче на него напряжения и отсутствии аварии сети его выходной контакт разомкнут. При возникновении любой из аварий сети контакт замыкается и подаёт сигнал в модуль управления.

На рисунке 4 приведена принципиальная электрическая схема модуля контроля нагрузки A6. Входным напряжением модуля является напряжение, снимаемое с нагрузочного резистора R1 датчика тока A2, в качестве которого использован датчик на основе эффекта Холла LA55-P/SP-1 фирмы LEM, имеющий высокую точность и небольшие габариты. Этот сигнал выпрямляется с помощью активного двухполупериодного

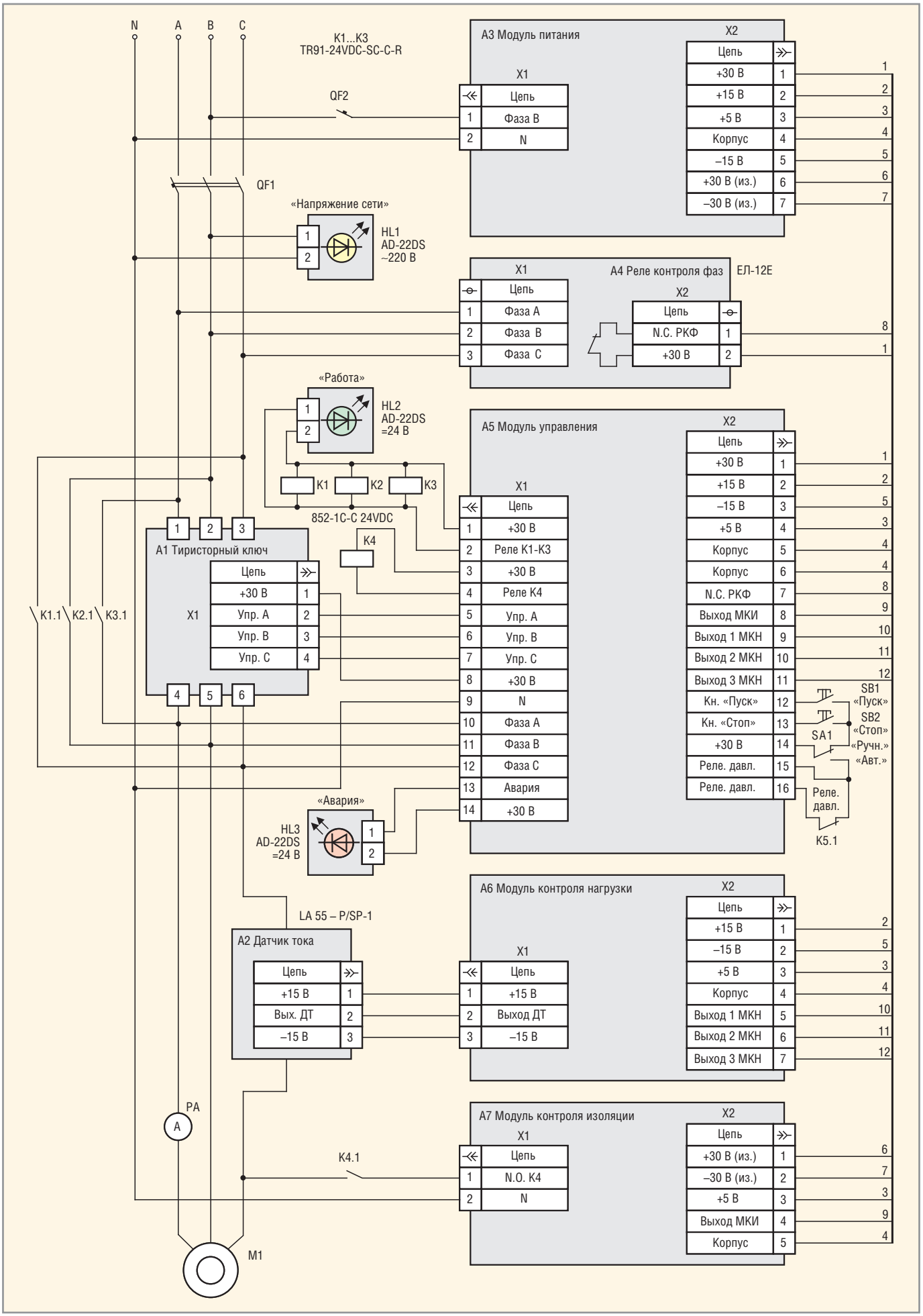


Рис. 1. Принципиальная электрическая схема устройства

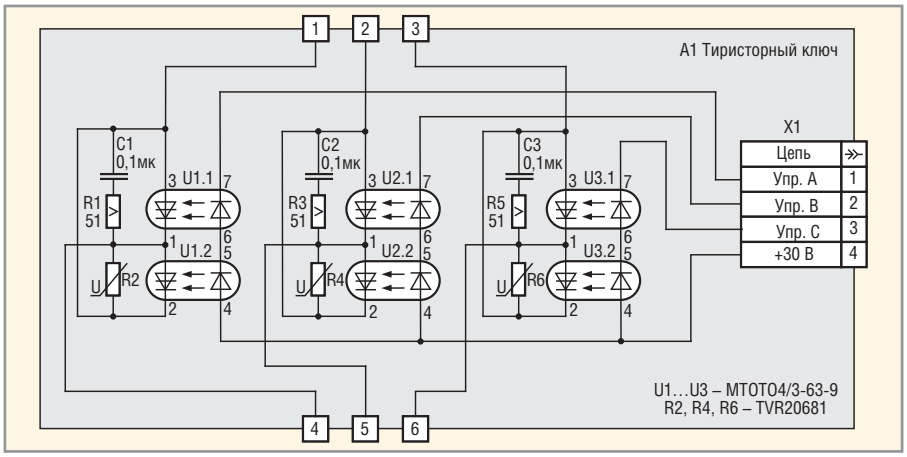


Рис. 2. Принципиальная электрическая схема тиристорного ключа

выпрямителя на операционных усилителях (ОУ) DA1.1, DA1.2, диодах VD1, VD2 и резисторах R3 – R9. Для сглаживания пульсаций выпрямленного напряжения использован активный фильтр второго порядка на ОУ DA1.3, конденсаторах C2 – C4 и резисторах R10, R11, R13, R15 [2]. Выходное напряжение фильтра подаётся на вход компаратора на ОУ DA2.1 и через масштабный усилитель с коэффициентом передачи 2 В/В на ОУ DA1.4 и резисторах R12, R14, R16 – на входы компараторов на ОУ DA2.2, DA2.3. Резисторы R17 – R35 устанавливают режим работы компараторов. Подстроечным резистором R2 устанавливается коэффициент передачи 2 В/В канала выпрямитель–фильтр, что соответствует напряжению 3 В на выходе ОУ DA1.3 и напряжению 6 В на выходе ОУ DA1.4 при номинальном режиме работы двигателя. Конденсатор C1 служит для подавления помех. Подстроечным резистором R20 регулируется в некоторых пределах величина пускового тока двигателя.

В номинальном режиме работы электродвигателя насоса, напряжение, пропорциональное его току, снимается с резистора R2, выпрямляется, сглаживается фильтром и подаётся на неинвертирующий вход компаратора DA2.1, а также через масштабный усилитель – на неинвертирующие входы компараторов DA2.2, DA2.3. При этом входное напряжение компаратора DA2.1 не превышает напряжение уставки на его инвертирующем входе, пропорциональное току $3I_н$, и на выходе 1 МКН присутствует сигнал лог. 0. Входное напряжение компаратора DA2.2 также не превышает напряжение уставки на его инвертирующем входе, пропорциональное току $1{,}3I_н$, и на выходе 2 МКН также присутствует сигнал лог. 0. Входное напряжение компаратора DA2.3 превышает напряжение уставки на его инвертирующем входе, пропорциональное току («сухого хода») $0{,}5I_н$, и на выходе 3 МКН устанавливается сигнал лог. 1.

При пуске двигателя его пусковой ток $I_п$ периодически превышает величину $3I_н$, в результате чего срабатывает компаратор DA2.1 и на его выходе и выходе 1 модуля устанавливается сигнал лог. 1, который используется в модуле управления для ограничения пускового тока.

При перегрузке двигателя его ток превышает величину $1{,}3I_н$, в результате чего срабатывает компаратор DA2.2, и на его выходе и на выходе 2 МКН устанавливается сигнал лог. 1. Этот сигнал свидетельствует об аварии «Перегрузка».

При «сухом ходе» двигателя его ток уменьшается и становится меньше величины 0,5Iн, в результате чего срабатывает компаратор DA2.3, и на его выходе и на выходе 3 МКН устанавливается сигнал лог. 0. Этот сигнал свидетельствует об аварии «сухой ход». Сигналы аварий с выходов 1–3 МКН поступают в модуль управления, где обрабатываются по специальному алгоритму.

На рисунке 5 приведена принципиальная электрическая схема модуля контроля изоляции A7. В качестве источника оперативного тока в МКИ выбран постоянный ток, поскольку даже при закрытом ключе (в отключённом состоянии устройства) небольшое переменное напряжение проникает на выход через демпфирующие RC-цепи ключа. МКИ содержит: измерительный мост на резисторах R1 и R5 с шунтирующими конденсаторами C1 и C2 и развязывающим диодом VD1; делитель напряжения на резисторах R2 – R4; компаратор DA2; развязывающий транзисторный оптрон U1 и

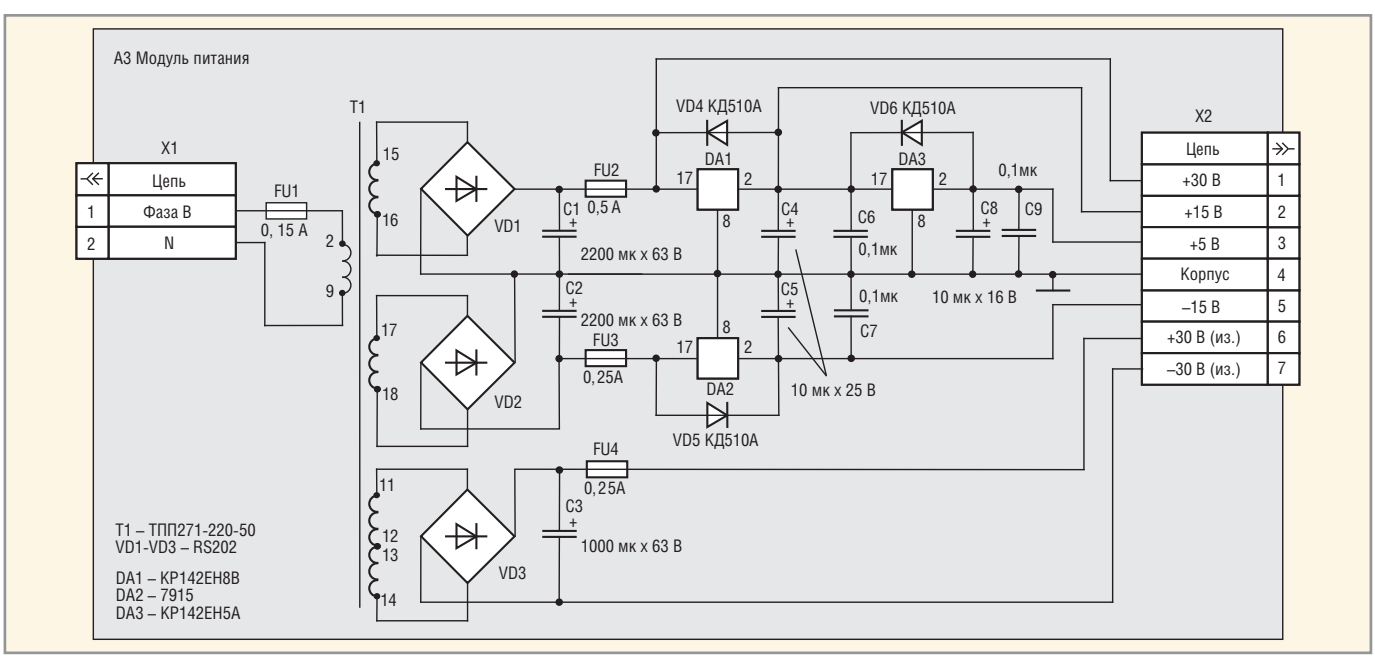


Рис. 3. Принципиальная электрическая схема модуля питания

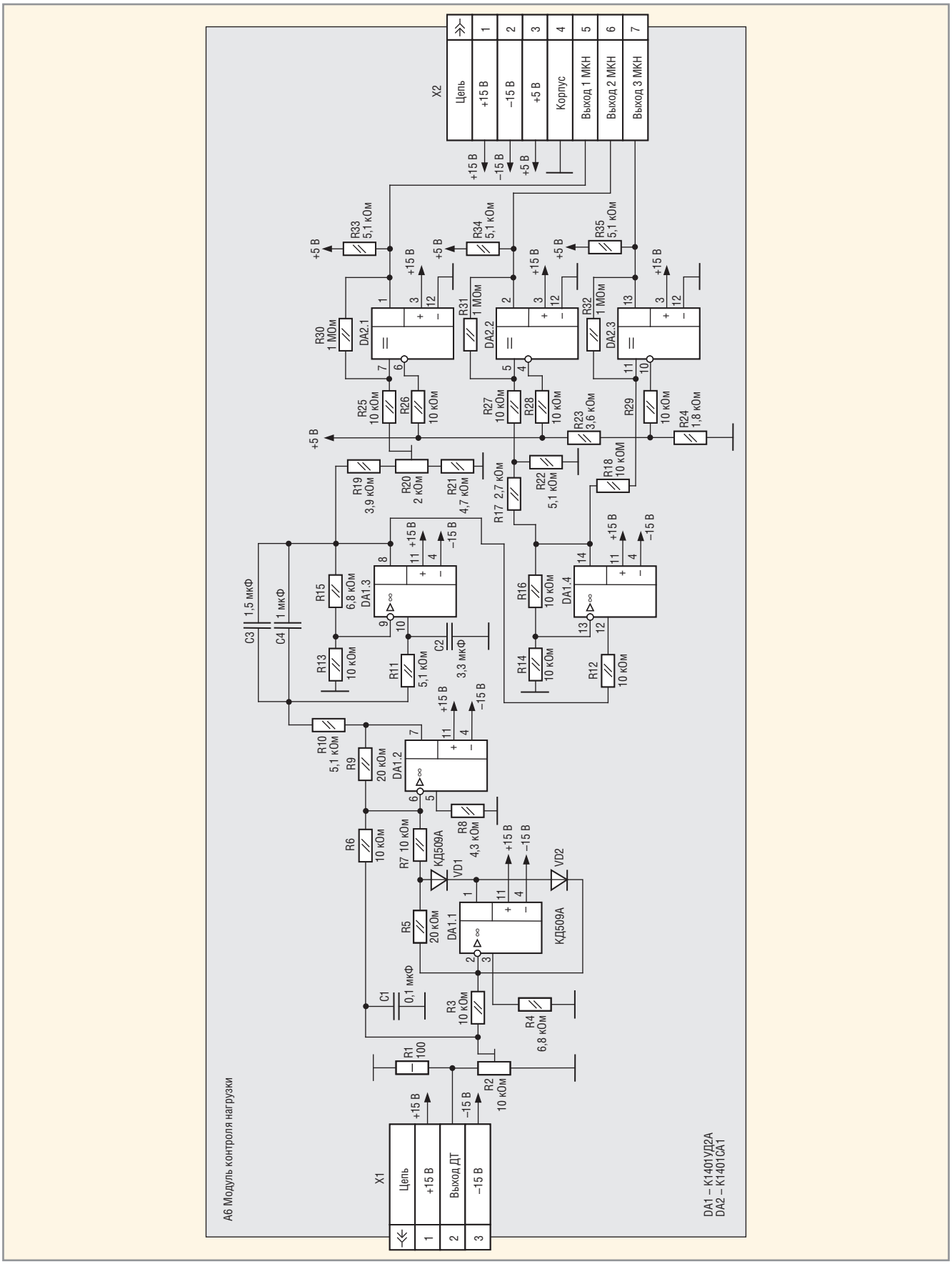


Рис.4. Принципиальная электрическая схема модуля контроля нагрузки

стабилизатор напряжения +15 В на DA1 со сглаживающими конденсаторами C5, C6 и защитным диодом VD2. Конденсаторы C1 и C2 служат для подавления переменной составляющей напряжения промышленной частоты. Конденсаторы C3 и C4 предназначены для подавления помех. Для гальванической развязки по питанию, стабилизатор напряжения DA1 питается напряжением ±30 В (из.) от отдельной обмотки трансформатора модуля питания. Компаратор DA2 включён в диагональ измерительного моста, к другой диагонали которого подключено напряжение +15 В. Подстроечным резис-

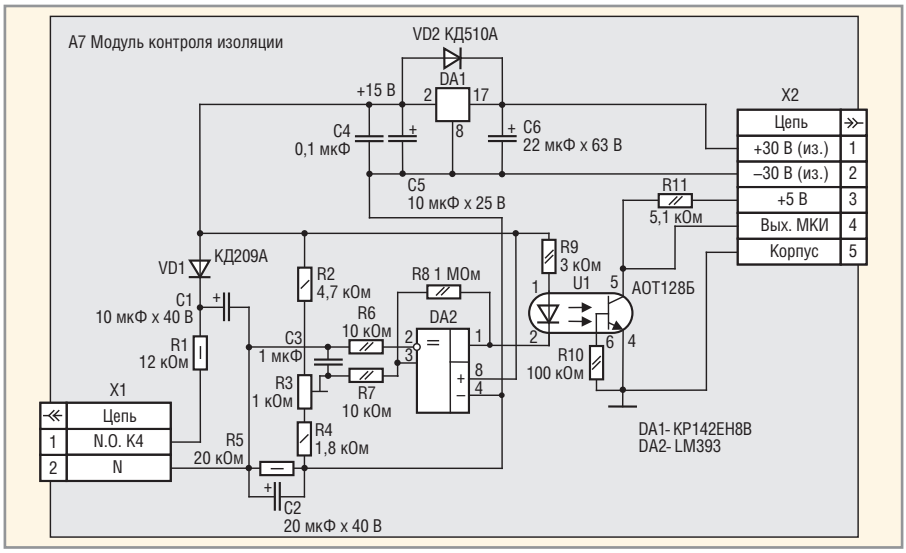


Рис. 5. Принципиальная электрическая схема модуля контроля изоляции

тором R3 устанавливается порог срабатывания защиты. На время измерения резистор R1 подключается к фазе С двигателя через нормально разомкнутый контакт N.O. К4.1 реле К4.

Если сопротивление изоляции кабеля превышает 30 кОм, то напряжение на неинвертирующем входе компаратора DA2 больше, чем на инвертирующем. При этом на его выходе присутствует высокий уровень. Светодиод оптрона U1 не горит, и на выходе МКИ устанавливается уровень лог. 1, что свидетельствует о нормальном сопротивлении изоляции.

При снижении сопротивления изоляции кабеля менее 30 кОм увеличивается напряжение в измерительной диагонали моста, и напряжение на инвертирующем входе компаратора DA2 становится больше, чем на неинвертирующем. В результате на его выходе напряжение снижается практически до нуля, зажигается светодиод оптрона U1 и на выходе МКИ устанавливается лог. 0. Это свидетельствует об аварийной ситуации, сигнал о которой поступает с выхода МКИ в МУ, где обрабатывается в соответствии с заданным алгоритмом.

На рисунке 6 приведена принципиальная электрическая схема модуля управления. Основу схемы составляет микроконтроллер (МК) DD1 фирмы Micro-Chip Technology PIC16F877A, имеющий необходимое количество портов ввода-вывода и тактовую частоту 4 МГц, достаточную для обеспечения требуемого быстродействия устройства. Кварцевый резонатор ZQ1, конденсаторы С1, С2 и резистор R21 обеспечивают нормальное функционирование МК согласно рекомендациям по его применению [3]. Конденсатор С3 – помехоподавляющий. Транзисторные оптроны U1, U2 и U5, светодиоды которых через резисторы R7, R22, R31 подключены к фазам питающей сети, обеспечивают синхронизацию с сетью. На коллекторах фототранзисторов оптронов U1, U2 и U5 в моменты перехода сетевого фазного напряжения через ноль формируются синхронизирующие импульсы длительностью около 0,5 мс, которые подаются на входы RA3, RA2 и RA1 микроконтроллера.

Транзистор VT1 управляет реле К1 – К3 байпаса по сигналу с вывода RD0 микроконтроллера DD1, а транзистор VT2 управляет реле К4 по сигналу с вывода RC0 DD1. Резисторы R1 и R2 ограничивают токи реле К1 – К3 и К4, соответственно. Диоды VD1 и VD2 ограничивают э.д.с. самоиндукции обмоток реле при отключении.

Транзисторы VT3 – VT5 работают в ключевом режиме и усиливают импульсы управления тиристорным ключом, вырабатываемые на выводах RC4, RD2 и RD2 микроконтроллера. Импульсы управления следуют попарно через 60 электрических градусов и подаются одновременно на оба оптотиристора соответствующего модуля U1 – U3 одной из фаз. Резисторы R3 – R5 ограничивают ток через светодиоды силовых модулей U1 – U3 тиристорного ключа.

Транзистор VT6 по сигналу с вывода RC2 микроконтроллера включает светодиодный индикатор HL3 «Авария» на лицевой панели шкафа. Резисторы R8 – R19 устанавливают режимы работы транзисторов VT1 – VT6, причём для надежного запирания транзисторов VT1, VT3 – VT6 на их базы через резисторы R8, R12 – R16 подаётся небольшое отрицательное смещение от источника –15 В.

Оптроны U3, U4 и U6 предназначены для гальванической развязки и формирования сигналов управления от кнопок «Пуск», «Стоп» и РКФ, которые поступают на входы RA5, RE0 и RA3 микроконтроллера. Резисторы R23, R24, R26, R30, R34, R35, R38, R39, R44 устанавливают режимы работы оптронов U3, U4 и U6. Резисторы R27, R42 и R46 служат для повышения помехоустойчивости цепей управления.

Реле К1 используется в автоматическом режиме при управлении устройством от контакта К5.1 реле давления. При этом переключающий контакт К1.1 реле К1, в зависимости от его состояния, шунтирует либо кнопку «Пуск» (в отключенном состоянии), либо кнопку «Стоп» (во включённом состоянии). Резистор R47 ограничивает ток через обмотку реле К1.

Светодиоды HL1 – HL8, подключённые к выводам RB7 – RB0 микроконтроллера, предназначены для индикации состояния устройства и аварийных режимов:

- HL1 (красный) «Откл.» – устройство находится в отключённом состоянии и готово к работе;
- HL2 (жёлтый) «Пуск» – работает тиристорный ключ, осуществляется запуск; мигающий светодиод означает нормальный режим работы (идёт опрос сигналов аварий);
- HL3 (зелёный) «Вкл.» – тиристорный ключ выключен, работает байпас;
- HL4 (красный) «Из.» – недопустимое снижение сопротивление изоляции кабеля;
- HL5 (красный) «Uс» – недопустимые повышение, понижение или несимметрия фазных напряжений сети, обрыв одной из фаз, нарушение чередования фаз;
- HL6 (красный) «С.х.» – «сухой ход» насоса, ток двигателя меньше $0{,}5I_н$;
- HL7 (красный) «Пер.» – перегрузка насоса, ток двигателя превысил $1{,}3I_н$;
- HL8 (красный) «К.з.» – короткое замыкание или заклинивание двигателя, ток двигателя превысил 3Iн.

Резисторы R28, R29, R32, R36, R37, R41, R43, R45 ограничивают ток через светодиоды HL1 – HL8.

На рисунке 7 приведён упрощенный алгоритм работы устройства. После включения питания происходит сброс и инициализация микроконтроллера, при которой устанавливаются вид сигналов и направление передачи информации соответствующими разрядами его портов. После этого РКФ проверяет наличие аварии сети. В случае возникновения ава-

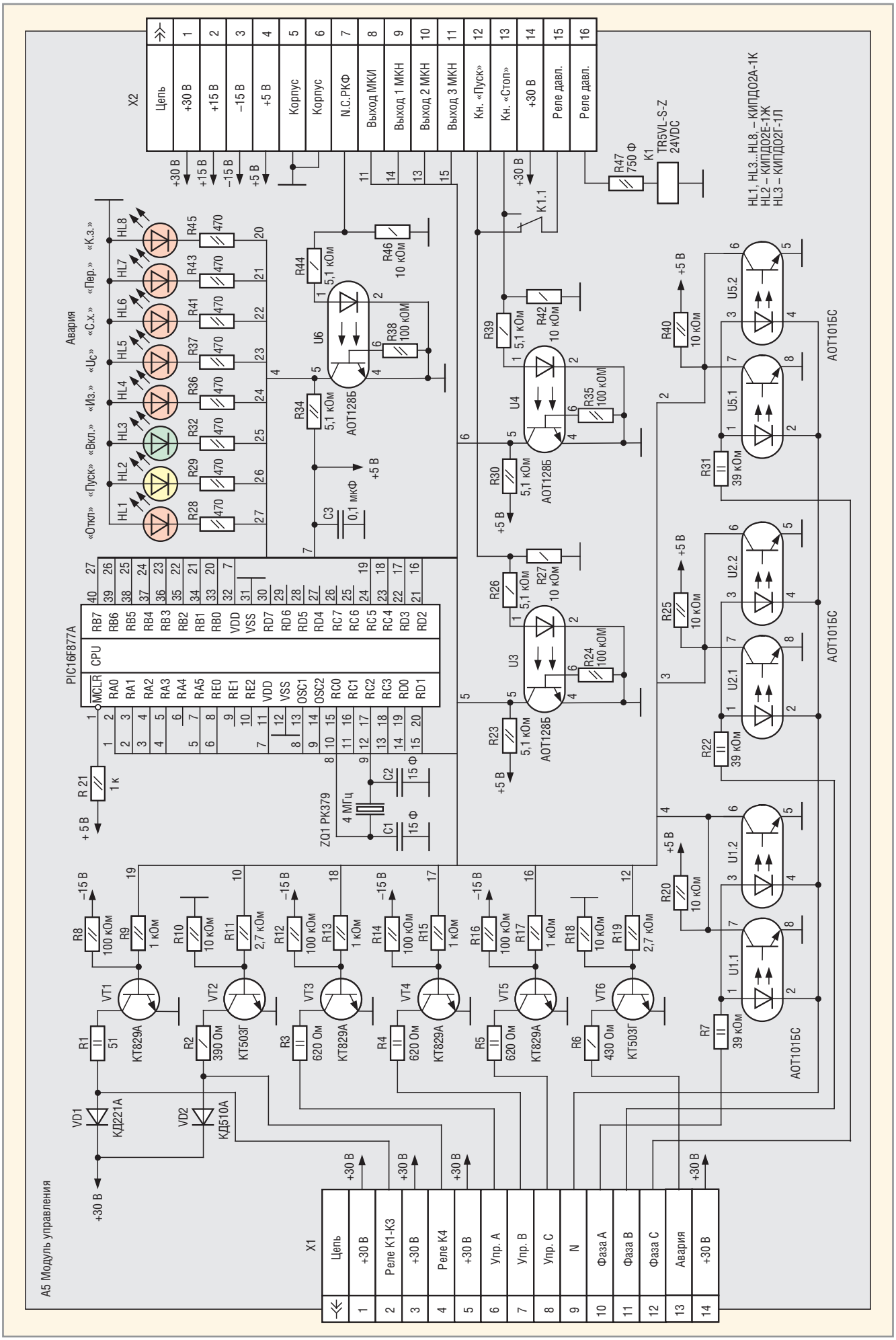


Рис. 6. Принципиальная электрическая схема модуля управления

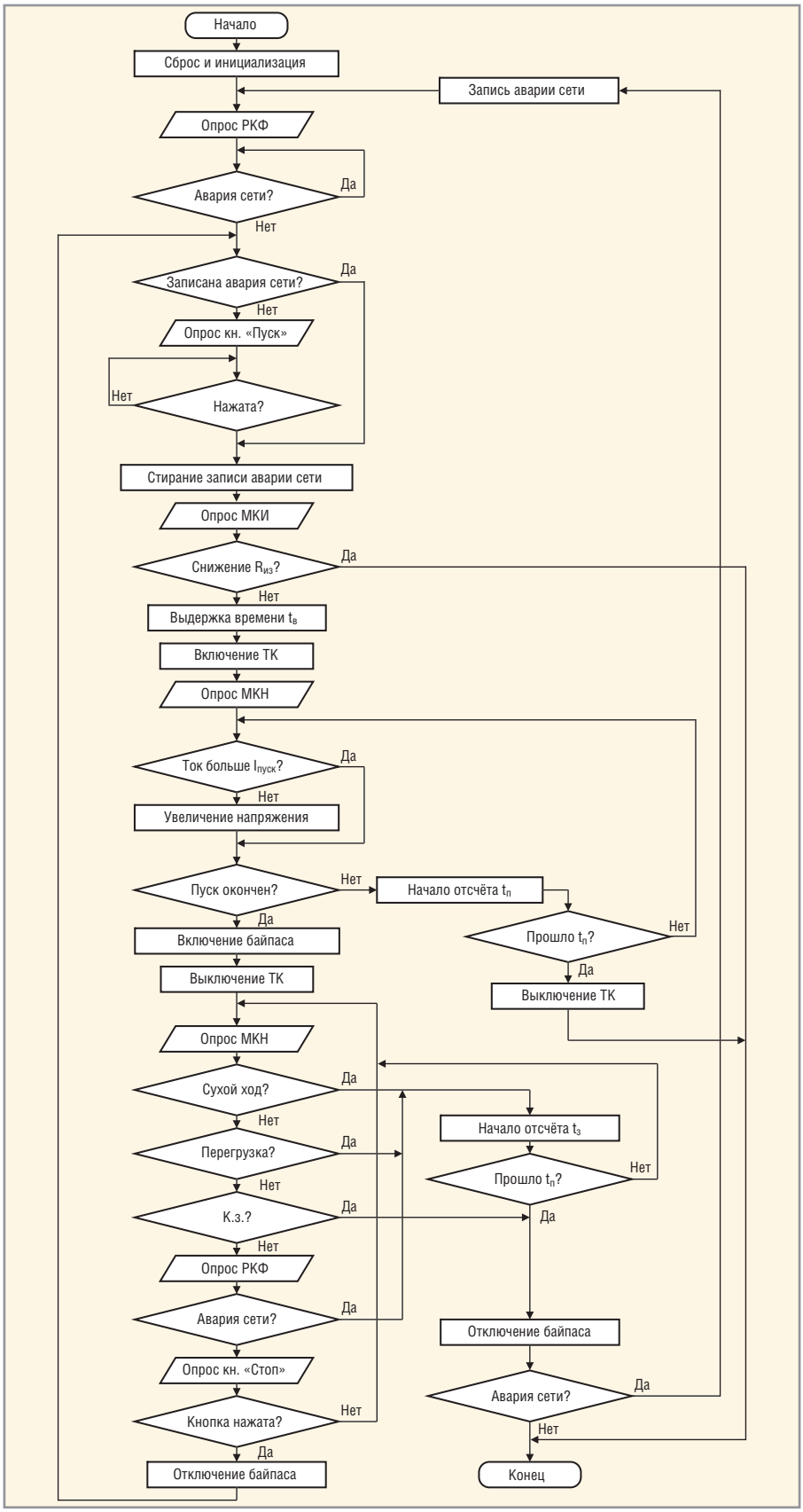


Рис. 7. Упрощённый алгоритм работы устройства

рии сети вырабатывается запрет на включение устройства. Это состояние устройства длится до исчезновения аварии сети, после чего микроконтроллер проверяет наличие записи в его памяти аварии сети, произошедшей накануне. Запись аварии сети производится в энергонезависимую память МК и используется для организации автоматического повторного включения (АПВ) после восстановления сети. МК успевает сделать такую запись даже при исчезновении напряжения сети, поэтому АПВ происходит при последующем появлении напряжения на входе устройства. Если авария сети была зафиксирована, то происходит включение устройства, минуя кнопку «Пуск», в противном случае МК переходит к опросу кнопки «Пуск».

После нажатия кнопки «Пуск» производится опрос МКИ. Если фиксируется недопустимое снижение сопротивления изоляции, устройство переходит в состояние «Откл.», которое может продолжаться сколь угодно долго, и выйти из которого возможно только выключением и последующим включением автомата QF2, т.е. сбросом МК. Если изоляция двигателя в норме, производится выдержка времени $t_в$, величина которой может изменяться от десятков секунд до нескольких минут. Выдержка необходима для гарантированного схода воды в скважине во избежание перегрузки двигателя насоса при пуске.

По окончании выдержки времени $t_в$ производится включение тиристорного ключа с углом регулирования, соответствующим начальному напряжению пуска, которое устанавливается программно. В процессе пуска производится опрос МКН. При этом, если ток двигателя не превышает заданное значение $I_{пуск}$, происходит уменьшение угла регулирования и увеличение напряжения на двигателе, в противном случае напряжение остается неизменным. Одновременно с началом пуска начинается отсчёт его длительности $t_п$, которая устанавливается программно в пределах 5...7 с. Пуск считается оконченным при достижении углом регулирования конечного значения, задаваемого программно. Если время пуска превысит заданное значение $t_п$ производится выключеник ТК, и устройство переходит в состояние «Откл.». Защита от несостоявшегося пуска предотвращает выход из строя двигателя из-за перегрева в процессе пуска.

По окончании пуска производится включение байпаса, выключение ТК и начинается процедура циклического опроса сигналов защит с МКН, РКФ и кнопки «Стоп». Эта процедура происходит сколь угодно долго, пока либо не возникнет одна из аварийных ситуаций, либо не будет нажата кнопка «Стоп». При возникновении любой из аварийных ситуаций – «сухого хода», перегрузки или аварии сети – начинается отсчёт времени задержки срабатывания защиты $t_з$, которое устанавливается программно в пределах 5...25 с для каждой защиты индивидуально. Если в течение этого времени аварийная ситуация исчезла, то происходит сброс индикации аварий и

МК возвращается к процедуре циклического опроса сигналов аварий. В противном случае проводится проверка причины возникновения аварийной ситуации. Если отключение произошло из-за аварии сети, то производится запись об аварии сети в память МК, который затем переходит к постоянному опросу РКФ, пока не исчезнет авария сети, и далее по алгоритму. Если причина отключения не в аварии сети, то устройство переходит в состояние «Откл.», из которого может выйти только при отключении напряжения питания автоматом QF2.

При возникновении короткого замыкания происходит отключение байпаса и после проверки причины отключения устройство переходит в состояние «Откл.». Если в процессе опроса была нажата кнопка «Стоп», то происходит отключение байпаса, и МК переходит к проверке записи аварии и последующему опросу кнопки «Пуск».

Следует отметить, что в течение всего времени работы устройства производится индикация его состояния и аварийных режимов с помощью светодиодных индикаторов HL1 – HL3 на лицевой панели и светодиодов HL1 – HL8 в модуле управления.

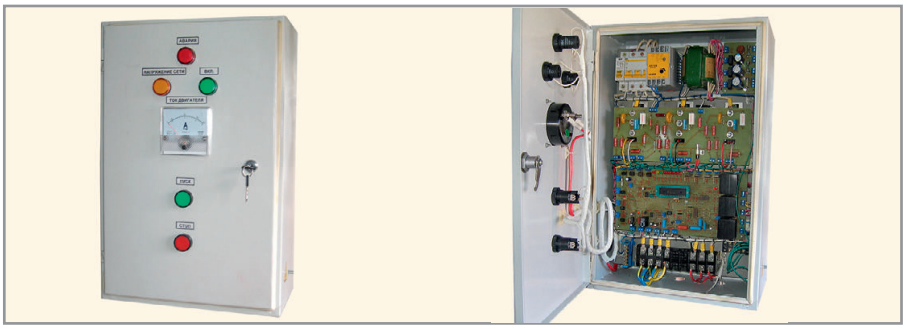


Рис. 8. Внешний вид устройства

Для других применений, например, для повысительных насосных станций (станций подкачки), в устройстве предусмотрена функция плавного торможения двигателя.

Таким образом, разработанное устройство учитывает все возможные аварийные ситуации и обеспечивает плавный пуск. Применение устройства позволяет повысить надёжность и производительность погружной насосной установки, устранить гидроудары в напорных трубопроводах, увеличить срок службы и увеличить межремонтный цикл используемого насосного оборудования, уменьшить нагрузку на сеть.

Устройство смонтировано в шкафу, имеющего размеры 500×320×180 мм, в исполнении IP54. На рисунке 8 показан внешний вид устройства. Разработанное устройство испытано и успешно эксплуатируется на артезианской скважине с погружным насосом типа ЭЦВ8-16-140 мощностью 11 кВт в одном из сельских поселений Тульской области.

Литература

1. *Березин С.Е.* Насосные станции с погружными насосами. Стройиздат, 2008.
2. *Волович Г.И.* Схемотехника аналоговых и аналого-цифровых электронных устройств. Додэка-XXI, 2005.
3. *Яценков В.С.* Микроконтроллеры MicroCHIP. Практическое руководство. Горячая линия-Телеком, 2002.



Пульт управления приводами шаговых двигателей

Сергей Шишкин (Нижегородская обл.)

В статье представлено схемное решение пульта управления приводами шаговых двигателей в ручном режиме. Описан алгоритм работы устройства, по которому разработано программное обеспечение для микроконтроллера.

Миллионы шаговых двигателей (ШД) работают в различных системах, где требуется точное перемещение и позиционирование. Это и станки с ЧПУ, и опорно-поворотные устройства параболических антенн, ОПУ зеркал в оптических системах и пр. Шаговый двигатель потому и называется шаговым, что может осуществить поворот вала на определённый, относительно небольшой шаг. Этот шаг можно уменьшить, применяя редуктор или режим работы с дроблением шага.

Преимущество ШД заключается в возможности точно задавать положение вала и угол перемещения. Скорость ШД можно изменять от нуля до максимально возможной для конкретного типа двигателя. В общем случае управление ШД сводится к коммутации его обмоток для вращения вала в нужном направлении и с нужной частотой (скоростью). Это невозможно сделать без блока управления. Поэтому ШД (с редуктором или без) с блоком управления называют приводом шагового двигателя. Фирмы, реализующие на рынке шаговые двигатели, как правило, предлагают к ним блоки управления с законченными сетевыми интерфейсами управления RS-485; CAN, USB, Profibus, Ethernet и пр. Кроме того, блоки управления ШД могут управляться импульсными сигналами (например, с уровнями ТТЛ).

В сложных изделиях приводы ШД, как правило, используются в составе законченных функциональных узлов,

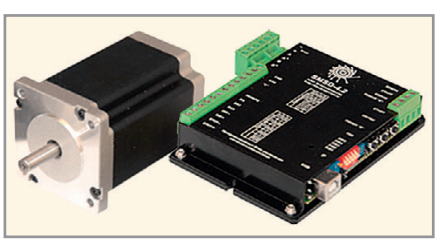


Рис. 1. Шаговый двигатель FL86STH65-2808A с блоком управления SMSD-4.2

которые управляются распределённой системой сбора данных и управления всего изделия. Бывает, что функциональный узел изготовлен раньше, чем система управления изделием. И на этапе пуско-наладочных работ, при проверке и настройке функционального узла, содержащего шаговые двигатели, целесообразно использовать местный пульт управления (далее пульт), который позволяет задать направление и скорость вращения вала ШД. Такой пульт будет полезен на этапе макетирования и отработки конструкции.

Рассмотрим некоторые приводы (блоки управления), которые представлены на отечественном рынке. НПФ «Электропривод» предлагает программируемый блок управления шаговыми двигателями SMSD-4.2 с максимальным током питания каждой из фаз двигателя не более 4,2 А. Фотография блока управления SMSD-4.2 с шаговым двигателем типа FL86STH65-2808A приведена на рисунке 1.

Основные функции блока управления SMSD-4.2:

- запись управляющей программы в блок с помощью ПК и выдача кодов управляющей программы в ПК;
- управление работой ШД в режиме контроллера по программе, хранящейся в памяти блока, – установка скорости, режима дробления шага, величины перемещения, направления вращения вала ШД, получение ASCII-команд от ПК и управление ШД по сложному алгоритму (программа записывается в энергонезависимую память блока);
- работа в режиме драйвера с набором стандартных логических сигналов уровня ТТЛ ШАГ, НАПРАВЛЕНИЕ или задание двухфазного квадратурного сигнала ШАГ (две фазы A и B, сдвинутые на 90°);
- работа в ручном режиме – управление ШД при помощи потенциометра (задание скорости) и дополнительных сигналов РЕВЕРС и АВАРИЯ;
- синхронизация работы с другими блоками и устройствами посредством трёх дополнительных входов для приёма сигналов от внешних устройств (датчиков) и одного дополнительного выхода для подачи сигналов внешним устройствам;
- возможность синхронизации нескольких блоков управления ШД;
- программное управление внутренним реле;
- работа с компьютером или в автономном режиме;
- функция поиска нулевой точки по отдельному датчику, позволяющая установить исполнительный механизм в исходное положение.

Схема подключения блока управления SMSD-4.2 в режиме драйвера приведена на рисунке 2, основные технические характеристики блока приведены в таблице 1. Более подробную информацию о данном блоке управления можно найти на интернет-странице фирмы [4].

Привод FM-Stepdrive фирмы Siemens достаточно широко представлен на рынке в составе СЧПУ Sinumerik 802S и в различных системах автоматизации для обрабатывающих станков. Привод используется для управления шаговыми двигателями Simostep серии 1FL3 и вместе с функциональными модулями FM-NC, FM 353 и FM357-2 выполняет задачи точного позиционирования в диапазоне мощности от 50 до 600 Вт. Привод FM-Stepdrive может применяться для шаговых двигателей в диапазоне крутящего момента от 2 до 15 Нм. Основные технические характеристики FM-Stepdrive приведены в таблице 2. Подробную информацию о данном приводе можно найти в [2, 3] в разделе преобразователей.

На рисунке 3 показан внешний вид привода со стороны панели соединителей и индикаторов состояния. Принципиальная схема блока управления вместе с ШД приведена на рисунке 4. Питание силовой части (через винтовой клеммник X1 (см. рис. 4)) может

быть 115 В или 230 В, для этого сетевой фазный провод следует подключить к контакту 3 или 4 клеммника X1.

Индикаторы состояния (см. рис. 3) обеспечивают визуальное отображение диагностики состояния привода (короткое замыкание фаз двигателя, перегрев силовой части и т.д.). Если привод находится в рабочем режиме, то включены индикаторы зелёного света GTE и RDY. При различных неисправностях включаются другие индикаторы. В таблице 3 приведено функциональное назначение индикаторов состояния.

Привод FM-Stepdrive управляется с помощью сигналов импульсного (соединитель X3 привода A1) и сигнального (соединитель X4 привода A1) интерфейсов. Через импульсный интерфейс подаются следующие сигналы:

- PULSE (вход) – тактовые импульсы;
- DIR (вход) – сигнал направления движения;
- ENABLE (вход) – сигнал разрешения работы;
- READY1_N (выход) – сигнал готовности.

Через сигнальный интерфейс подаются следующие сигналы:

- L+ (24V) – питание 24 В;
- M (24V GND) – общий провод для 24 В;
- GATE_N (вход) – сигнал разрешения/блокировки тактовых импульсов (при уровне 0 В считывание сигналов не производится);
- READY2 (выход) – сигнал готовности привода (для СЧПУ).

Из описанных выше примеров следует, что основными сигналами управления уровня ТТЛ являются:

- PULSE (STEP) – тактовые импульсы;
- DIR – сигнал направления движения;
- ENABLE (вход) – сигнал разрешения работы (у SMSD сигнал EN – подключение к GND).

В разработанном автором пульте управления ШД в ручном режиме реализовано относительное изменение тактовой частоты привода (частоты вращения вала шагового двигателя) от 0 до 99%, с дискретностью 1%. Рассмотрим работу пульта с приводом FM-Stepdrive и двигателями Simostep 1FL3043. Принципиальная схема пульта, а также схема его подключения к FM-Stepdrive приведена на рисунке 5.

Основой пульта служит микроконтроллер D2, его тактовая частота задаётся резонатором ZQ1 на 10 МГц. Микроконтроллер управляет работой всего пульта. Клавиатура собрана на кнопках S1 – S4. Для функционирования клавиатуры задействован вывод 8 микроконтроллера D2. Динамическая индикация собрана на транзисторах VT1, VT2, цифровых семисегментных индикаторах HG1.1, HG1.2. Питающее напряжение поступает с соединителя X2. Сразу после подачи питания на выводе 1 микроконтроллера D2 через

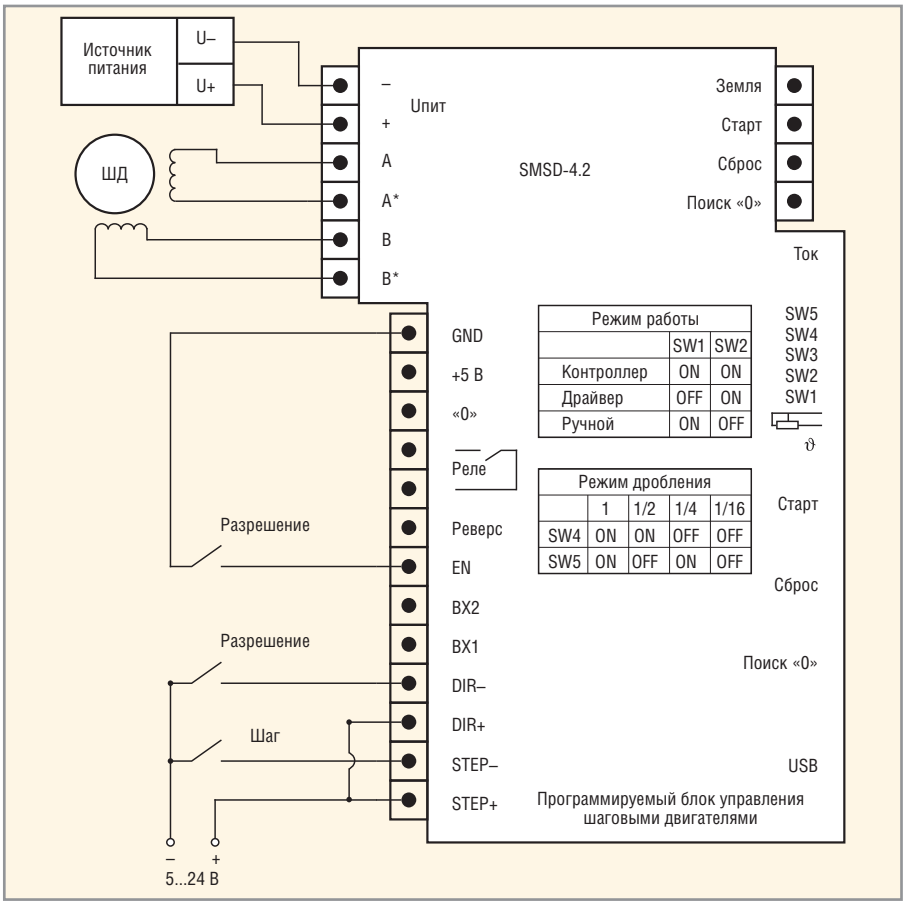


Рис. 2. Схема подключения блока управления SMSD-4.2 в режиме драйвера

Таблица 1. Основные технические характеристики блока управления SMSD-4.2

Общие технические характеристики	Параметр
Количество каналов управления шаговыми двигателями	1
Максимальный ток обмоток, А	4,2
Минимальный ток обмоток, А	0,2
Коэффициенты дробления (микрошаг)	1/2, 1/4, 1/16
Диапазон частот тактовых импульсов, Гц	1…10000
Напряжение питания, В (постоянный ток)	12…48
Габариты, мм, не более	120 × 116 × 26
Входы управления DIR, STEP	
Минимальное напряжение включения (высокий уровень), В	4,0
Максимальное напряжение отключения (низкий уровень), В	1,0
Входное сопротивление, кОм, не менее	3,0
Максимальное напряжение на входах, В	±24
Входы управления EN, РЕВЕРС, BX1, BX2	
Замыкание на корпус	
Параметры обмена по интерфейсу USB (виртуальный COM-порт)	
Скорость, бод	9600
Количество бит	8
Чётность	чёт
Стоповый бит	1
Параметры выхода «Реле»	
Тип реле – твердотельное, полупроводниковое	
Максимальное напряжение на разомкнутых контактах, В	±350
Максимальный ток нагрузки, мА	120
Сопротивление замкнутых контактов, Ом, не более	30

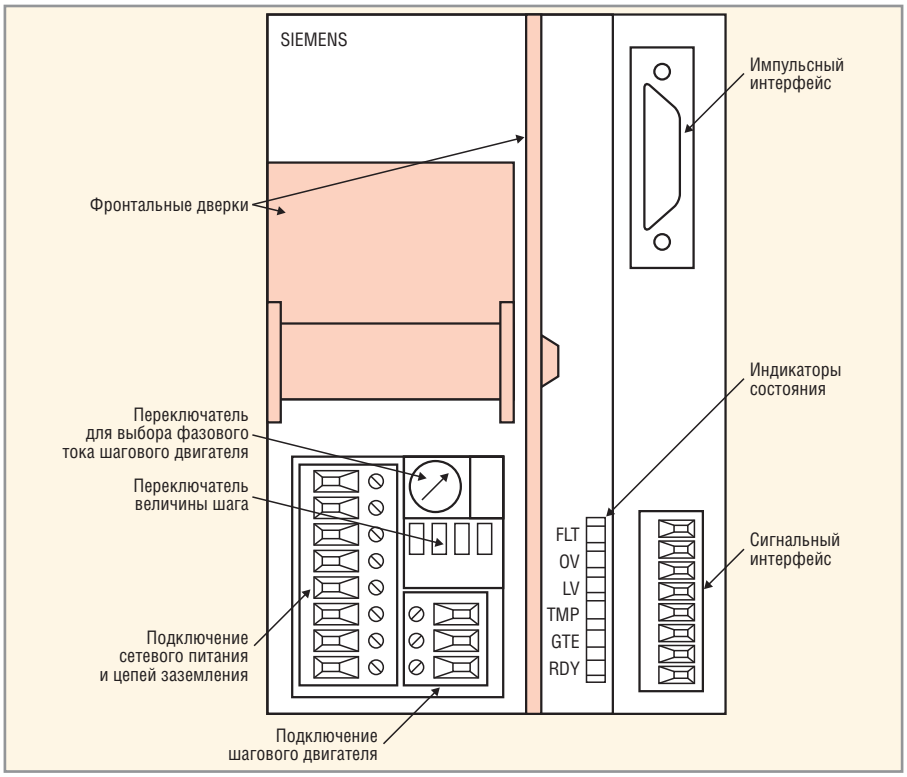


Рис. 3. Внешний вид привода FM-Stepdrive

цепь R7C1 формируется сигнал системного аппаратного сброса микроконтроллера D2.

Интерфейс пульта включает в себя: клавиатуру (кнопки S1 – S4), индикаторы HL1 – HL4 и блок индикации (дисплей) из двух цифровых семисегментных индикаторов HG1.1, HG1.2. Включённые индикаторы HL1 – HL4 имеют следующее функциональное назначение:

- HL1 – движение влево (вращение вала шагового двигателя против часовой стрелки);
- HL2 – движение вправо (вращение вала шагового двигателя против часовой стрелки);
- HL3 – индикатор работоспособности привода ШД;
- HL4 – индикатор функционирования работоспособности пульта.

Кнопки клавиатуры имеют следующее назначение:

- S1 (▲) – увеличение на единицу значения частоты вращения шагового двигателя (в %), при удержании данной кнопки в нажатом состоянии более 2 с значение частоты, индицируемое на дисплее, увеличивается на 5 единиц за 1 с;
- S2 (▼) – уменьшение на единицу значения частоты вращения шагового двигателя (в %), при удержании данной кнопки в нажатом состоянии более 2 с значение частоты, индицируемое на дисплее, уменьшается на 5 единиц за 1 с;
- S3 (P) – направление вращения вала шагового двигателя – вперёд (по часовой стрелке), назад (против часовой стрелки); при выбранном направлении вращения включаются индикаторы HL1 и HL2 соответственно, смена направления вращения осуществляется только при остановленном двигателе;
- S4 (старт/стоп) – кнопка пуска и останова двигателя (при функционировании привода ШД и пульта включаются индикаторы HL3 и HL4 соответственно).

Таблица 2. Основные технические характеристики привода FM-Stepdrive

Технические характеристики	Параметр
Сетевое напряжение питания, переменный ток, В	115/230, ±20%
Потребляемый ток, макс., А	11
Частота напряжения питания, Гц	47…63
Напряжение питание (сигнальное) постоянного тока, В	20,4…28,8
Потребляемый ток по цепи 24 В, макс., А	1,5
Напряжение вторичного контура, В	325
Соединитель импульсный интерфейса	Вилка DRB-15M
Подключение шагового двигателя, В	3 × 325
Фазный ток, А	1,7…6,8
Длинна силового кабеля, м	До 50 при 3 × 1,5 мм² До 30 при 3 × 0,75 мм²
Количество шагов на один оборот	Установка на 500, 1000, 5000, 10 000
Защита по DIN EN 60529	IP20
Температурный режим, °С Хранение и транспортировка Эксплуатация	 –40…75 0…50
Масса, кг	0,85
Размеры (Ш × В × Г), мм	80 × 125 × 118

Сразу после подачи питания на дисплее индицируется значение 01. Кнопками S1 (▲), S2 (▼) устанавливается необходимое значение частоты вращения шагового двигателя, кнопкой S3 – направление вращения, при этом включаются индикаторы HL1 (вперед) или HL2 (назад). Работа привода (вращение шагового двигателя с заданной частотой) начинается после нажатия на кнопку S4.

Рассмотрим взаимодействие блока управления ШД и пульта через импульсный интерфейс. Сигналы управления на соединитель X1 пульта поступают с порта P3 микроконтроллера D2. Тактовые импульсы (сигнал PULSE) поступают на контакт 1 соединителя X1 пульта с вывода 6 микроконтроллера D2. Сигнал направления вращения (DIR) поступает на контакт 3 соединителя X1 пульта с вывода 8 микроконтроллера D2, и сигнал разрешения работы (ENABLE) поступает на контакт 5 соединителя X1 с вывода 9 микроконтроллера D2.

С контакта 7 соединителя X1 сигнал READY1 поступает на анод индикатора HL3. Сразу после подачи питания и инициализации микроконтроллера сигнал ENABLE установлен в лог. 0, сигнал READY1 установлен в лог. 1, поэтому индикатор HL3 выключен. После нажатия на кнопку S4 (старт/стоп) микроконтроллер D2 устанавливает ENABLE в лог. 1; по данному сигналу высокого уровня привод ШД устанавливает сигнал READY1 в лог. 0, индикатор HL3 включен.

Конструктивно пульт целесообразно выполнить в виде функционально законченного модуля. Как видно из схемы, аппаратные возможности микроконтроллера D2 исчерпаны пол-

ностью. Цифровая часть принципиальной схемы пульта гальванически развязана от привода через импульсный интерфейс привода ШД.

Программное обеспечение микроконтроллера D2 обеспечивает реализацию алгоритма работы динамической индикации и функционирование подключаемого привода. Программа состоит из трёх основных частей: процедуры инициализации, основной программы, работающей в замкнутом цикле, и подпрограммы обработки прерывания от таймера TF0. Таймер TF0 микроконтроллера формирует запрос на прерывание через каждые 7 мкс и запускает счётчик времени на регистрах R2, R3, который формирует интервалы длительностью 20 мс, необходимые для отображения разрядов в динамической индикации блока.

После подачи напряжения питания происходит инициализация программы, в которой задаются параметры работы динамической индикации и параметры работы привода. Далее запускается таймер TF0 и разрешается работа устройства по приведённому выше алгоритму.

В ОЗУ микроконтроллера D2 организован буфер отображения. Каждый байт из функциональной группы буфера отображения в подпрограмме обработки прерывания таймера TF0 выводится в порт P1 микроконтроллера D2. В регистре R1 записан текущий номер отображаемого разряда динамической индикации. Адрес ячейки памяти, где хранится значение самого разряда, записан в регистре R0.

В процессе обработки подпрограммы прерывания происходит опрос клавиатуры. Байт, выводимый в порт P1 микроконтроллера для опроса клавиатуры, представляет собой код «бегущий ноль». После записи данного байта в порт P1, микроконтроллер D2 анализирует сигнал на входе 7 (P3.3). При работе вышеуказанной подпрограммы при любой нажатой кнопке, на входе 7 микроконтроллера присутствует лог. 0. Таким образом, каждая кнопка клавиатуры «привязана» к «своему» разряду байта.

При нажатии на кнопку S1 устанавливается флаг, разрешающий увеличивать текущее значение частоты вращения, которое отображается на дисплее блока управления. Одновременно запускается счётчик, организованный на ячейке памяти KKNR2. Если кнопка удерживается более 3 с, значение, индицируемое на дисплее (частота вращения ротора шагового двигателя), увеличивается на 5 единиц за 1 с. Счётчик, формирующий интервал 2 с, организован на ячейке памяти KKNR1. При отпускании кнопки S1 все вышеуказанные счётчики обнуляются.

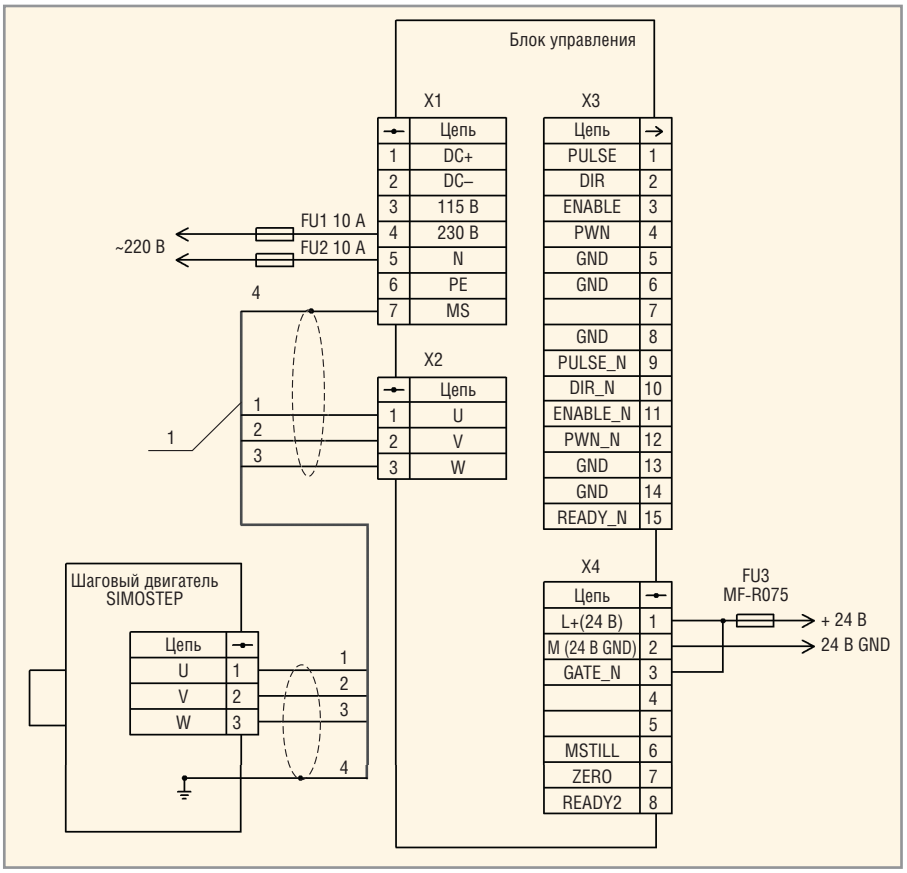


Рис. 4. Принципиальная схема блока управления вместе с ШД

Аналогичным образом организована работа кнопки S2 для уменьшения частоты вращения, индицируемого на дисплее блока. При её нажатии текущее значение на дисплее блока уменьшается. Если кнопка удерживается более 3 с, значение, индицируемое на дисплее, уменьшается на 5 единиц за 1 с. Счётчики приведённого алгоритма для кнопки S2 организованы на ячейках памяти KKNR4 и KKNR3 соответственно.

Как уже отмечалось выше, с вывода 6 микроконтроллера D2 на сигнальный интерфейс привода поступают тактовые импульсы (сигнал PULSE). Частота данных импульсов (относительное значение) индицируется на дисплее и задаётся с клавиатуры блока управления. Реальная частота сигнала на выводе 7 микроконтроллера D2 изменяется примерно от 0,12 до 12,5 кГц при изменении относительного значения, индицируемого на дисплее, от 01 до 99.

Программно данный алгоритм реализован следующим образом. Относительное значение задаваемой частоты хранится в ячейке памяти MEAN (число от 1 до 99). На регистре R5 организован счётчик. В подпрограмме обработки прерывания от таймера TF0 при сброшенном флаге STOP, счётчик декрементируется. При обнулении счётчика вывод 2 микроконтроллера инвертируется, и в регистр R5 переписывается число, хранящееся в ячейке памяти MEAN. Таким образом, частота сигнала PULSE (а также диапазон изменения частоты сигнала PULSE) опре-

Таблица 3. Функциональное назначение индикаторов состояния

Индикатор	Функциональное назначение
FLT (FAULT)	Короткое замыкание фаз шагового двигателя
OV (OVER-VOLT)	Высокое сетевое напряжение
LV (LOW-VOLT)	Низкое сетевое напряжение
TMP (TEMP)	Превышение допустимой температуры шагового двигателя
GTE (GATE_N)	Сигнал GATE_N активирован
RDY	Привод в рабочем режиме

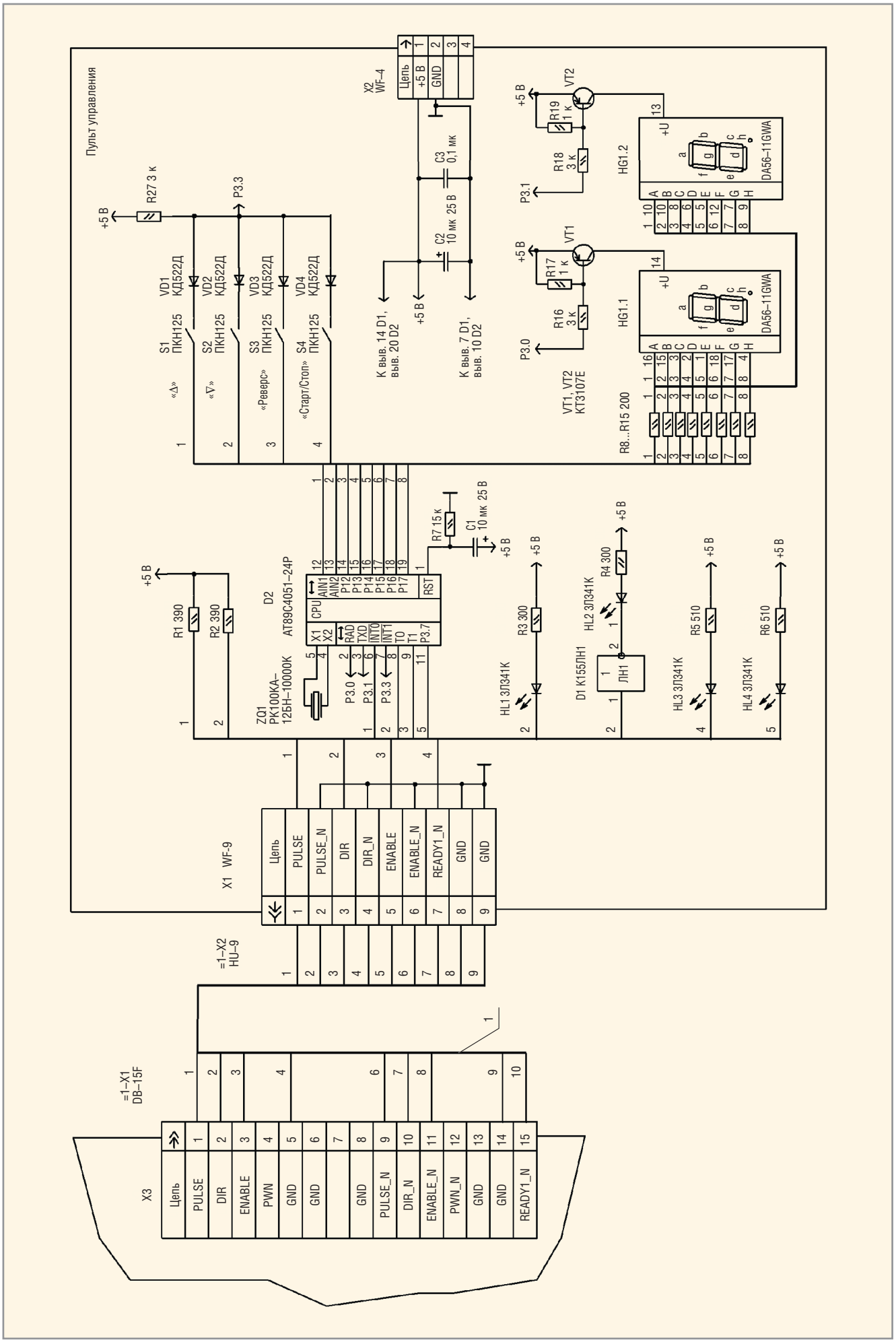


Рис. 5. Принципиальная схема пульта управления

деляется числом в ячейке памяти MEAN и частотой обращения к подпрограмме обработки прерывания.

В основной программе одновременно происходит инкремент числа в ячейке памяти MEAN и двухразрядного числа, отображаемого на дисплее индикации (двухразрядного числа буфера отображения), если установлен флаг KNOPB. Если же установлен флаг KNOPM, происходит декремент числа в ячейке памяти MEAN и двухразрядного числа, отображаемого на дисплее индикации (двухразрядного числа буфера отображения). Флаги KNOPB и KNOPM устанавливаются при нажатии кнопок S1 (▲) и S2 (▼) соответственно.

В подпрограмме обработки прерывания от таймера TF0 в каждом цикле происходит декремент регистра R5, осуществляется работа счётчиков, организованных на ячейках KKNR1 – KKNR3, опрос клавиатуры и работа динамической индикации с перекодировкой двоично-десятичного числа в код для семисегментного индикатора.

Текущее значение частоты вращения вала шагового двигателя, индицируемого на дисплее блока управления A2 (буфер отображения динамической индикации), хранится по адресам 20H, 21H, которые загружаются в регистр R0 микроконтроллера. Каждый байт из буфера отображения в подпрограмме обработки прерывания таймера TF0 (метка OT) после перекодировки выводится в порт P1 микроконтроллера. Для включения индикаторов HG1.1, HG1.2 необходимо установить лог. 0 на выводах 2, 3 микроконтроллера D2. Так, например, чтобы на индикаторе HG1.2 индицировалась «1», необходимо двоично-десятичное число, находящееся по адресу 21H, перекодировать, вывести в порт P1 микроконтроллера и установить лог. 0 на выводе 3 микроконтроллера D2.

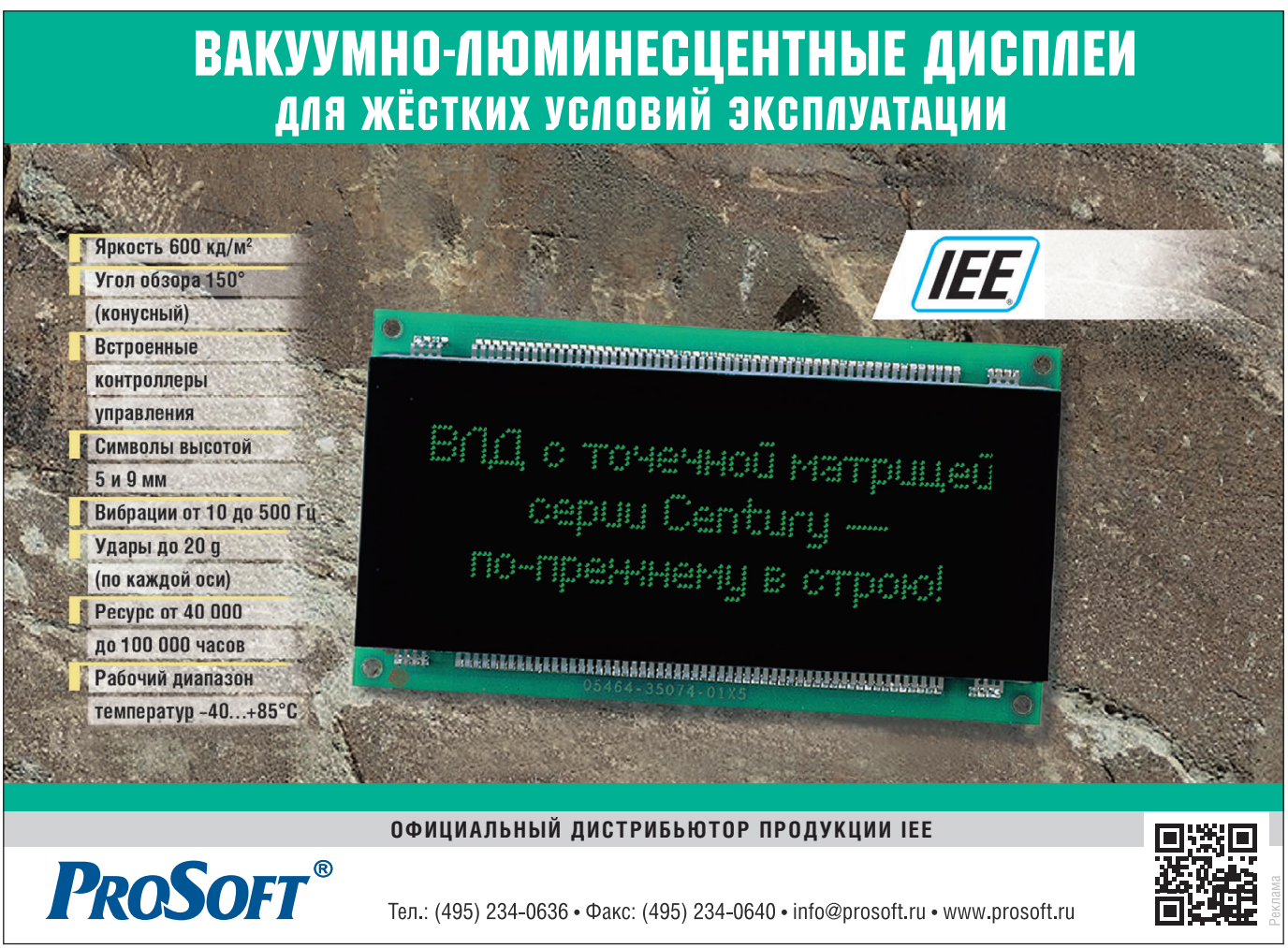
На регистре R1 реализован счётчик разрядов. Как уже упоминалось выше, в регистр R0 записываются адреса буфера отображения. При каждом обращении к подпрограмме обработки прерывания, регистры R0 и R1 инкрементируется. При инициализации в R0 загружается адрес 20H, а в R1 – число 1. Разработанная программа на ассемблере занимает порядка 1,4 Кб памяти программ.

Номинальный ток предохранителей FU1, FU2 (ВП1-2, 10 А/250 В) определяется типом шагового двигателя Simostep, подключаемого к приводу FM-Stepdrive, и составляет 10 А. Предохранитель FU3 по цепи 24 В – самовосстанавливающийся, типа MF-R075. Его можно заменить на RUE 160. Двухразрядный индикатор HG1 зелёного цвета типа DA56-11GWA. Индикаторы HL1 – HL4 можно использовать любые с $I_{пр}$ = 10 мА.

Потребление тока по каналу +5 В составляет не более 150 мА. В пульте управления нет никаких настроек и регулировок, и, если монтаж выполнен правильно, он начинает работать сразу после подачи напряжения питания. Сначала целесообразно проверить работоспособность пульта управления, не подключая к нему привод. Проверка заключается в измерении сигналов управления, поступающих на соединитель X1 блока управления, при помощи осциллографа.

Литература

1. *Фрунзе А.В.* Микроконтроллеры? Это же просто! Скимен, 2002.
2. http://www.siemens.ru.
3. http://www.automation-drives.ru.
4. http://www.electroprivod.ru.



Применение объёмных резонаторов в пьезоэлектрических электроакустических преобразователях

Валерий Шарапов, Анна Салагор, Жанна Сотула, Василий Заика (г. Черкассы, Украина)

В статье приведены результаты исследований влияния объёмных резонаторов на характеристики электроакустических преобразователей. В частности, при использовании резонатора Гельмгольца, четвертьволнового и конусообразного резонаторов может быть повышен уровень звукового давления, снижена рабочая частота и расширена полоса частот.

Введение

Электроакустические преобразователи (ЭАП) широко применяются для работы в воздушной среде (системы охраны, измерительная техника), в воде (локаторы, эхолоты, подводная связь), для создания звуковых волн в твёрдых телах (неразрушающий контроль) и др. [1–8].

Известно, что низкочастотный звук распространяется в воде практически без затухания на расстояние до нескольких тысяч километров благодаря формированию в океане звукового канала – акустического волновода рефракционного типа. Именно поэтому низкочастотная акустика имеет очевидные преимущества при решении актуальных задач, в том числе оборонных [9].

Пьезоэлектрические преобразователи (ПП) часто используются в электроакустике [3, 4]. Как правило, возбуждение ПП производят на резонансной частоте, где индуктивное и ёмкостное сопротивления компенсируют друг друга, и выходное сопротивление пьезоэлемента (ПЭ) становится в основном активным. Максимальный ток через ПЭ и максимальная мощность, излучаемая ПЭ, могут быть достигнуты именно на резонансной частоте.

Пьезоэлектрический элемент представляет собой электромеханическую колебательную систему с достаточно высокой добротностью. Присоединение к такой системе механических или электрических элементов изменяет её параметры [4, 10, 11]. В частности, если к ПЭ присоединить механически и электрически второй ПЭ или металлическую пластину, получается т.н. биморфный элемент [2], резонансная частота которого на порядок ниже резонансной частоты мономорфного ПЭ, а чувствительность выше [4, 6].

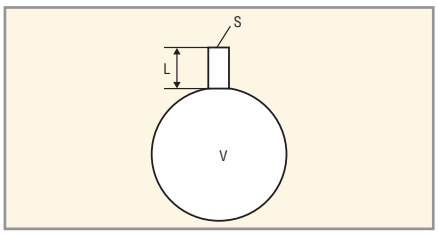


Рис. 1. Резонатор Гельмгольца

Резонансную частоту круглого биморфного элемента можно оценить по формуле [6]:

$$f_0 \approx \frac{0,45ch}{r^2\sqrt{1-\mu^2}}, \quad (1)$$

где $c = \sqrt{E\rho}$; h – толщина ПЭ; r – радиус ПЭ; E – модуль Юнга; ρ – плотность материала ПЭ; μ – коэффициент Пуассона.

Как следует из формулы (1), дальнейшее уменьшение резонансной частоты биморфного элемента возможно, в основном, за счёт уменьшения толщины ПЭ и увеличения его радиуса. Изменение этих параметров имеет свои технологические и габаритные ограничения. Резонансная частота применяемых на практике биморфных элементов обычно составляет несколько килогерц [1–6]. Присоединение к ПП индуктивности позволяет увеличить чувствительность, а также расширить полосу рабочих частот [10]. Ниже приведены результаты экспериментальных исследований влияния *объёмных резонаторов* на характеристики ЭАП.

Резонатор Гельмгольца

Акустические колебательные системы используются в виде полостей, каналов и объёмных резонаторов, которые (в сочетании) могут образовывать сложные устройства, по своему действию аналогичные резонансным контурам, фильтрам и т.д. С их помощью можно выделять или подавлять определённые участки звукового диапазона частот [12, 13].

Примером простейшей акустической колебательной системы является резонатор Гельмгольца (см. рис. 1). Он представляет собой сосуд сферической формы с открытой горловиной. Воздух в горловине является колеблющейся массой, а объём воздуха в сосуде играет роль упругого элемента. Разумеется, такое разделение справедливо лишь приближенно, т.к. часть воздуха в полости обладает инерционным сопротивлением. Однако при достаточно большой величине отношения площади отверстия к площади сечения полости точность такого приближения является удовлетворительной. Основная часть кинетической энергии колебаний оказывается сосредоточенной в горле резонатора, где колебательная скорость частиц воздуха имеет наибольшую величину [12].

Собственная частота резонатора Гельмгольца равна [12]:

$$f_r = \frac{c_0}{2\pi}\sqrt{\frac{S}{VL}}, \quad (2)$$

где: f_r – частота, Гц; c_0 – скорость звука в воздухе (340 м/с); S – сечение отверстия, м²; L – длина отверстия, м; V – объём резонатора, м³.

Например, для сосуда объёмом 1 л с горловиной длиной 1 см и сечением 1 см² частота резонанса составит примерно 170 Гц. Следует отметить, что длина волны для этой частоты составляет около 2 м, что значительно больше размеров резонатора. Следовательно, это не стоячая акустическая волна в самом резонаторе. Действительно, в полости можно возбудить только волны, длина которых меньше характерного размера резонатора

$$\lambda \le \sqrt[3]{V}. \quad (3)$$

Для данного примера – это частоты выше 3 кГц.

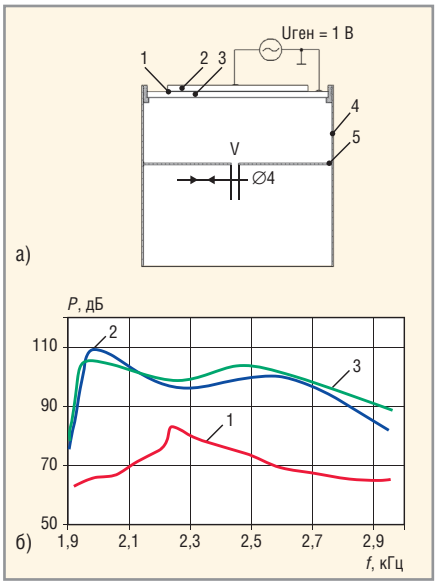


Рис. 2. Преобразователь с резонатором Гельмгольца
а) конструкция: 1 – биморфный ПЭ; 2 – ПЭ; 3 – металлическая пластина; 4 – цилиндр; 5 – перегородка; б) АЧХ: 1 – без резонатора Гельмгольца; 2 – с резонатором Гельмгольца (V = 8 см³); 3 – с резонатором Гельмгольца (V = 16 см³)

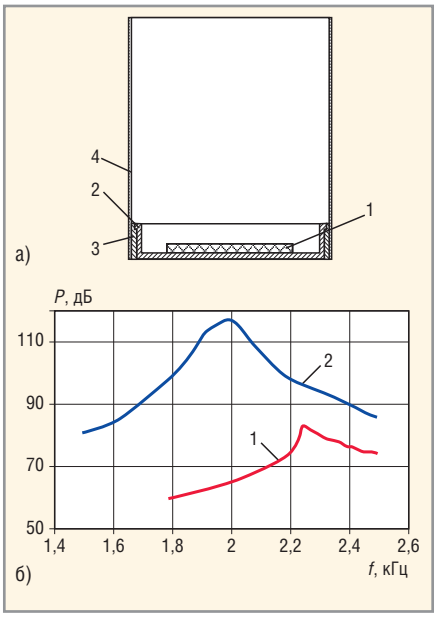


Рис. 3. ЭАП с четвертьволновым резонатором
а) конструкция: 1 – ПЭ; 2 – металлическая пластина; 3 – корпус; 4 – цилиндр; б) АЧХ: 1 – без резонатора; 2 – с резонатором

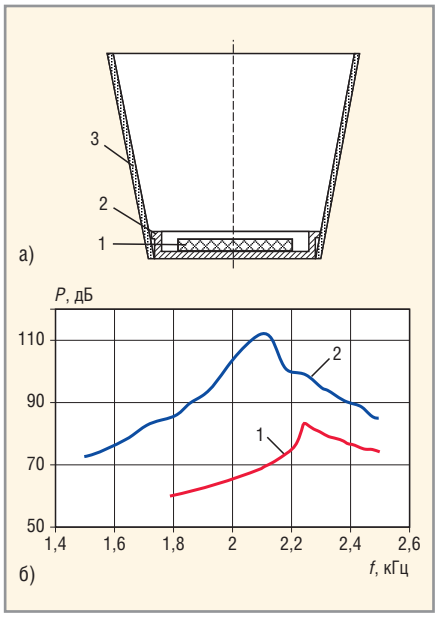


Рис. 4. ЭАП с конусообразным резонатором
а) конструкция: 1 – ПЭ; 2 – металлическая пластина; 3 – полый срезанный конус; б) АЧХ: 1 – без резонатора; 2 – с резонатором

Для экспериментов с резонаторами использовался биморфный элемент пьезокерамического ЭАП типа ЗП-19, изготовленный АО «Аврора» (Волгоград). Биморфный элемент этого преобразователя состоит из стальной (марки 40Х) пластины диаметром 32 мм и толщиной 0,15 мм и ПЭ из керамики ЦТС-19 диаметром 23 мм и толщиной 0,2 мм. Преобразователь подключался к генератору электрических колебаний Г3-106. С помощью шумомера фирмы RFT измерялась его АЧХ по звуковому давлению.

ЭАП с резонатором Гельмгольца цилиндрической формы

На корпусе ЗП-19 закреплялся полый цилиндр длиной 30 мм, изготовленный из бронзы толщиной 0,2 мм. Внутри цилиндра устанавливалась перегородка с отверстием диаметром 4 мм, положение которой внутри цилиндра изменялось, варьируя объём резонатора. Конструкция преобразователя и его АЧХ показаны на рисунке 2. На рисунке 2б видно, что применение резонатора Гельмгольца повысило уровень звукового давления на 15–40 дБ и расширило полосу рабочих частот.

ЭАП с четвертьволновым резонатором

В этом случае на корпусе ЗП-19 был закреплён полый цилиндр длиной 37 мм, изготовленный из бронзы толщиной 0,2 мм. Конструкция преобразователя с четвертьволновым резонатором и его АЧХ показаны на рисунке 3. Как видно из рисунка 3б, применение четвертьволнового резонатора повысило уровень звукового давления на 15–50 дБ и расширило полосу рабочих частот.

ЭАП с конусообразным резонатором

На корпусе ЗП-19 был закреплён полый усечённый конус длиной 37 мм,



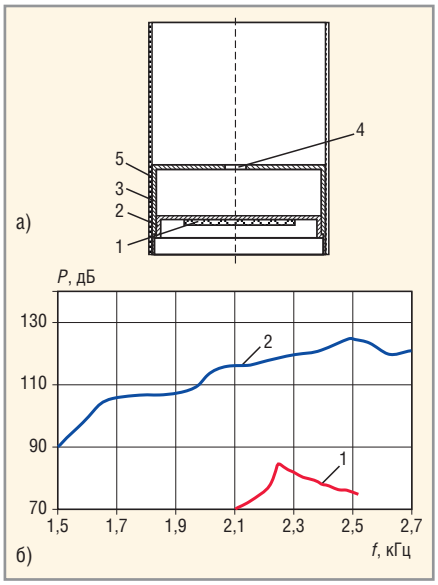


Рис. 5. ЭАП с резонатором Гельмгольца и с четвертьволновым резонатором

а) конструкция: 1 – ПЭ; 2 – металлическая пластина; 3 – корпус; 4 – отверстие; 5 – цилиндр; б) АЧХ: 1 – без резонаторов; 2 – с резонаторами

изготовленный из бронзы толщиной 0,2 мм. Конструкция преобразователя с конусообразным резонатором и его АЧХ показаны на рисунке 4. Видно, что применение конусообразного резонатора привело к росту уровня звукового давления на 15–40 дБ и расширило полосу рабочих частот (см. рис. 4б).

ЭАП с резонатором Гельмгольца и с четвертьволновым резонатором

Одна из возможных конструкций ЭАП с четвертьволновым резонатором и резонатором Гельмгольца и его АЧХ показаны на рисунке 5. В этом случае применение объёмных резонаторов позволило увеличить уровень звукового давления на 35–50 дБ и расширить полосу рабочих частот (см. рис. 5б).

Приведённые в статье результаты могут быть использованы при конструировании пьезоэлектрических электроакустических преобразователей различного назначения.

Литература

1. *Sharapov V.* Piezoceramic sensors. Springer Verlag. Heidelberg, Dordrecht, London, New York. 2011.
2. *Шарапов В.М., Мусиенко М.П., Шарапова Е.В.* Пьезоэлектрические датчики. Техносфера. 2006.
3. *Sharapov V., Sotula Zb., Kunitskaya L.* Piezoelectric Electroacoustic Transducers. – Springer Verlag. Heidelberg, Dordrecht, London, New York. 2013.
4. *Шарапов В.М., Минаев И.Г., Сотула Ж.В., Куницкая Л.Г.* Электроакустические преобразователи. Техносфера. 2013.
5. *Шарапов В.М., Минаев И.Г., Сотула Ж.В., Базило К.В., Куницкая Л.Г.* Пьезокерамические трансформаторы и датчики. Черкассы: Вертикаль. 2010.
6. *Евтютов А.П., Колесников А.Е., Корепин Е.А.* и др. Справочник по гидроакустике. Судостроение. 1988.
7. *Домаркас В.И.,* Кажис Р.-Й.Ю. Контрольно-измерительные пьезоэлектрические преобразователи. Лиентис, Вильнюс. 1975.
8. Ультразвуковые пьезопреобразователи для неразрушающего контроля. Под редакцией И.Н. Ермолова. Машиностроение. 1986.
9. www.ipfran.ru.
10. *Шарапов В.М., Сотула Ж.В., Куницкая Л.Г., Ткаченко А.С.* Изменение параметров пьезокерамических преобразователей с помощью добавочных элементов. Современная электроника. № 3. 2013. С. 56–57.
11. *Шарапов В.М., Сотула Ж.В.* Пьезоэлектрические преобразователи. Новые технологии проектирования. Электроника: НТБ. № 5. 2012. С. 96–102.
12. www.bluesmobil.com.
13. Фурдуев В.В. Электроакустика. ОГИЗ. 1948.



Новости мира News of the World Новости мира

Новый векторный генератор сигналов высшего класса SMW200A

Компания Rohde & Schwarz анонсирует новый векторный генератор сигналов высшего класса SMW200A. Современные тенденции развития беспроводной связи предъявляют требования к расширению полосы частот передаваемого сигнала и повышению сложности тестовых сценариев (MIMO высшего порядка, многостандартных применений, разработки новых стандартов связи). Генератор SMW200A разработан в соответствии с новыми требованиями для замены зарекомендовавшего себя генератора SMU200A. Благодаря своим высококлассным ВЧ-характеристикам и параметрам IQ-модулятора, кроме генерации сигналов беспроводной связи, SMW200A также адресован для рынка аэрокосмических и оборонных технологий и исследовательских целей.

Особенности генератора SMW200A:

- 1 или 2 ВЧ-выхода с диапазоном частот от 100 кГц до 3 или 6 ГГц каждый;
- полоса частот IQ-генератора в базе 120 МГц (опционально 160 МГц), полоса частот IQ-модулятора до 2 ГГц при модуляции от внешнего генератора;
- память ARB-генератора в базе 64 млн отсчётов (опционально до 512 млн или 1 млрд отсчётов);
- минимальные среди генераторов неравномерность АЧХ IQ-модулятора (менее 0,05 дБ в полосе 160 МГц) и собственный EVM (менее –49 дБ для WLAN IEEE 802.11ac с полосой 160 МГц);
- поддержка всех основных стандартов беспроводной связи (в том числе LTE Advanced и WLAN 802.11ac);
- поддержка MIMO высшего порядка, в том числе 3×3, 4×4 и 8×2 (тестирование MIMO систем 2×4 или 4×4 обеспечивается при подключении к SMW200A двух внешних генераторов SGS100A);
- опционально интегрированные имитаторы замираний (до 8 модулирующих генераторов,16 каналов прохождения сигнала и 20 трактов замирания в каждом канале);
- высокая выходная мощность без дополнительных опций (не менее 18 дБм до 6 ГГц);



- уровень фазовых шумов –139 дБн/Гц (тип.) на несущей 1 ГГц при отстройке 20 кГц;
- высокая скорость переключения частоты (<1,2 мс) и уровня (<1 мс).

Предусмотрены дополнительные опции высококачественного импульсного модулятора (отношение сигнал/пауза более 80 дБ, время нарастания менее 10 нс), импульсного генератора и многофункционального генератора. Интуитивно понятное управление при помощи сенсорного дисплея, назначаемых клавиш и предустановленных настроек тестовых сигналов.

Функция SCPI Recorder, позволяющая автоматически генерировать программный код для последующего дистанционного управления прибором.

www.arttool.ru



Обзор технологий проектирования печатных плат Cadence Allegro PCB Designer

Анатолий Сергеев (Москва)

При создании печатных плат для современной аппаратуры инженерам необходимы соответствующие технологии проектирования, которые будут отвечать технологическим и методологическим требованиям. Статья рассказывает о некоторых важнейших функциях пакета программ Cadence Allegro PCB Designer, которые позволяют ускорить процесс проектирования и повысить качество готовых изделий.

Введение

Развитие электроники определяется ростом производительности и функциональности полупроводниковых технологий. Новые устройства становятся всё более сложными, и важными факторами их разработки являются конфигурации выводов компонентов, шаг между ними и плотность компоновки. Кроме того, новые устройства используют современные интерфейсы, в том числе DDR3, DDR4, PCI Express Gen3, USB 3.0 и другие, которые требуют новых типов внедрения в печатную плату.

Всё это обуславливает постоянно растущий спрос на новые методы корпусирования, увеличивающие плотность межсоединений на печатной плате. Сегодня для решения этих сложных задач инженерам необходимы современные технологии проектирования систем на уровне печатных плат, которые будут отвечать технологическим и методологическим требованиям.

Планирование соединений и трассировка

Сложные печатные платы с большим количеством электрических и технологических ограничений, высокой плотностью монтажа компонентов и множеством высокоскоростных сигнальных шин данных требуют нового подхода к проектированию. Использование традиционных и устаревших САПР, таких как P-CAD, становится недопустимым, поскольку они не способны обеспечить готовность таких проектов в кратчайшие сроки. На первый план выходят системы, которые активно развиваются и отвечают современным реалиям электронной промышленности.

Пакет программ Cadence Allegro PCB Designer, оснащённый функцией *Interconnect Flow Planner*, позволяет создавать план соединений с последующим преобразованием в готовую трассировку. Данный механизм планирования и трассировки даёт возможность инженеру прокладывать большие массивы сигналов в виде специальных объектов – сигнальных жгутов, что позволяет значительно упростить проектирование и снизить время на разработку (см. рис. 1).

Инженер видит на экране не сотни и тысячи пересекающихся линий электрических связей, а план прокладки больших массивов этих связей. Такой подход в несколько раз повышает эффективность работы, поскольку существует возможность прокладывать сигнальные жгуты между слоями, планировать размещение переходных отверстий, избегать пересечения жгутов друг с другом, вести сигналы по кратчайшему пути и т.д. Для каждого жгута можно задать свой набор свойств, обеспечить его трассировку с оптимальными временны́ми задержками передаваемых сигналов, копировать планы трассировки между разными проектами. Программа *Allegro PCB Editor* «подскажет» разработчику наилучшие пути прокладки жгутов, а затем с помощью уникальных алгоритмов преобразует получившийся план в готовую топологию.

Ускорение проектирования времязависимых цепей

Всё более широкое применение высокоскоростных цифровых интерфейсов, таких как DDR3, DDR4, PCI Express и USB 3.0, накладывает целый ряд ограничений, которые должны быть учтены при проектировании печатной платы.

Пакет Allegro PCB Designer с опцией *High-Speed* помогает быстро и эффективно достичь соответствия требованиям современных интерфейсов. Данная функция расширяет набор контролируемых электрических ограничений, с помощью которых инженер может в кратчайшие сроки добиться наилучшей целостности сигналов и обеспечить их точные временны́е характеристики. Также вместе с функцией *High-Speed* в пакете Allegro PCB Designer становятся доступ-

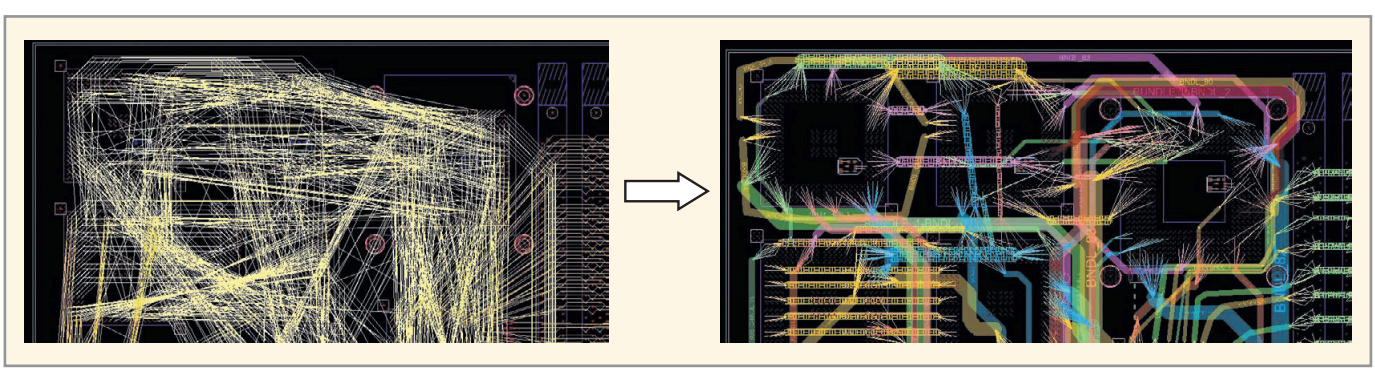


Рис. 1. Технология планирования соединений на плате *Allegro Interconnect Flow Planner* позволяет уменьшить число слоев и значительно сократить длительность цикла

ны мощные инструменты управления времязависимыми цепями, такие как *Auto-interactive Delay Tuning*, *Auto-Interactive Phase Tuning*, *Auto-Interactive Convert Corner*, *Timing Vision* и т.д. Остановимся на некоторых из них более подробно.

Инструмент *Auto-interactive Delay Tuning* (AiDT) даёт возможность пользователям быстро подстраивать длину выбранного набора цепей сигналов на плате, например, байтового тракта или всего интерфейса. Этот инструмент радикально – с нескольких часов до нескольких минут – снижает время подстройки временны́х задержек в большом массиве сигналов (см. рис. 2). Пользователю достаточно обвести рамкой требуемый набор сигналов, и в соответствии с параметрами, указанными в *Constraint Manager*, произойдёт автоматическая подстройка длины трасс.

Инструмент *Auto-Interactive Phase Tuning* (AiPT) даёт возможность в считанные минуты обеспечить оптимальную динамическую фазу для дифференциальной пары (см. рис. 3). Под динамической фазой подразумевается обеспечение равенства длины проводников с учётом их изгибов на разных участках прокладки от источника до приёмника сигнала. Благодаря этому инструменту значительно сокращается время на выравнивание длин проводников в дифференциальной паре.

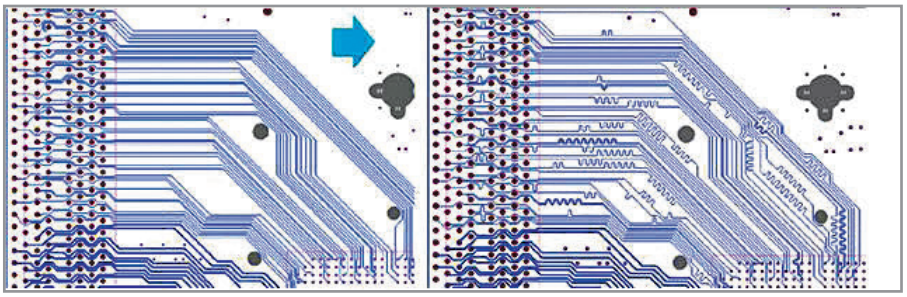


Рис. 2. Автоматическая подстройка длины проводников до и после применения нового инструмента *Auto-interactive Delay Tuning*

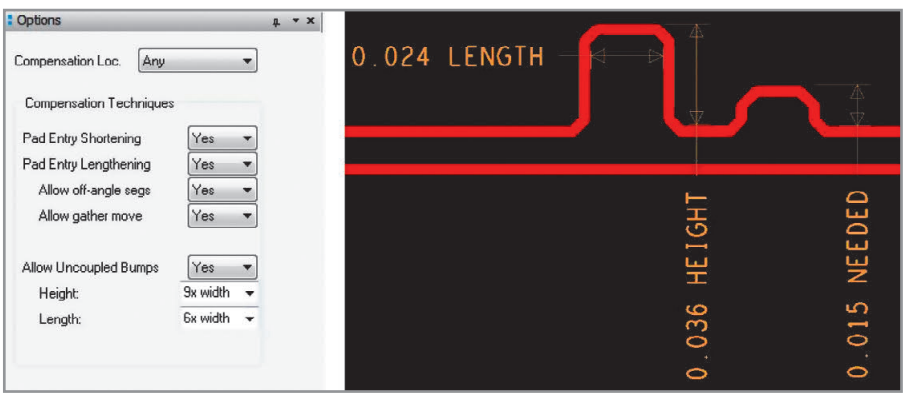


Рис. 3. Инструмент *Auto-Interactive Phase Tuning* для автоматической подстройки динамической фазы в дифференциальной паре

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

Техническая поддержка Обучение Дизайн-проекты

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

cadence

оркада
CADENCE CHANNEL PARTNER

Реклама

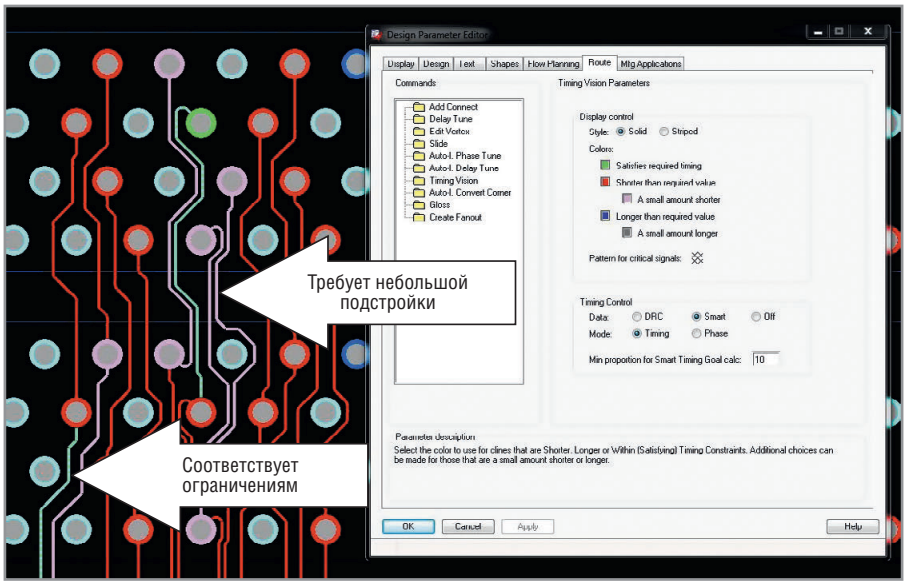


Рис. 4. Инструмент *Timing Vision* для визуального контроля длины трасс с учётом временно́й зависимости сигналов

Пользователь должен осуществлять непрерывный контроль за времязависимыми цепями на плате. Специально разработанная и встроенная в Allegro PCB Editor среда визуального контроля *Timing Vision* позволяет быстрее находить на печатной плате трассы, не соответствующие временны́м ограничениям. Данный инструмент снабжён средствами цветовой индикации, возможностью выбора специального узора для трасс и специальными всплывающими подсказками. В зависимости от заданных временны́х ограничений в *Constraint Manager*, трассы на плате будут подсвечены разным цветом, который выбирается в настройках (см. рис. 4).

Проектирование с учётом технологий производства

Пакет программ Allegro PCB Editor поддерживает технологии проектирования с учётом тестопригодности (DFT), с учётом возможности изготовления (DFF) и с учётом технологичности сборки (DFA). Наряду с электрическими ограничениями эти важнейшие ограничения проверяются на этапе разработки топологии. Пользователи, например, могут выбирать количество тестовых точек и размеры их контактных площадок, определять зоны запрета для размещения тестовых точек и создавать отчёты для проверки степени готовности платы к тестированию.

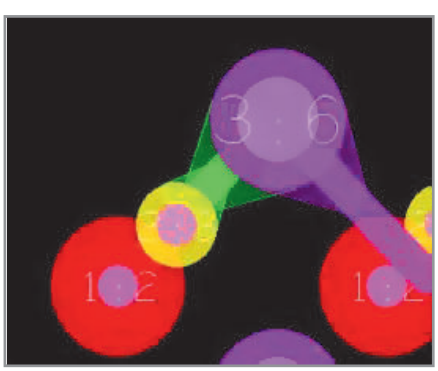


Рис. 5. Динамическое сопряжение контактных площадок и проводников при интерактивной трассировке значительно экономит время на этапе подготовки проекта к производству

В пакет Allegro PCB Editor включена специальная функция контроля правил DFA в режиме реального времени. С её помощью можно визуально отслеживать на плате любые нарушения, связанные с зазорами между компонентами. При опасном сближении компонентов программа автоматически выдаст предупреждение и «остановит» пользователя перед возможным нарушением правил.

Передача данных на производство

Пакет Allegro PCB Designer может генерировать полный набор файлов для производства и тестирования печатной платы, включая Gerber 274x, NC Drill, NC Route и т.д. Важно, что система Cadence поддерживает промышленную тенденцию перехода к «безгерберной» технологии производства с помощью нового универсального формата IPC-2581. Особенность данного формата заключается в том, что все данные, необходимые для производства, сборки, сверления, фрезеровки и тестирования платы, хранятся в одном унифицированном файле. Пользователи могут выбирать данные для файла IPC-2581 с целью защиты своей интеллектуальной собственности. Программа Allegro PCB Editor позволяет просматривать файл IPC-2581 посредством импорта.

Управляемый ограничениями маршрут проектирования плат с технологией HDI

При использовании корпусов с шариковыми выводами (BGA) плотностью 1,0...0,8 мм и менее, вплоть до 0,3 мм, применяется технология монтажа с высокой плотностью соединений (high-density interconnect, HDI). Хотя миниатюризация не является главной целью во многих сегментах рынка, использование сложных корпусов BGA требует перехода на трассировку с тремя и более рядами выводов с каждой стороны.

Пакет Allegro PCB Design, оснащённый функцией миниатюризации (*Miniaturization Option*), обеспечивает сквозной маршрут проектирования с контролем полного набора правил и ограничений для различных стилей HDI-проектов – от гибридного наращивания/совмещения до полностью основанных на процессах наращивания, например, ALIVH.

Кроме того, программа Allegro PCB Editor включает автоматические средства использования технологии HDI в проектах для сокращения времени на разработку и последовательного улучшения конструкции (итерактивный метод проектирования) (см. рис. 5).

Поддержка технологии встроенных компонентов

Уменьшение размеров конечного изделия может быть достигнуто различными путями. Один из них состоит в размещении корпусных элементов на внутренних слоях платы. Пакет Allegro PCB Designer, при наличии функции миниатюризации, предлагает управляемую ограничениями технологию трассировки для встроенных компонентов. Она поддерживает как традиционные технологии прямого и непрямого присоединения, так и новейшие технологии двухстороннего подключения для одного компонента, вертикальное расположение компонента и встроенные компоненты для двухсторонней платы. Функция миниатюризации позволяет разработчику создавать углубления

и управлять ими на слоях, выделенных под размещение встроенных компонентов.

Создание аналоговых ВЧ- и СВЧ-плат

Пакет Allegro PCB Designer вместе с функцией проектирования аналоговых радиочастотных цепей *Analog/RF Design* предоставляет среду разработки для смешанных сигналов, – от создания схемы до планирования, с сохранением истории изменений. Это позволяет повысить производительность процесса проектирования радиочастотных изделий, создавать, объединять и дорабатывать аналоговые радиочастотные и микрополосковые схемы совместно с цифровыми и аналоговыми схемами в среде Allegro PCB Designer. Обладая развитыми возможностями планирования и мощными интерфейсами со средствами численного моделирования в радиочастотном диапазоне, эта функция позволяет начинать процесс проектирования радиочастотных схем из Allegro Design Authoring, Allegro PCB Designer или Agilent ADS.

Параллельная коллективная разработка

Для сокращения длительности цикла разработки всё чаще организуются географически разнесённые коллективы разработчиков. Традиционно применяемые при коллективной разработке процедуры ручной проверки и доводки очень длительны и связаны с риском внесения ошибок.

Технология *Allegro PCB Design Partitioning* реализует многопользовательскую параллельную методологию разработки для ускорения процесса и уменьшения времени планирования. С её помощью множество разработчиков могут работать одновременно, имея доступ к общей базе данных. Руководители проекта могут разделять процесс проектирования на ряд задач или областей, для которых будет производиться планирование и редактирование, и поручать их нескольким членам коллектива. Разработки могут разделяться вертикально (секции) с программно задаваемыми границами или горизонтально (слои). В результате каждый разработчик может видеть все секции, процесс создания конструкции в целом и результаты работы коллег. Это помогает значительно уменьшить длительность циклов разработки и ускорить процесс проектирования.

Технология автоматической трассировки печатных плат

Технологии трассировки печатных плат тесно связаны с редактором печатных плат *PCB editor*. Посредством интерфейса трассировщика *PCB Router* вся конструкторская информация и ограничивающие условия автоматически поступают из *PCB Editor*. По окончании трассировки вся информация автоматически передаётся обратно в *PCB Editor*.

Возросшая сложность проектов, высокая плотность размещения компонентов и наличие дополнительных ограничивающих условий для высокоскоростных схем затрудняют процесс ручной трассировки. Для решения задач трассировки сложных соединений требуется мощная автоматизированная технология. Надёжный и испытанный в производстве автоматический трассировщик имеет режим пакетной трассировки с расширенным управлением стратегией трассировки и встроенными стратегиями трассировки.

Автоматическая трассировка с учётом правил DFM

Средство оптимизации для производства (DFM, *Design For Manufacturing*), входящее в трассировщик *Allegro PCB Router*, значительно уменьшает объём брака при изготовлении плат. Его алгоритмы обеспечивают автоматическое разнесение проводников с использованием всего имеющегося свободного места. Оптимизация повышает технологичность посредством перемещения проводников для дополнительного увеличения зазоров между проводниками и выводами, между проводниками и контактными SMD-площадками и высвобождает место для проводящих полигонов. Пользователи могут корректировать допуски, установленные по умолчанию.

Во время трассировки могут быть заданы свободные углы и контрольные точки. Алгоритмы *DFM* автоматически делают оптимальные отступы, начиная с наибольших, и уменьшают их в доступных пределах. Средство создания контрольных точек автоматически вставляет на плате тестовые переходные отверстия или контактные площадки. Контрольные точки в виде тестовых переходных отверстий могут располагаться как на верхней, так и на обратной стороне платы, что позволяет использовать односторонние или двухсторонние тестеры.

У разработчиков есть возможность выбора методологии вставки контрольных точек, соответствующей их производственным требованиям. Контрольные точки можно зафиксировать для сохранения тестовой оснастки. Ограничивающие условия для контрольных точек включают в себя форму поверхности тестовых зондов, размеры переходных отверстий, сеток и минимальные расстояния между центрами отверстий.

Управляемая ограничениями автоматическая трассировка для быстродействующих плат

Высокоскоростные ограничивающие условия и алгоритмы трассировки используют дифференциальные пары, сетевое планирование, временны́е параметры сигналов, уровень перекрёстных помех, трассировку набора слоёв и специальные требования к геометрии, предъявляемые к современным высокоскоростным цепям. Алгоритмы автоматической трассировки аккуратно выполняют трассировку с использованием переходных отверстий и вблизи них, а также автоматически поддерживают соответствие заданным временны́м или пространственным критериям.

Автоматическое сетевое планирование применяется для уменьшения уровня шума в цепях, чувствительных к помехам. К различным областям платы можно применять свои правила проектирования, например, задавать правило максимально плотного размещения в области проводников и менее строгие правила на остальной части платы.

Заключение

Разработка современной электроники должна быть обеспечена адекватными программными и аппаратными средствами проектирования. Пакет программ Allegro PCB Designer – это мощный инструмент в руках профессионала, занимающегося разработкой быстродействующих устройств высокой сложности. Последнее обновление – Update Release № 2, вышедшее в марте этого года, содержит большое число новых инструментов, которые были упомянуты в данной статье.

Средства VHDL для функциональной верификации цифровых систем
Методология OS-VVM

Николай Авдеев, Пётр Бибило (г. Минск, Беларусь)

С помощью методологии OS-VVM демонстрируются возможности псевдослучайной генерации тестов и функционального покрытия при верификации цифровых систем.

Предлагаемая статья продолжает тематику функциональной верификации исходных VHDL-описаний цифровых систем [1]. Функциональная верификация в данном случае интерпретируется как проверка соответствия VHDL-описания проекта цифровой системы заданным требованиям. Для такой верификации предложена [2] методология OS-VVM (Open Source VHDL Verification Methodology), ориентированная на создание сложных тестирующих программ, а именно, позволяющая реализовать настраиваемую генерацию псевдослучайных тестов и функциональное покрытие.

В отличие от проблемно-ориентированных или прямых тестов [3, с. 463], настраиваемая генерация псевдослучайных тестов позволяет обнаруживать случайные ошибки в проектах. Функциональное покрытие (functional coverage) предназначено для измерения того, какая часть функций проекта была проверена во время выполнения моделирования [4, с. 323]. В методологии OS-VVM функциональное покрытие осуществляется сбором значений переменных и сигналов VHDL-проекта при выполнении моделирования. Методология OS-VVM основана на VHDL-пакетах *CoveragePkg* и *RandomPkg* стандарта VHDL 2008 [5].

Ниже на примерах иллюстрируется применение средств VHDL-пакетов *CoveragePkg* и *RandomPkg*. Предполагается, что читатели знакомы с основами языка VHDL и со статьёй [1], в которой описан тип *protected* (защищённый), широко используемый в указанных пакетах VHDL.

Традиционный подход

Рассмотрим генерацию псевдослучайных тестовых векторов на примере тестирования простейшего VHDL-проекта цифровой системы – умножителя *mult*.

```
library ieee;
use ieee.std_logic_1164.all;
use ieee.numeric_std.all;
entity mult is
port (a, b : in
  std_logic_vector (4 downto 1);
     d : out
  std_logic_vector (8 downto 1));
end mult;
architecture func of mult is
signal e : integer range 0 to 225;
begin
p0 : process(a, b)
  variable a_int, b_int :
   integer range 0 to 15;
 begin
  a_int := to_integer(unsigned(a));
  b_int := to_integer(unsigned(b));
  e <= a_int * b_int;
end process;
d <= std_logic_vector(to_unsigned(e,8));
end func;
```

Этот VHDL-проект задаёт описание компонента, предназначенного для перемножения целых положительных чисел *a* и *b*, заданных 4-разрядными двоичными векторами. Выходные сигналы устройства – это 8-разрядные двоичные векторы, представляющие числа из диапазона [0, 225], который обусловлен тем, что числа *a*, *b* принимают значения из диапазона [0, 15].

Умножитель описан на алгоритмическом уровне: с помощью функции *to_integer* пакета *numeric_std* осуществляется переход к численным значениям входных векторов, затем полученные числа перемножаются, после чего осуществляется преобразование произведения (числа *e*) в выходной вектор *d*.

Целью функциональной верификации блока умножителя является генерация и подача на его входы всех возможных пар псевдослучайных значений для *a* и *b*. При этом будет осуществляться проверка, все ли значения *a* и *b* перебраны и все ли различные пары *a* и *b* поданы на вход умножителя. Таких пар будет 256, поскольку *a* и *b* принимают значения из диапазона [0, 15]. Процесс генерации пар чисел *a* и *b* должен выполняться до достижения заданной цели.

По сути, такая цель верификации (тестирования) называется *функциональным покрытием*, которое осуществляется подсчётом значений переменных проекта по заранее определённым корзинам (bins) – диапазонам значений, имеющих специальное назначение в проекте. Для корзин, использующих только одну переменную, создаётся структура данных, которую называют точкой покрытия (coverage point). В нашем примере точка покрытия для числа *a* включает 16 корзин.

По корзинам перекрёстного покрытия (cross coverage) распределяются пары (тройки и т.д.) значений двух либо нескольких переменных. Для корзин, использующих две и более переменных, создаётся структура данных, называемая точкой перекрёстного покрытия. В нашем примере точка перекрёстного покрытия пары чисел *a* и *b* включает 256 корзин.

Напишем соответствующую тестирующую программу (см. листинг 1), используя традиционные средства VHDL – генератор псевдослучайных чисел, базирующийся на процедуре *uniform* пакета *math_real* VHDL-библиотеки IEEE.

Важное место в тестирующей программе *testbench* занимает подготовка псевдослучайных тестовых воздействий, подаваемых на вход компонента *mult*, т.е. тестовых векторов *a*, *b*. В строках 21–24 листинга 1 декларируются переменные для задания начальных значений генераторов чисел *a*, *b*. В процессе *RandomGenProc1* выполняются две процедуры (строки 30, 33) *ieee.math_real.uniform* (т.е. процедуры *uniform* из пакета *math_real* библиотеки IEEE) для генерации двух псевдослучайных вещественных чисел *RndValA*, *RndValB* из диапазона (0.0, 1.0) (не

включая граничные значения 0.0 и 1.0). Далее будем говорить о числах *a*, *b*.

Для генерации числа *a* процедуре *uniform* требуется задать начальные значения, например *SeedA1*, *SeedA2*; результатом выполнения процедуры будет псевдослучайное число *RndValA* и новые значения *SeedA1*, *SeedA2*. В строке 31 переменная *RndValA* умножается на 16.0, и с помощью функции *ieee.math_real.trunc* производится округление результата вниз до ближайшего целого (отбрасывание дробной части). Затем выполняется преобразование вещественного числа в целое число *RndA*, чтобы в итоге получить целые числа из диапазона [0, 15]. В строке 32 значение *RndA* с помощью функции *to_unsigned* пакета *numeric_std* преобразуется в вектор с требуемым числом разрядов (4), который назначается сигналу *a*, подаваемому на вход тестируемого компонента *mult*.

Аналогичным образом, в строках 33–35 всё повторяется для получения второго псевдослучайного числа *b*. Такие пары псевдослучайных чисел *a*, *b* генерируются в цикле *while* до тех пор, пока не будут получены все пары *a*, *b*. Поскольку неизвестно заранее, сколько циклов генерации псевдослучайных чисел потребуется для перебора всех возможных пар, в строке 43 задано большое число (1 000 000) итераций цикла по переменной *i*, чтобы цикл *MainCovLoop* не стал бесконечным. При выполнении условия *i* = 1 000 000 происходит выход из цикла *MainCovLoop* по команде *exit*.

Поясним операторы, предназначенные для проверки того, что все возможные пары *a*, *b* сгенерированы и подаются на вход *mult*. Для этого необходимо собирать статистику поданных значений чисел *a*, *b*. В строке 13 декларируются переменные *CovA* и *CovB*, представляющие собой массивы из 16 нулевых элементов. Каждый элемент массивов представляет собой корзину для одного определённого значения числа *a* или *b* соответственно. Значение элемента массива *CovA* будет соответствовать числу выпадений значения числа *a*, равного номеру элемента. Например, число выпадений значения *a* = 5 будет храниться в элементе 5 массива *CovA*, и если значение 5 выпадет 12 раз, то *CovA(5)* = 12. Переменные *CovA*, *CovB* имеют тип *integer_vector*, который введён стандартом VHDL 2008.

Перекрёстное покрытие. В строке 14 декларируется переменная *CovCrossAB*, предназначенная для хране-

Листинг 1. Тестирующая программа, использующая традиционные средства VHDL

```
1 library ieee; use ieee.std_logic_1164.all;
2 use ieee.math_real.all; use ieee.numeric_std.all;
3 entity testbench is
4 end;
5 architecture tb1 of testbench is
6  component mult
7   port (a, b : in std_logic_vector (4 downto 1);
8      d  : out std_logic_vector (8 downto 1));
9  end component;
10 signal a, b : std_logic_vector (4 downto 1);
11 signal d  : std_logic_vector (8 downto 1);
12 -- создание массивов (корзин) для a, b и пар (a,b)
13 shared variable CovA, CovB :
        integer_vector (0 to 15) := (others => 0);
14 shared variable CovCrossAB :
        integer_vector (0 to 255) := (others => 0);
15 begin
16 DUV : mult port map (a => a, b => b, d => d);
17 RandomGenProc1 : process
18  variable RndValA, RndValB : real;
19  variable RndA, RndB    : integer;
20 -- Начальные значения генератора
21 variable SeedA1          : positive := 7;
22 variable SeedA2          : positive := 1;
23 variable SeedB1          : positive := 4;
24 variable SeedB2          : positive := 2;
25 variable i, a_i, b_i       : natural := 0;
26 variable CovACovered, CovBCovered : boolean := false;
27 variable CovCrossABCovered    : boolean := false;
28 begin
29 MainCovLoop : while not CovCrossABCovered loop
30  uniform(SeedA1, SeedA2, RndValA);   -- генерация a
31  RndA := integer(trunc(RndValA*16.0));
32  a <= std_logic_vector(to_unsigned(RndA, 4));
33  uniform(SeedB1, SeedB2, RndValB);   -- генерация b
34  RndB := integer(trunc(RndValB*16.0));
35  b <= std_logic_vector(to_unsigned(RndB, 4));
36  wait for 10 ns;
37  a_i := to_integer(unsigned(a));
38  b_i := to_integer(unsigned(b));
39  CovA(a_i) := CovA(a_i) + 1 ;
40  CovB(b_i) := CovB(b_i) + 1 ;
41  CovCrossAB(b_i*16+a_i) := CovCrossAB(b_i*16+a_i) + 1;
42  i := i+1;
43  if i = 1000000 then exit; end if;
44  CovACovered := true;
45  for j in 0 to 15 loop     -- проверка покрытия a
46   if CovA(j)=0 then CovACovered := false; end if;
47  end loop;
48  CovBCovered := true;
49  for j in 0 to 15 loop     -- проверка покрытия b
50   if CovB(j)=0 then CovBCovered := false; end if;
51  end loop;
52  CovCrossABCovered := true;
53  for j in 0 to 255 loop  -- проверка покрытия пар a,b
54   if CovCrossAB(j)=0 then CovCrossABCovered := false;
55   end if;
56  end loop;
57 end loop;
58 wait for 10 ns; wait;
59 end process;
60 end architecture tb1;
```

ния числа выпадений значений пар *a*, *b* и представляющая собой массив целых чисел из 256 элементов (для чисел *a* и *b* имеется по 16 значений, таким образом, перекрёстных корзин или пар значений чисел *a*, *b* будет 16×16=256). В таблице 1 показана принятая нумерация перекрёстных корзин для значений *a*, *b* в массиве *CovCrossAB*. Например, число выпадений пары *a*=2, *b*=14 будет храниться в элементе 226 массива *CovCrossAB*.

В строках 39, 40 происходит сбор покрытия значений чисел *a* и *b*, представляющий собой увеличение на единицу значения элемента массива *CovA* и *CovB*, при этом номер элемента массива равен значению числа *a* и *b* соответственно. В строке 41 осуществляется сбор пар значений чисел *a* и *b*, попадающих в соответствующие корзины – элементы массива *CovCrossAB*.

В строках 26, 27 декларируются переменные *CovACovered*, *CovBCovered*, *CovCrossABCovered*, которые являются флагами, обозначающими полное покрытие всех соответствующих корзин *CovA*, *CovB*, *CovCrossAB*. В строках 44–56 выполняются три цикла для проверки полноты покрытия точек *CovA*, *CovB*, *CovCrossAB*. В строке 29 выполняется проверка условия работы цикла *while*, который исполняется до тех пор, пока значение флага *CovCrossABCovered* не станет истинным (*true*), т.е. до покрытия всех пар чисел *a*, *b*.

Анализ временной диаграммы, полученной после выполнения тестирующей программы (листинг 1), показал, что при использовании стандартного генератора случайных чисел с равномерным распределением вероятностей появления чисел, для получения всех 256 пар чисел *a*, *b* требуется 1615 циклов генерации. При этом покрытие корзин для числа *a* достигается за первые 103 цикла, а покрытие корзин для числа *b* – за первые 68 циклов.

Рассмотренный выше пример является иллюстративным. На практике приходится решать задачи функционального покрытия проектов большой размерности. Тестирующие программы усложняются, если у тестируемых компонентов не два, а большее число входных портов. В таких случаях для получения тестовых воздействий требуется генерация не пар, а наборов чисел. Усложняется также VHDL-код для проверки покрытия перекрёстных корзин, особенно, если приходится учитывать разрешённые и запрещённые диапазоны.

Таблица 1. Нумерация перекрёстных корзин в массиве *CovCrossAB*

b \ a	0	1	2	…	14	15
0	0	1	2	…	14	15
1	16	17	18	…	30	31
2	32	33	34	…	46	47
…	…	…	…	…	…	…
14	224	225	226	…	238	239
15	240	241	242	…	254	255

Таким образом, применение традиционных средств VHDL для генерации случайных чисел и функционального покрытия не позволяет унифицировать написание тестирующих программ, т.к. для каждого проекта необходимо определять и использовать новые типы данных и писать сложный код, что требует большого опыта программирования на VHDL. Поэтому целесообразно использовать уже разработанные средства, предлагаемые методологией OS-VVM.

Написание программы с использованием пакетов CoveragePkg, RandomPkg

Методология OS-VVM базируется на использовании средств VHDL-пакетов *RandomPkg*, *CoveragePkg*, предназначенных для эффективного решения следующих задач функциональной верификации:

- генерация псевдослучайных чисел, подчиняющихся различным законам распределения вероятностей их появления, например, нормальному закону с заданными параметрами;
- генерация псевдослучайных чисел, представленных различными типами данных – *real*, *integer*, *unsigned*, *signed*, *std_logic_vector*;
- исключение некоторых значений (из определённых диапазонов) при генерации псевдослучайных чисел;
- организация перебора всех значений каждого из генерируемых чисел;
- организация перебора всех пар (троек и т.д.) значений генерируемых чисел.

Рассмотрим программу (см. листинг 2), которая написана с использованием средств пакетов *RandomPkg*, *CoveragePkg*. Эта программа является более компактной, позволяет решать те же задачи тестирования, что и программа из листинга 1, и выдаёт те же результаты моделирования.

В листинге 2 жирным шрифтом выделены строки, позволяющие осуществлять генерацию псевдослучайных чисел *a*, *b* средствами пакета *RandomPkg*. Для каждого генератора чисел *a*, *b* в строке 13 декларируется своя переменная *RndA*, *RndB* защищённого типа *RandomPType*. Затем требуется задать начальные значения для каждого генератора, чтобы они выдавали разные последовательности псевдослучайных чисел. Для этого в строках 28, 29 вызывается метод *InitSeed* с такими же начальными значениями аргументов, как в листинге 1, после чего можно использовать генераторы. В строках 31, 32 вызывается метод *RandSlv*(0, 15, 4), который возвращает 4-разрядный вектор типа *std_logic_vector*, псевдослучайное значение которого лежит в диапазоне [0, 15]. Таким образом, использование защищённого типа *RandomPType* и его методов существенно упрощает написание кода и работу с генератором псевдослучайных чисел по сравнению со стандартным подходом (листинг 1), т.к. не требуются дополнительные переменные *SeedA1*, *SeedA2*, *SeedB1*, *SeedB2*.

Теперь рассмотрим средства пакета *CoveragePkg*, позволяющие проводить функциональное покрытие. Основным объектом при покрытии являются корзины. В пакете декларируется защищённый тип *CovBinBaseType* и множество методов, позволяющих выполнять различные операции над корзинами. Как уже говорилось выше, под корзиной понимается «место», где хранится число попаданий значений переменной в определённый диапазон при выполнении моделирования. Строго говоря, в пакете *CoveragePkg* для корзины определён тип данных *CovBinBaseType*, а именно, тип *record* (запись). Поля этой записи задают:

- *BinVal* – массив, включающий минимальное и максимальное значения интервала собираемых корзиной значений;
- *Count* – текущее (при моделировании) число попаданий в корзину значений из заданного диапазона;
- *AtLeast* – цель покрытия задаёт число попаданий, при котором корзина будет считаться покрытой;
- *Weight* – вес – это целое (не равное нулю) положительное число, по которому вычисляется вероятность выбора корзины при использовании метода *RandCovPoint*;
- *Action* – действие (корзина может быть запрещённой, игнорируемой или рабочей); для рабочей корзины считается число попаданий.

Для сбора покрытия значений чисел *a*, *b* и пар <*a*, *b*> в листинге 2 используются общие переменные *CovA*, *CovB*, *CovCrossAB* защищённого типа *CovP-*

Type, которые декларируются в строке 14. В строках 24–26 для каждой переменной создаются корзины с помощью функции *GenBin*(0, 15), которые посредством вызова метода *AddBins* добавляются в соответствующую переменную. Параметры 0, 15 функции *GenBin* задают интервал собираемых значений. Всего создаётся 16 корзин – для каждого значения числа (от 0 до 15). По умолчанию, значение поля *AtLeast* принимается равным 1. Это означает, что в результате моделирования хотя бы одно значение должно попасть в каждую корзину, чтобы точка покрытия считалась проверенной (покрытой). Для создания перекрёстных корзин в строке 26 используется метод *AddCross*. Следует отметить, что методы *AddBins*, *AddCross* и функция *GenBin* являются перегруженными и позволяют создавать корзины с различными значениями параметров корзин (*BinVal*, *AtLeast*, *Weight*, *Action*).

В строках 34–36 листинга 2 для сбора значений чисел используется перегруженный метод *ICover*, который увеличивает текущее число попаданий *Count* значения числа в соответствующей корзине. Если, например, при моделировании число *a* = 5 повторится 17 раз, то число попаданий в корзину, собирающей числа 5, будет равно *Count* = 17. Заметим, что в листинге 1 элементы массива целых чисел *CovA* эквивалентны полю *Count* в записи *CovBinBaseType*.

В строках 39–41 с помощью метода *IsCovered* определяются флаги *CovACovered*, *CovBCovered*, *CovCrossABCovered*, которые, как и в предыдущем примере, обозначают, покрыты или нет соответствующие точки покрытия. Метод *IsCovered* возвращает значение *true*, если достигнуто требуемое покрытие всех корзин. Все корзины считаются покрытыми, если для каждой из них число попавших в нее чисел (*Count*) не менее значения цели (*AtLeast*). По умолчанию, для корзин целью является 1, т.е. считается, что корзина заполнена, если в неё попало хотя бы одно число.

В строке 43 с помощью метода *WriteBin* выводятся на консоль отчёты о заполнении корзин соответствующих точек покрытия. Метод *WriteBin* является перегруженным и может выводить отчёт в файл, что можно использовать для статистической обработки данных. Также есть методы *WriteCovDb* и *ReadCovDb*, позволяющие сохранять в файл и читать из файла базу данных точки покрытия. Это даёт возможность собирать суммарное покрытие по разным сеансам моделирования. Фрагмент отчёта о заполнении точки покрытия *CovA* для программы листинга 2, выдаваемый методом *WriteBin*, приведён ниже:

Листинг 2. Использование пакетов *RandomPkg*, *CoveragePkg*

```
1 library ieee; use ieee.std_logic_1164.all;
2 use ieee.numeric_std.all;
3 use work.RandomPkg.all; use work.CoveragePkg.all;
4 entity testbench is
5 end;
6 architecture tb2 of testbench is
7  component mult
8   port (a, b : in std_logic_vector (4 downto 1);
9      d  : out std_logic_vector (8 downto 1));
10 end component;
11 signal a, b : std_logic_vector (4 downto 1);
12 signal d  : std_logic_vector (8 downto 1);
13 shared variable RndA, RndB : RandomPType;
14 shared variable CovA, CovB, CovCrossAB : CovPType;
15 begin
16 DUV : mult port map (a => a, b => b, d => d);
17 RandomGenProc1 : process
18  variable i, a_i, b_i    : natural := 0;
19  variable CovACovered    : boolean := false;
20  variable CovBCovered    : boolean := false;
21  variable CovCrossABCovered : boolean := false;
22 begin
23  -- создание корзин для a, b, (a, b)
24  CovA.AddBins(GenBin(0, 15));
25  CovB.AddBins(GenBin(0, 15));
26  CovCrossAB.AddCross(GenBin(0, 15), GenBin(0, 15));
27  -- инициализация начальных значений генераторов
28  RndA.InitSeed(IV => (7, 1));
29  RndB.InitSeed(IV => (4, 2));
30  MainCovLoop : while not CovCrossABCovered loop
31   a <= RndA.RandSlv(0, 15, 4);
32   b <= RndB.RandSlv(0, 15, 4);
33   wait for 10 ns;
34   a_i := to_integer(unsigned(a)); CovA.ICover(a_i);
35   b_i := to_integer(unsigned(b)); CovB.ICover(b_i);
36   CovCrossAB.ICover((a_i, b_i));
37   i := i+1;
38   if i = 1000000 then exit; end if;
39   CovACovered := CovA.IsCovered;
40   CovBCovered := CovB.IsCovered;
41   CovCrossABCovered := CovCrossAB.IsCovered;
42  end loop;
43  CovA.WriteBin; CovB.WriteBin; CovCrossAB.WriteBin;
44  wait for 10 ns; wait;
45 end process;
46 end architecture tb2;
```

```
WriteBin:
# %% Bin:(0)  Count = 96
# %% Bin:(1)  Count = 110
. . . пропущены строки
# %% Bin:(14)  Count = 95
# %% Bin:(15)  Count = 92
```

В пакете *RandomPkg* для псевдослучайного генератора используется стандартная функция *ieee.math_real.uniform* и в листингах 1 и 2 используются одни и те же начальные значения генераторов, поэтому результаты моделирования обеих программ одинаковы, т.е. покрытие точек *CovA*, *CovB* и *CovCrossAB* достигается за 103, 68 и 1615 циклов генерации чисел соответственно. Недостатком программ в листингах 1 и 2 является избыточность циклов генерации чисел, т.е. для покрытия 256 корзин достаточно 256 циклов

Листинг 3. Программа, выполняющая интеллектуальное покрытие

```
1 library ieee; use ieee.std_logic_1164.all;
2 use ieee.numeric_std.all; use work.CoveragePkg.all;
3 entity testbench is
4 end;
5 architecture tb3 of testbench is
6  component mult
7   port (a, b : in std_logic_vector (4 downto 1);
8      d  : out std_logic_vector (8 downto 1));
9  end component;
10 signal a, b : std_logic_vector (4 downto 1);
11 signal d  : std_logic_vector (8 downto 1);
12 shared variable CovA, CovB, CovCrossAB : CovPType;
13 begin
14 DUV : mult port map (a => a, b => b, d => d);
15 RandomGenProc1 : process
16  variable RndA, RndB    : integer;
17  variable i, a_i, b_i    : natural := 0;
18  variable CovACovered    : boolean := false;
19  variable CovBCovered    : boolean := false;
20  variable CovCrossABCovered : boolean := false;
21 begin
22  -- инициализация генератора псевдослучайных чисел
23  CovCrossAB.InitSeed(CovCrossAB'instance_name);
24  -- создание корзин для a, b, (a, b)
25  CovA.AddBins(GenBin(0, 15));
26  CovB.AddBins(GenBin(0, 15));
27  CovCrossAB.AddCross(GenBin(0, 15), GenBin(0, 15));
28  MainCovLoop : while not CovCrossABCovered loop
29   (RndA, RndB) := CovCrossAB.RandCovPoint;
30   a <= std_logic_vector(to_unsigned(RndA, 4));
31   b <= std_logic_vector(to_unsigned(RndB, 4));
32   wait for 10 ns;
33   a_i := to_integer(unsigned(a)); CovA.ICover(a_i);
34   b_i := to_integer(unsigned(b)); CovB.ICover(b_i);
35   CovCrossAB.ICover((a_i, b_i));
36   i := i+1;
37   CovACovered := CovA.IsCovered;
38   CovBCovered := CovB.IsCovered;
39   CovCrossABCovered := CovCrossAB.IsCovered;
40  end loop;
41  CovA.WriteBin; CovB.WriteBin; CovCrossAB.WriteBin;
42  wait for 10 ns; wait;
43 end process;
44 end architecture tb3;
```

(при последовательном переборе), а в приведённых примерах циклов требуется в 6,3 раза больше. Например, пара $a = 10, b = 8$ была сгенерирована 14 раз, а пара $a = 5, b = 1$ – только один раз. В следующем примере будет показано, как решить данную задачу средствами пакета *CoveragePkg*.

Интеллектуальное покрытие

В листинге 3 приведена программа тестирования, выполняющая интеллектуальное покрытие (*intelligent coverage*) [2]. Её выполнение показывает, что для перебора всех пар случайных чисел *a*, *b* требуется ровно 256 итераций цикла генерации. Это достигается использованием метода *RandCovPoint* (строка 29), который возвращает псевдослучайно выбранное значение типа *integer_vector* (в данном примере массив из пары чисел) из псевдослучайно выбранной корзины. При этом для псевдослучайного генератора значений используются только те корзины, которые не достигли заданного процента от цели покрытия *AtLeast* (по умолчанию, 100%). Покрытие всех значений числа *a* достигается за первые 52 цикла, покрытие всех значений числа *b* – за первые 38 циклов.

Отметим, что инициализация начального значения псевдослучайного генератора в точке покрытия *CovCrossAB* выполняется с помощью метода *InitSeed* (строка 23 в листинге 3). Для этого метода аргументом является строка

```
:testbench(tb3): CovCrossAB
```

Эта строка возвращается атрибутом *'instance_name* для переменной CovCrossAB, который указывает путь в дереве иерархии проекта к этой переменной. Такой способ настройки генераторов псевдослучайных чисел позволяет задавать уникальные начальные значения для каждого генератора.

Заметим, что пакет *RandomPkg* и декларируемый в нём защищённый тип *RandomPType* в листинге 3 явно не используются. Но в защищённом типе *CovPType* пакета *CoveragePkg* имеется внутренняя переменная *RV* защищённого типа *RandomPType*, и доступ к ней осуществляется вызовом соответствующих методов.

Заключение

Приведённые примеры только иллюстрируют возможности методологии OS-VVM, не исчерпывая всех возможностей пакетов *CoveragePkg* и *RandomPkg*. Не были рассмотрены, например, способы задания требуемых распределений генерируемых псевдослучайных чисел, что может быть выполнено с помощью пакета *RandomPkg*, который поддерживает генерацию случайных чисел в различных форматах, с различными распределениями и ограничениями.

Литература

1. *Авдеев Н.А., Бибило П.Н.* Средства VHDL для функциональной верификации цифровых систем // Современная электроника. – 2013. – № 3.
2. http://osvvm.org/about-os-vvm.
3. *Хаханов В.И., Хаханова И.В., Литвинова Е.И., Гузь О.А.* Проектирование и верификация цифровых систем на кристаллах. Verilog & SystemVerilog. – Харьков : ХНУРЭ, 2010.
4. *Spear C., Tumbush G.* SystemVerilog for Verification. A Guide to Learning the Testbench Language Features, Springer, 2012.
5. IEEE Standard VHDL Language Reference Manual, IEEE Std 1076-2008.



Нам по пути!

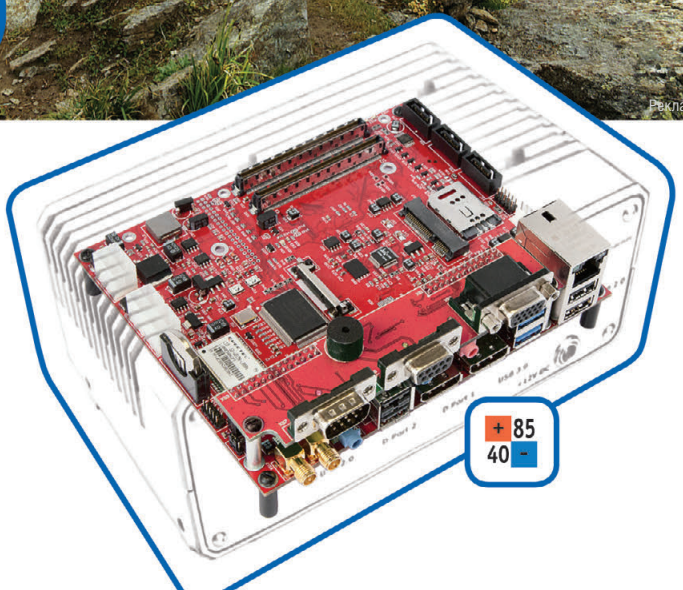
Реклама

Ускорьте проектирование встраиваемой электроники

Как сократить и удешевить
процесс разработки?
Как защитить инвестиции и ноу-хау?

Воспользуйтесь сервисами Дизайн-центра РТСофт:

- Экспертиза проекта и разработка технического задания.
- Разработка и передача КД заказчику.
- Проектирование плат-носителей под модули COM Express и SMARC.
- Поддержка x86, ARM (NVidia, TI, Freescale), PowerPC (QorIQ).
- Разработка BSP и портация ОС Windows, Linux, QNX, LynxOS, VxWorks, RTX и др.
- Поддержка разработки функционального ПО.
- Изготовление макетного и опытного образцов.
- Длительный жизненный цикл продуктов (не менее 7 лет).
- Удобный доступ к инженерной документации (схематехника, образы, драйверы, обновление BIOS, 3D модели и др.).
- Учебные курсы по разработке носителей для COM Express и SMARC.
- Тест-драйв комплектов разработчиков (от ARM до Intel).



Плата-носитель КЕНА

COM Express SMARC

x86, ARM, PowerPC, FPGA

RTSoft
средства и системы автоматизации

kontron
Certified Design Partner

105037, Москва, Никитинская 3, ЗАО «РТСофт». Тел.: (495) 967-1505. Факс: (495) 742-6829. e-mail: rtsoft@rtsoft.ru www.rtsoft.ru

Изобретения Олега Лосева, которые потрясли мир

К 110-летию со дня рождения учёного

Владимир Бартенев (Москва)

«Широкую известность в довоенные годы получили работы О.В. Лосева, которые, в сущности, были предтечей современной твердотельной электроники»

Академик Ж.И. Алфёров, лауреат Нобелевской премии по физике

Введение

Цель этой статьи – не только рассказать о научных исследованиях О.В. Лосева, но и рассмотреть их с современных позиций. Что же характерно для научного наследия О.В. Лосева? Прежде всего, значимость его изобретений в наши дни не только не уменьшилась, но и возросла. Более того, его изобретения приобрели мировое значение и известность. В этом году исполняется 110 лет со дня рождения Олега Владимировича Лосева, поэтому рассказ об отечественном изобретателе и учёном начнём с его биографии.

Олег Владимирович Лосев родился 9 мая 1903 года в Твери. В 1920 г. поступил в Нижегородскую радиолабораторию, с 1929 г. он сотрудник Ленинградского физико-технического института, с 1938 г. – сотрудник Первого медицинского института в Ленинграде. В 1942 г. скончался от истощения в блокадном Ленинграде в возрасте 38 лет.

В этих скупых строках биографии нет главного – его научных достижений. А ведь Лосев в возрасте 19 лет обнаружил у некоторых кристаллических полупроводников (цинкита и других) способность генерировать электрические колебания высокой частоты; на основе этого явления построил полупроводниковый регенеративный, а затем гетеродинный приёмник, получивший широкую известность во всём мире под названием кристадина; в 1927 году обнаружил свечение генерирующего полупроводникового кристалла карборунда («свечение Лосева»); изучил фотоэлектрический эффект в полупроводниках и предложил новый способ изготовления фотоэлементов. Последней его работой, которая проводилась в дни блокады Ленинграда, был прибор для обнаружения металлических предметов в ранах.



Олег Владимирович Лосев

Полупроводниковый генератор, усилитель – кристадин Лосева

Олег Владимирович с раннего детства был увлечён радиолюбительством. На деньги, сэкономленные от школьных завтраков, он оборудовал домашнюю мастерскую. Огромное впечатление на школьника Олега Лосева произвела лекция В.М. Лещинского, бывшего в то время начальником Тверской правительственной радиостанции. Доходчивые и убедительные слова известного специалиста в области радио глубоко запали в душу любознательного мальчика и фактически определили выбор его будущей профессии. Там же, в Твери он познакомился с В.К. Лебединским и М.А. Бонч-Бруевичем – сотрудниками Тверской радиостанции, которые станут его научными наставниками в Нижнем Новгороде.

После окончания школы Олег Лосев едет в Москву и поступает на учёбу в институт, но случайная встреча с В.К. Лебединским на Первом Всероссийском радиотехническом съезде меняет все его планы. Лосев бросает институт и поступает на работу в Нижегородскую радиолабораторию, созданную по декрету В.И. Ленина в 1918 г. Его принимают в лабораторию Владимира Константиновича Лебединского – одного из самых авторитетных российских учёных в области радио в то время. Под непосредственным руководством профессора Лебединского Олег Владимирович очень быстро превращается из лаборанта в пытливого исследователя, ищущего свой путь в науке. Его первая научная статья вышла уже в 1921 году в местном журнале «Радиотехник». В следующем году он публикует статью «Детектор-генератор; детектор-усилитель» в журнале Нижегородской радиолаборатории «Телеграфия и телефония без проводов» (ТиТбп) [1]. В том же году им была подана заявка на выдачу патента «Способ генерирования незатухающих колебаний». Однако патент № 996 по данной заявке был выдан лишь 22.02.1926 г.

Получается, что публикация статьи опередила установление за О.В. Лосевым авторских прав на изобретение приёмника с кристаллическим генератором. Но Лосев спешит рассказать всему миру о своём изобретении. И вот появляются его статьи во Франции, Германии, Англии и в США, которые вызывают восторг у специалистов и радиолюбителей. Редактор парижского журнала Radio Revue, инженер Кине, дал приёмнику Лосева название «кристадин». Похвалы «приёмнику без ламп» и его изобретателю расточаются в изобилии; не забыто и то, что, не получив патент до публикации схем, Лосев подарил своё изобретение радиолюбителям всего мира. Кристадины начинают изготавливать в разных странах, о них публикуется множество статей.

Но так ли бескорыстны зарубежные авторы этих публикаций? Возьмём, к примеру, одну из ранних статей в журнале Radio News (США) за 1924 г. [2]. В ней нет ссылок на статьи О.В. Лосева, опубликованные ранее как в Европе, так и в России. Имеется лишь уведомление следующего содержания: «The diagrams, as well as a good deal of the in-

formation printed in this article, are published in conjunction with Radio Revue of Paris. Arrangements have also been made with the inventor, Mr. O.V. Lossev, to furnish additional information on the Crystodyne principle»[1]. Но самое главное – в другом. Торговая марка «Кристадин» присваивается журналом Radio News, цитирую: «The term «Crystodyne» has been trade-marked by RADIO NEWS in the United States as well as in Europe. Manufacturers and the trade are cautioned not to use it on any merchandise without the consent of RADIO NEWS»[2]. После такого заявления сам Лосев уже не имел права называть своё детище «кристадином» без согласия американцев. Вот такой «положительный отзыв» на своё изобретение Олег Владимирович получил из США в 1924 г.

Возможно, поэтому статья профессора В.К. Лебединского в журнале «Радиолюбитель» под названием «Первое выступление на мировой арене», 1924 г. [3], сопровождаемая обложкой журнала Radio News, завершается фельетоном, в котором весьма едко упоминается невыдача патента Лосеву: «Виданное ли это дело, чтоб русские изобретения в России патенты получали». И далее: «Говорят, человека не нашлось, чтоб мог обычный детектор от генерирующего отличить – вот и не дали патент». Неизвестно, из-за этой статьи с фельетоном или по какой-то другой причине, но профессор В.К. Лебединский в 1924 г. был – с выговором – выведен за штат наркомата почт и телеграфов и был вынужден покинуть радиолабораторию и Нижний Новгород. Не вызывает сомнения, что до 1924 г. все публикации Олега Лосева и заявка на патент обсуждались с В.К. Лебединским. Почему же Олег Владимирович является единственным автором? И даже в зарубежных публикациях, которые он осуществил не без помощи профессора Лебединского, нет ни слова о его учителе.

В дальнейшем стиль учёного-одиночки ещё более укоренился в научных исследованиях Лосева – учеников и последователей он не оставил. И, может быть, по этой причине последняя публикация Лосева, в которой он вплотную подошёл к созданию полупроводникового триода, потерялась во время войны, и не может быть воспроизведена.

К сожалению, не удалось Олегу Владимировичу объяснить физическую сторону явления, которая была положена в основу его изобретения, как и английскому учёному Уильяму Икклзу (W.H. Eccles), который в 1910 году продемонстрировал генерирующие свойства колебательного контура при подключении к нему некоторых типов кристаллических детекторов, находящихся под напряжением. Однако, в отличие от своего предшественника, который объяснял генерирующие свойства дуговыми явлениями, О.В. Лосев своими опытами доказал, что в основе работы кристадина лежат электронные процессы на границе полупроводника и металла. Но, главное, ему впервые удалось применить генерирующие свойства полупроводников в реальной схеме, и можно смело утверждать, что практическая полупроводниковая электроника началась в мире с создания О.В. Лосевым кристадина (см. рис. 1).

Полупроводниковый кристалл карборунда – «свечение Лосева»

В статье, опубликованной в 1923 г., Лосев впервые сообщил о зелёном свечении в контактной точке детектора на основе карбида кремния (карборунда) [4]. Казалось бы, в 1907 г. до него в журнале Electriclal World английский ученый Раунд (H.J. Round) в небольшой заметке описал явление свечения карборундового детектора под воздействием приложенного постоянного напряжения. Почему же это явление вошло в историю физики под названием «свечение Лосева»?

Всё дело в том, что заметка Раунда не оказала никакого влияния на последующее развитие науки о светящихся кристаллах. Лосев же провёл детальное исследование этого явления. Более того, он описал в последующих работах, что в данном явлении имеют место фактически два свечения разного типа при различной полярности напряжения на контакте. Используя современную терминологию, можно сказать, что Лосев исследовал не только инжекционную электролюминесценцию, которая в настоящее время лежит в основе работы светодиодов и полупроводниковых лазеров, но предпробойную

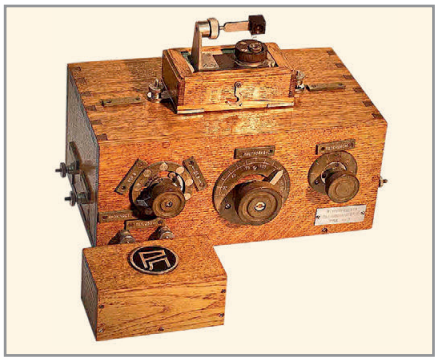


Рис. 1. Кристадин Лосева (Музей Нижегородской радиолаборатории им. Ленина)

электролюминесценцию, которая применяется в оптоэлектронике при создании люминесцентных дисплеев.

Следует подчеркнуть, что именно в исследовании свойств карборунда проявился истинный талант Лосева как экспериментатора. Применяя предложенный им метод шлифов и зондовой микроскопии, перемещая тонкое металлическое острие поперёк шлифа, он показал с точностью до одного микрометра, что предповерхностная часть кристалла имеет сложное строение, и выявил активный слой толщиной несколько микрометров. На основе этих исследований Лосев предположил, что причиной униполярной проводимости являются различные условия движения электронов по обе стороны активного слоя. Совершенствуя эксперимент и доведя число зондов-электродов до трёх и более, он подтвердил своё предположение (см. рис. 2). Фактически, в этом эксперименте Лосев был близок к изобретению трёхэлектродного полупроводникового прибора – транзистора. Судя по найденной недавно рукописной автобиографии Лосева, написанной им в 1939 г. (оригинал хранится в Политехническом музее), «установлено, что с полупроводниками может быть построена трёхэлектродная система, аналогичная триоду, как и триод, дающая характеристики, показывающие отрицательное сопротивление. Эти работы в настоящее время подготавливаются мною к печати».

Комплексный экспериментальный метод позволил Лосеву исследовать вентильный фотоэлектрический эффект в карборунде. В последней из опубликованных им статей в 1940 г. [5] он пишет: «Явление вентильного эффекта в карборунде обратимо: при то-

[1] «Схемы, а также много информации, напечатанной в этой статье, опубликованы в связи с Radio Revue, Париж. Переделки также были сделаны вместе с изобретателем, г-ном О.В. Лосевым, чтобы предоставить дополнительную информацию о принципе кристадина»

[2] «Обозначение "кристадин" было зарегистрировано RADIO NEWS в Соединённых Штатах, а также в Европе. Производители и розничные торговцы предупреждены не использовать его на любом товаре без согласия RADIO NEWS»

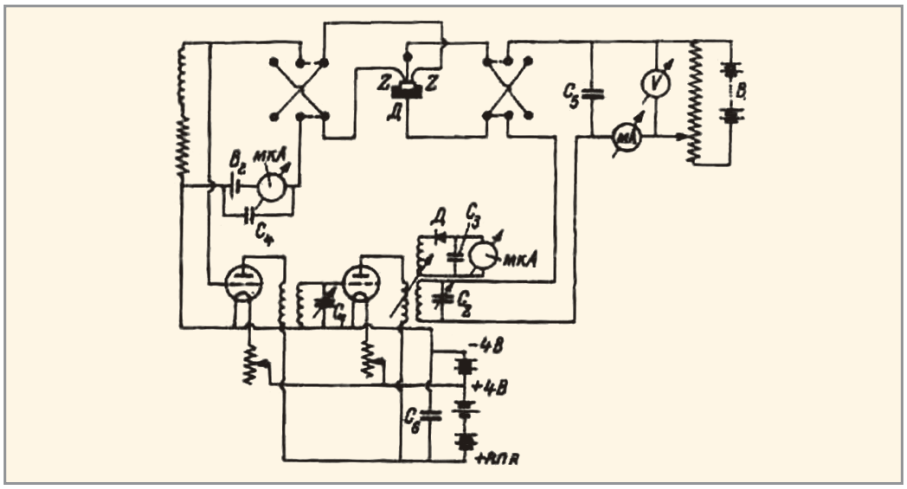


Рис. 2. Электрическая схема комплексного стенда О.В. Лосева (на кристалле карборунда размещены 4 электрода) [7]

ке от внешнего источника напряжения внутри того же самого слоя полупроводника, в котором мог происходить вентильный фотоэффект, происходит довольно интенсивное холодное свечение...». Чтобы выбрать наиболее подходящий материал для изготовления фотоэлементов, Лосев исследовал различные полупроводники и в результате выбрал кремний, который давал наибольшую фоточувствительность.

Великую Отечественную войну О.В. Лосев встретил, работая на кафедре физики Первого Ленинградского медицинского института. Он отказался от эвакуации и не прекратил своей научной деятельности, оказывая помощь фронту. Им были разработаны электростимулятор сердечной деятельности, портативный прибор для обнаружения металлических осколков в ранах, система противопожарной сигнализации. Несмотря на язвенную болезнь желудка и недостаточное питание, Лосев сдавал кровь для раненых. Всё это самым неблагоприятным образом сказалось на его здоровье, и 22 января 1942 года Олег Владимирович Лосев скоропостижно скончался.

Заключение

Жизнь Олега Владимировича Лосева – яркая и трагичная. Она напоминает сверкающий след метеора на небосклоне. В двадцать лет он делает открытия, значимость которых мы начинаем понимать только теперь. В 35 лет ему присуждают учёную степень кандидата физико-математических наук. Его преданность науке не имеет границ. Трагическая смерть в 38 лет от голода в осаждённом Ленинграде вызывает у нас скорбь и сострадание.

Академик А.Ф. Иоффе писал [6]: «О.В. Лосев был талантливым и совершенно оригинальным учёным и изобретателем, шедшим своим путём, иногда предвосхищая развитие техники. Его результаты имеют значение как для радиотехники, так и для многообразных применений полупроводников. Явление падающей характеристики было открыто еще в 1922 г. О.В. Лосевым на контакте стальной проволочки с кристаллом цинкита и некоторых других материалов. Впрочем, и в вопросе о значении P-N границы приоритет принадлежит тому же О.В. Лосеву, который в последние годы своей жизни (1938–1939) изучал видимые на глаз прослойки в кристаллах карборунда с противоположным механизмом проводимости. Таким образом, О.В. Лосев не только подметил выпрямление на границе между P и N карборундом, но и открыл и, по-видимому, правильно объяснил свечение при прохождении тока через границу».

Литература

1. *Лосев О.В.* Детектор-генератор; детектор-усилитель. ТиТбп, № 14, июнь 1924, С. 374–386.
2. The Crystodyne Principle. Radio News, September, 1924, p. 294-295, 431 (http://earlyradiohistory.us/1924cry.htm).
3. *Лебединский В.К.* Первое выступление на мировой арене. Радиолюбитель, № 8, 1924, С.115–116.
4. *Лосев О.В.* Действие контактных детекторов: влияние температуры на образование контакта. ТиТбп, № 18, март 1923, С. 31–62.
5. *Лосев О.В.* Спектральное распределение вентильного фотоэффекта в монокристаллах карборунда. Доклады АН СССР, т. 29, № 5–6, 1940, С. 360–364.
6. *Иоффе А.Ф.* Физика полупроводников, АН СССР, М-Л, 1957.
7. Опередивший время. Сборник статей. Н. Новгород, 2006.

Новости мира

Рынок альтернативной памяти

Рынок интегральных микросхем памяти следующего поколения находится в начале своего развития, но уже сейчас он достаточно интересен инвесторам и производителям, чтобы анализировать и делать прогнозы. Аналитическая компания Research and Markets провела полномасштабное изучение рынка альтернативных запоминающих устройств, результаты которого выглядят следующим образом.

Специалисты Research and Markets рассматривают в качестве альтернативы современным микросхемам памяти следующие типы запоминающих устройств: магниторезистивную память (Magneto Resistive RAM, или MRAM), память на основе фазовых переходов (Phase Change RAM, или PCRAM), ферроэлектрическую память (Ferroelectric RAM, или FeRAM) и микросхемы памяти на основе мемристоров (MeRAM). Все они в будущем должны заменить энергонезависимые устройства хранения информации, такие как флэш-память типа NAND и NOR. В этом случае на первый план выходят следующие характеристики: высокая скорость чтения и записи данных, возможность для масштабирования и высокая надёжность.

Рассматривая рыночную долю каждого из альтернативных типов микросхем памяти, исследователи пришли к выводу, что наибольший интерес с коммерческой точки зрения представляют MRAM- и FeRAM-устройства. Память на основе фазовых переходов занимает совсем крошечную долю рынка, а серийные микросхемы типа MeRAM вообще появятся только к концу 2013 года.

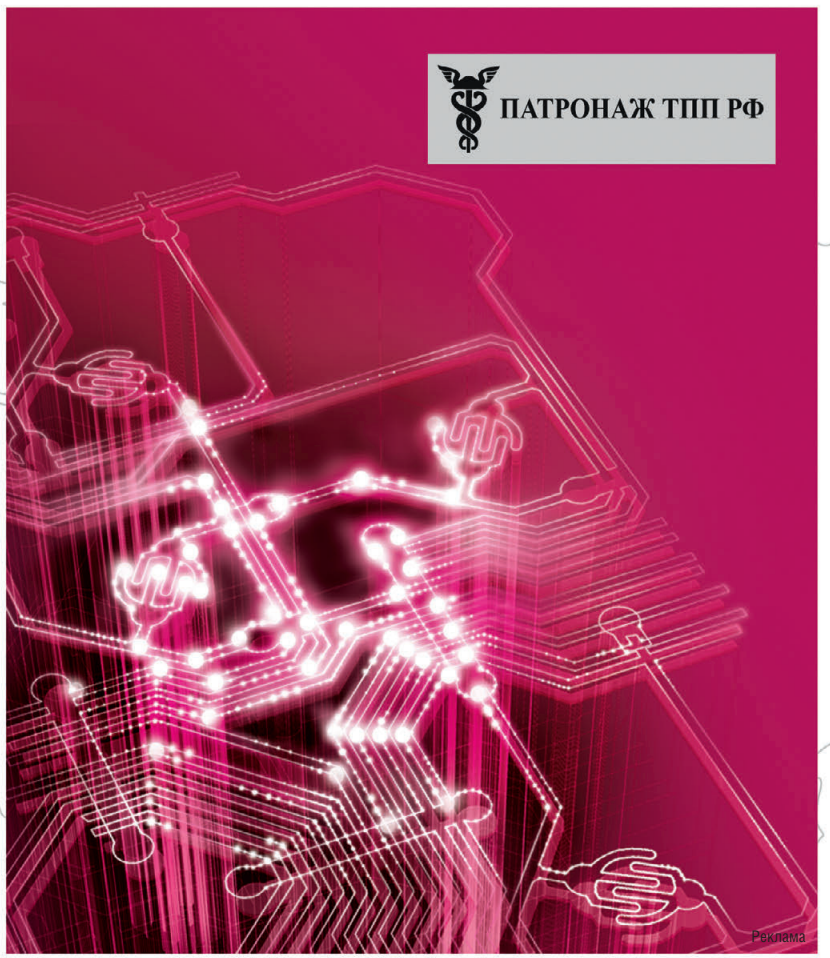
Главной проблемой для производителей альтернативных устройств остаётся высокая стоимость разработки, несовершенство технологического процесса и конструкции микросхем. Всё это не позволяет сделать продукцию по конкурентоспособной на мировом рынке цене. Впрочем, в долгосрочной перспективе память нового поколения должна выиграть, ведь её главным преимуществом является универсальность. Теоретически это позволит заменить не только энергонезависимые устройства хранения информации, но и энергозависимые, в первую очередь, микросхемы оперативной памяти. И вот здесь перед исследователями, разработчиками и непосредственно производителями встаёт задача быть в числе тех, кто первым освоит крупносерийный выпуск новых чипов. Рынок микросхем флэш-памяти поистине огромен по объёму, поэтому первому, выпустившему удачную замену, выпадет невероятный прибыльный куш.

www.researchandmarkets.com

В РАМКАХ МЕЖДУНАРОДНОГО ПРОМЫШЛЕННОГО ФОРУМА
«РАДИОЭЛЕКТРОНИКА. ПРИБОРОСТРОЕНИЕ. АВТОМАТИЗАЦИЯ»

РАДИОЭЛЕКТРОНИКА И ПРИБОРОСТРОЕНИЕ

XIII МЕЖДУНАРОДНАЯ СПЕЦИАЛИЗИРОВАННАЯ ВЫСТАВКА



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

Организаторы выставки:

FarEXPO IFE

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»

30 октября – 1 ноября 2013

Санкт-Петербург, СКК

«ЭкспоЭлектроника 2013»: устойчивый рост и новые проекты

С 10 по 12 апреля 2013 г. в Москве в МВЦ «Крокус Экспо» с успехом прошёл крупнейший в России и Восточной Европе XVI Международный форум электронной промышленности – «ЭкспоЭлектроника 2013». Форум этого года впервые занял 3 зала, а выставочная площадь составила 14 500 м².

Очередной, но, несомненно, выдающийся форум традиционно объединил три специализированных экспозиции:

1. ЭкспоЭлектроника – XVI Международная специализированная выставка электронных компонентов и технологического оборудования;
2. ЭлектронТехЭкспо – XI Международная специализированная выставка технологического оборудования и материалов для производства изделий электронной и электротехнической промышленности;
3. LEDTechExpo – III Международная выставка светодиодных технологий, материалов, чипов и оборудования для их производства.

Впервые форум собрал на своей площади 440 участников. Почти 30% из них – иностранные компании из 22 стран мира: Китай, Финляндия, Германия, Гонконг, Болгария, Белоруссия, Венгрия, Израиль, Италия, Япония, Латвия, Норвегия, Сингапур, Испания, Франция, Украина, Великобритания, США, Польша, Швеция, Индия и Казахстан.

Масштабность форума и его международный статус подтвердились и количеством посетителей: более 18 000 специалистов из 67 субъектов РФ и 44 стран мира.

«Наша компания была приятно удивлена реальным ростом выставочной активности. ЭкспоЭлектроника действительно предстала в новом формате – и по количеству участников, и по качественному составу посетителей» (О. Комарова, Абрис RCM group)

«Каждый год к нам приходит всё больше и больше потребителей, мы узнаём много нового и интересного об изготовителях и разработчиках комплектующих для нашей продукции, здесь налаживаются связи, также нам интересно то, что на выставке представлены продавцы нашей продукции, что способствует продвижению наших изделий» (А. Фёдоров, ОАО «Протон»)

«По традиции, специально для ЭкспоЭлектроники наша компания готовит ряд премьер оборудования: как собственной разработки и производства, так и от ведущих зарубежных производителей-партнёров «Совтест АТЕ». Это обеспечивает высокий интерес посетителей к нашей экспозиции – из года в год их количество неизменно возрастает» (Д. Комаров, «Совтест АТЕ»)

В 2013 году официальную поддержку форуму оказали: Государственная Дума РФ, Министерство промышленности и торговли РФ, Федеральный фонд развития электронной техники, Правительство города Москвы, ОАО «Российская электроника», НП Производителей светодиодов и систем на их основе, Ассоциация производителей электронной аппаратуры и приборов.

«Выставки ЭкспоЭлектроника, ЭлектронТехЭкспо и LEDTechExpo уже многие годы остаются самым заметным и ожидаемым российским событием в мире электроники, масштабным проектом, сочетающим живое профессиональное общение специалистов и обширную экспозицию достижений электронной промышленности» (А.И. Сухопаров, руководитель Федерального фонда развития электронной техники)

В рамках деловой программы форума прошло более 30 семинаров и презентаций участников, а также традиционные мероприятия по наиболее перспективным направлениям электроники.

11 апреля при поддержке НП Производителей светодиодов и систем на их основе состоялась II Международная конференция «Светодиоды: чипы, продукция, материалы, оборудование», в которой приняли участие более 120 специалистов из России, Украины, Казахстана, Сингапура и Германии. В рамках конференции был рассмотрен широкий круг вопросов, посвящённых возможностям применения светодиодов в различных отраслях, новейшим разработкам и перспективам развития.

Вопросам развития солнечной энергетики как инновационной отрасли экономики был посвящён круглый





стол «Фотовольтаика: новый вектор развития электроники». В мероприятии приняли участие более 50 специалистов: производители, учёные, разработчики, представители компаний с опытом успешной реализации проектов в области солнечной энергетики, девелоперы, инвесторы.

Все дни выставки на многофункциональной площадке «Диполь Проф-Арена» в зале 1 проходили мастер-классы профессионального образования, работали оснащённые учебные классы и лаборатории, которые посетили сотни учащихся из профессиональных лицеев и колледжей Москвы, Зеленограда, Санкт-Петербурга и Владимира.

Впервые состоялся круглый стол «Образование и бизнес: высококвалифицированные кадры – наше будущее», где представители ведущих компаний-производителей и руководители высших учебных и профессиональных заведений в ходе оживлённых дискуссий обсуждали вопросы подготовки высококвалифицированных кадров для радиоэлектронного комплекса России.

Все три дня работы форума ЭкспоЭлектроника были насыщены переговорами, техническими консультациями и презентациями, были заключены выгодные сделки и подписаны долгосрочные контракты. Состоялись российские премьеры мировых производителей.

Деловая активность, азарт продаж, амбициозные цели участников и посетителей, и главное – возможность их реализации – вот что стало отличительной особенностью «ЭкспоЭлектроники 2013».

«Для нашей компании выставка «ЭкспоЭлектроника 2013» стала юбилейной – мы принимали участие 10-й раз. Выставка – это уникальная возможность пообщаться с клиентом напрямую, не только продемонстрировать свои успехи и новые разработки, но и получить обратную связь, без которой движение вперёд невозможно. Работа на этой выставке получилась активной и плодотворной. К нам присоединилось большое количество открытых к сотрудничеству клиентов. Спасибо и команде «ПРИМЭКСПО» – этот итог – закономерный результат нашей совместной, многогранной, подготовительной работы. Начинаем готовиться к следующей «ЭкспоЭлектронике 2014!» (Е. Дорофеева, ООО «СЕРВИС ДЕВАЙСЕС»)

XVII Международный форум электронной промышленности «ЭкспоЭлектроника 2014» пройдёт с 15 по 17 апреля 2014 г. в МВЦ «Крокус Экспо» (павильон 1, залы 1, 2 и 3).

Тел.: (812) 380-6003/07/00
www.expoelectronica.ru

Время перемен на рынке ВКТ

Апрель 2013 года выдался на редкость урожайным на всевозможные мероприятия – «ЭкспоЭлектроника», «Новая электроника», Навитех, ЭкспоКонтроль… И каждое мероприятие сопровождалось насыщенной деловой программой, представляющей собой всевозможные конференции и семинары в режиме нон-стоп. Обилие презентационной и технической информации буквально обрушилось на специалистов. И это не в последнюю очередь создало трудности организаторам пресс-конференции, посвящённой тематике ВКТ. Впрочем, тема оказалась не только актуальной, но, как принято сегодня говорить, инновационной.

29 марта 2013 года в Инженерном доме РТСофт за одним столом собрались представители специализированной прессы и специалисты компании РТСофт, среди которых хотелось бы отметить Юрия Якшина, директора по маркетингу, Александра Ковалёва, директора по развитию бизнеса, и Алексея Исаева, директора направления системного ПО.

Вниманию присутствующих были представлены доклады о передовых серверных решениях Kontron, высокоскоростных CompactPCI-системах и инновационных сервисах для разработки на основе технологии COM Express.

В рамках пресс-конференции была продемонстрирована новейшая универсальная референсная платформа производства РТСофт в формате панельного компьютера для жёстких условий эксплуатации.

Передать представленную информацию даже кратко в рамках обзорной публикации не представляется возможным, поэтому остановимся на наиболее любопытных выступлениях…

Скоростной CompactPCI

Компания РТСофт и холдинг Kontron объявили о новой инициативе в области встраиваемых компьютерных технологий – «Скоростной CompactPCI». В рамках данной инициативы поддерживаются два стандарта высокоскоростных последовательных соединений: CompactPCI Serial (PICMG S.0) для модулей формата 3U с интерфейсами PCIe, Gigabit Ethernet, USB и SATA на объединительной магистрали и CompactPCI Serial Mesh (на основе спецификации PICMG 2.20) для модулей формата 6U с интерфейсом 10 Gigabit Ethernet на объединительной магистрали.

Сфера применения приложений, где используются продукты формата 3U CompactPCI Serial, весьма обширна и многообразна: от многопроцессорных систем для обработки сложных изображений до высокопроизводительных систем записи видео и данных радаров с использованием архитектур SATA и RAID. Сюда также следует отнести системы беспроводной связи с высокой







пропускной способностью, где параллельно работают радиомодули сотовой связи WLAN, UMTS, LTE и мощные многомониторные системы в различных диспетчерских и центрах управления.

Стандарт «компьютеров-на-модуле» SMARC

Международная группа по стандартизации встраиваемых технологий (Standardization Group for Embedded Technologies – SGET) официально объявила об утверждении нового стандарта «компьютеров-на-модуле» SMARC (Smart Mobility ARChitecture) на основе технологий ARM и систем-на-кристалле (СнК).

Холдинг Kontron сыграл ведущую роль в разработке этого стандарта, носившего рабочее название ULP-COM. SMARC является фирменным наименованием первой спецификации форм-фактора международной группы SGET.

Стандарт предназначен как для производителей «компьютеров-на-модуле», так и для разработчиков базовых плат-носителей и прикладных систем.

Одновременно с принятием нового стандарта Kontron выводит на рынок три гибко масштабируемых линейки «компьютеров-на-модуле» SMARC на процессорах ARM и СнК, в числе которых Freescale i.MX 6, Texas Instruments Sitara 3874 и NVIDIA Tegra™ 3, воспользовавшись которыми разработчики уже сегодня могут приступить к созданию инновационных устройств со сверхнизким энергопотреблением.

Новые модули в стандарте SMARC можно применять в самых различных отраслевых сегментах – от решений для рынка промышленной автоматизации до устройств обработки графики и работы с изображениями, требующих сверхнизкого энергопотребления и способных успешно функционировать в жёстких условия эксплуатации.

Серверная платформа SYMKLOUD от Kontron

Специалисты Kontron и РТСофт представили инновационную линейку серверных платформ SYMKLOUD, предназначенных для организации облачных и промышленных вычислений. Эта серия решений изначально задумывалась именно для упрощения и усовершенствования процессов развёртывания вычислительных ресурсов провайдерами облачных сервисов, использующих в своей ИТ-инфраструктуре веб-, телематические (M2M – machine-to-machine) и мобильные приложения. Новые платформы устраняют различия между промышленными и облачными серверами, позволяют снизить энергопотребление, сэкономить пространство для размещения оборудования, а также организовать эффективное масштабирование и управление серверами.

Первой в серии новых облачных платформ стал продукт SYMKLOUD MS2900 Web – идеальное решение для сетевых веб-приложений и приложений класса M2M в облачных вычислительных средах. Обладая высотой всего лишь 2U и глубиной 21 дюйм (533,4 мм), платформа SYMKLOUD MS2900 Web имеет единственную или избыточную коммутацию L4–L7, до двух подсистем балансировки (выравнивания) нагрузки и до девяти независимых четырёхъядерных процессоров Intel Xeon E3-1265 Lv2. Все подсистемы коммутации, балансировки нагрузки и процессорные подсистемы поддерживают режим «горячей» замены. Для хранения данных предусматривается подключение 2,5" жёстких дисков (HDD) или 2,5" твердотельных накопителей (SSD) с общим объёмом до 13,5 ТБ.

RTX64 2013 – первая 64-битная версия RTX для Windows

Компания IntervalZero, Inc. представляет RTX64 2013 – первую 64-битную версию лидирующего на мировом рынке продукта, превращающего ОС Windows в систему «жёсткого» реального времени. RTX64 2013 является программным расширением реального времени (RTX – Real Time eXtension) с поддержкой симметричной мультипроцессной обработки (SMP), позволяющим в полном объёме воспользоваться преимуществами 64-битной адресации памяти и высокой производительности современных архитектур.

RTX64 2013 поддерживает 64-разрядные версии ОС Windows 7 с пакетом обновления SP1, а также ОС Windows Embedded Standard 7 с пакетом обновления SP1. Расширение RTX64 2013 выступает ключевым компонентом платформы RTX RTOS Platform компании IntervalZero, включающей многоядерные x86 и x64 многопроцессорные системы, операционную систему Windows и сети Ethernet реального времени (например, EtherCAT или PROFINET).

Ведущие OEM-производители во всём мире используют платформу RTOS Platform компании IntervalZero, достигая снижения затрат на разработку систем на 25–50%, резко повышая качество продукции, компактность систем, одновременно получая значительный рост доходности.

По материалам пресс-конференции (www.rtsoft.ru)

Выставка «ЭлектроТранс 2013»: здоровый транспорт для современной России!

С 22 по 24 мая 2013 года в Москве, на территории ВВЦ (павильон № 69) пройдут III Международная выставка продукции и технологий для предприятий городского электротранспорта «ЭлектроТранс 2013» и конференция «Современные концепции экономического развития городского электротранспорта в системе городских пассажирских перевозок».

Мероприятия готовят к проведению Международная ассоциация предприятий городского электрического транспорта МАП ГЭТ, Общероссийское отраслевое объединение работодателей «Городской электрический транспорт» (ОООР «ГЭТ») при поддержке и участии Комитета Государственной Думы ФС РФ по транспорту, Министерства транспорта РФ, Департамента транспорта и развития дорожно-транспортной инфраструктуры города Москвы, ГУП «Мосгортранс», общественного движения «Город и транспорт», Международной ассоциации «Метро», ОАО «РЖД», оргкомитета международной транспортной премии «Золотая Колесница».

Основная задача «ЭлектроТранс 2013» – обратить внимание муниципальных и федеральных органов власти на преимущества экологически чистого транспорта, необходимость сохранения и развития сети городского электротранспорта в России. На конференции будут представлены модели модернизации транспортных систем городов с учётом приоритетного развития современных видов электротранспорта.

Выставка «ЭлектроТранс 2013» является ключевым событием для отрасли «городской пассажирский транспорт», площадкой для обсуждения и продвижения стратегических инициатив по развитию городского электротранспорта, обмена опытом и технологиями, заключения деловых контрактов. Специалисты ознакомятся с современными методами планирования сети общественного транспорта, технологиями обеспечения безопасности, оплаты проезда, информационными и диспетчерскими комплексами, энергетическим и электротехническим оборудованием. Деловая программа включает в себя семинары, круглые столы, технические визиты на объекты транспорта столицы.

В выставке и деловой программе принимают участие более 120 компаний и отраслевых СМИ из России, Белоруссии, Австрии, Бельгии, Венгрии, Германии, Украины, Чехии, Финляндии, Сербии, КНР, Тайваня.

В 2013 году наша страна отмечает 80 лет начала троллейбусного движения. Троллейбус впервые вышел на улицы Москвы в ноябре 1933 года. В ознаменование этого события на выставке стартует фестиваль троллейбусного движения: будут представлены ретро-троллейбусы из музея ГУП «Мосгортранс» и новые модели троллейбусов. На стенде фестиваля представители троллейбусных предприятий страны, отмечающих юбилейные даты, расскажут об истории троллейбуса в своих городах и перспективах этого вида городского транспорта. Организатор фестиваля – ОООР «ГЭТ» и ГУП «Мосгортранс».

22 мая в Екатерининском дворце состоится торжественная церемония награждения лауреатов Международной транспортной премии «Золотая Колесница» 2013 года в области общественного транспорта.

До встречи на выставке!

Тел.: (495) 287-4412, 276-2990
www.electrotrans-expo.ru

Конференция по компонентам транспортной электроники

Продолжается подготовка конференции «Электронные модули и компоненты для транспортного приборостроения и транспортных систем», которая состоится 23 мая 2013 года в Москве в рамках деловой программы VII Международной специализированной выставки электроники и информационных технологий для транспорта «Электроника-Транспорт 2013».

Конференция организуется с целью содействовать выбору надёжных комплектующих для приборов и систем, применяемых на железной дороге, в метрополитене, на городском транспорте, в транспортной инфраструктуре, при производстве автомобилей и автобусов.

В своих выступлениях участники представят доклады по источникам питания и вторичным преобразователям, бортовым компьютерам и дисплейным модулям, компонентам для навигации и связи, а также расскажут об электронных и электротехнических компонентах для транспортных применений.

Своё участие в выставке и конференции уже подтвердили компании ЭФО, Вест-ЭЛ, IPC2U, Рустэл, Электровыпрямитель, NXP Semiconductor, Schroff, 5С Групп, PT Electronics, Molex, Евромобайл, ММП «Ирбис», ЭКМ и другие компании.

Приглашаем посетить выставку и конференцию!

Участие в конференции бесплатное для главных конструкторов, руководителей отделов разработки и комплектации, инженеров-разработчиков.

Регистрация на сайте
http://www.e-transport.ru/ticket
или по тел.: (495) 287-4412.

Новая электроника на «Новой электронике»

С 26 по 28 марта с.г. в лучшем выставочном комплексе Москвы ЦВК «Экспоцентр» произошло грандиозное событие – III Международная выставка «Новая электроника 2013».

«Новая электроника» оправдала статус главной российской выставки электронных компонентов и модулей. В мероприятии приняли участие 225 компаний отрасли из 15 стран мира, обеспечивающих более 90% поставок электронных компонентов и модулей на российский рынок. В числе участников – ведущие мировые поставщики, дистрибьюторы и производители. Около 9000 специалистов смогли ознакомиться с экспозицией, расположившейся на 8000 м².

В официальном открытии приняли участие представители промышленности, науки, федеральных и городских структур, иностранные гости: председатель Комитета Государственной Думы ФС РФ по промышленности С.В. Собко; заместитель директора Департамента радиоэлектронной промышленности Министерства промышленности и торговли Российской Федерации О.Е. Брянда; старший директор по продажам дистрибьюторской европейской сети компании Atmel Питер Йойтер; директор Департамента ГК Росатом С.Е. Власов; начальник службы по активам РЭК Департамента промышленных активов ГК «Ростех» М.И. Критенко.

Деловая программа выставки была предельно насыщена семинарами, конференциями и презентациями по различным секторам электроники. Отдельно хочется отметить семинар компании Avnet Silica «Xilinx Zynq-7000 и Vivado High Level Synthesis» и «Презентацию исследования российского рынка электроники и радиоэлектронной отрасли (Итоги 2012 года)», подготовленную Центром современной электроники.

Были представлены молодые компании: ГК «Снабжение», «Аурум», образовательные проекты колледжа № 8. В составе экспозиции Зеленоградского АО демонстрировали свои достижения 12 предприятий отрасли. Традиционно на выставке работала объединённая экспозиция радиоэлектронного комплекса России. Впервые был организован и пользовался несомненным успехом стенд предприятий ГК Росатом.

«Новая электроника 2013» подтвердила статус самой значимой и представительной выставки отрасли, продолжив традиции выставок ChipEXPO Российской недели электроники. Организаторы реализовали новые проекты для специалистов электронной промышленности.

В конкурсе «Золотой Чип» статуэтка «Золотой Чип» и диплом 1-й степени в номинации «За вклад в развитие российской электроники» были вручены компаниям: ОАО «НПЦ “ЭЛВИС”» за разработку микросхемы статического ОЗУ 1657РУ1У с уникальными параметрами радиационной стойкости для КМОП-технологи и ОАО «МНИРТИ» за малогабаритный сверхвысокочастотный модуль среднего уровня мощности сантиметрового диапазона длин волн с улучшенными массогабаритными характеристиками. Статуэткой «Золотой Чип» и дипломом 1-й степени в номинации «Лучшее изделие российской электроники 2012–2013 гг.» были отмечены продукты ОАО «ИНЭУМ им. И.С. БРУКА» – за материнскую плату «Монокуб», персональный компьютер «Эльбрус-РС», персональный моноблочный компьютер «КМ-4 Эльбрус», защищённый ноутбук «НТ-Эльбрус» и защищённый ноутбук «НТ-R1000». Первое место в номинации «За вклад в развитие профессионального образования» было присуждено Московскому государственному техническому университету МИРЭА за серию книг по электронике профессора А.А. Щуки. Большим интересом у посетителей пользовались Ярмарка неликвидов и Ярмарка вакансий «Работа для Вас». спешно прошёл конкурс на лучший рекламный макет 2012 года в печатных СМИ.

Работу выставки освещали более 40 информационных партнёров, среди которых самые популярные ресурсы рынка электроники, транспорта, ВПК, информационных технологий, телекоммуникаций и промышленности. Одним из главных информационных партнёров выставки был всемирно известный портал Broker Forum.

Весна – лучшее время для развития бизнеса, а насыщенная и тщательно структурированная информационная среда выставки «Новая электроника 2013» позволила раскрыть весь мир электронных компонентов, показать преимущества продукции, найти покупателей, поставщиков и партнёров.

В 2014 году выставка «Новая электроника» пройдёт 25–27 марта в Экспоцентре на Красной Пресне в павильоне № 7.

До встречи на «Новой электронике»!

ЗАО «ЧипЭКСПО»
Тел.: (495) 221-5015
info@chipexpo.ru







Разъёмы для качественного и надёжного соединения

IP65/67
–20… +125°C
–40… +85°C

Han-Eco® Outdoor

Соединитель для использования в уличных условиях
Корпус выполнен из прочного и лёгкого термопластика UL 94
Диапазон рабочих температур -40...+125°C
Экономически эффективное решение
Удобный и быстрый механизм защёлкивания «click and mate»
IP65 в сочленённом состоянии

ОФИЦИАЛЬНЫЙ ДИСТРИБЬЮТОР КОМПАНИИ HARTING В РОССИИ

PROSOFT® COMPONENTS

АКТИВНЫЙ КОМПОНЕНТ ВАШЕГО БИЗНЕСА

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

Реклама

Макро возможности Микро тепловизора

Quark

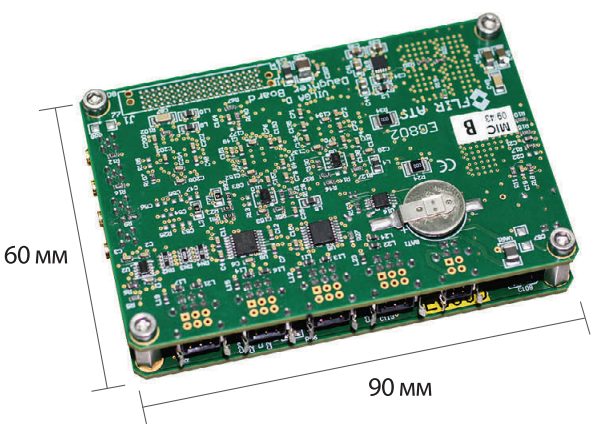
Quark – самый компактный тепловизионный модуль в мире. Он может быть интегрирован в прицел, шлем либо малый БПЛА.



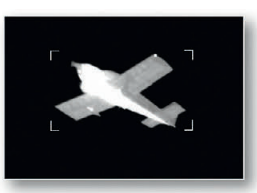
- Разрешение 336×256 или 640×512 пикселей
- Размер пикселя 17 мкм
- Низкое энергопотребление < 1 Вт
- Крайне малые объем и масса
- Высокая устойчивость к ударам и вибрациям



Vilga



Видеопроцессор **Vilga** обеспечивает функцию сопровождения цели и способен обрабатывать видеосигналы, поступающие одновременно с нескольких оптических датчиков.





- Алгоритмы сопровождения подвижных и неподвижных целей
- Отображение слоя служебной информации
- Режим “Картинка в картинке”
- Функция электронной стабилизации изображения
- Сверхкомпактное исполнение

Прямые продажи:
+7 (495) 669-7076

www.flir.com/cvs/cores
3D at FLIR.com/pubQuark

FLIR®

Реклама