

СОВРЕМЕННАЯ ЭЛЕКТРОНИКА

3

2014



В номере:

- Автоматизация кабинета для спелеотерапии
- Вторая редакция стандарта ARINC 818
- Схемотехника датчиков температуры
- Осциллографы высокой чёткости
- Расчёт зеркальных параболических антенн
- ЭкспоЭлектроника: олимпийские достижения и многое другое

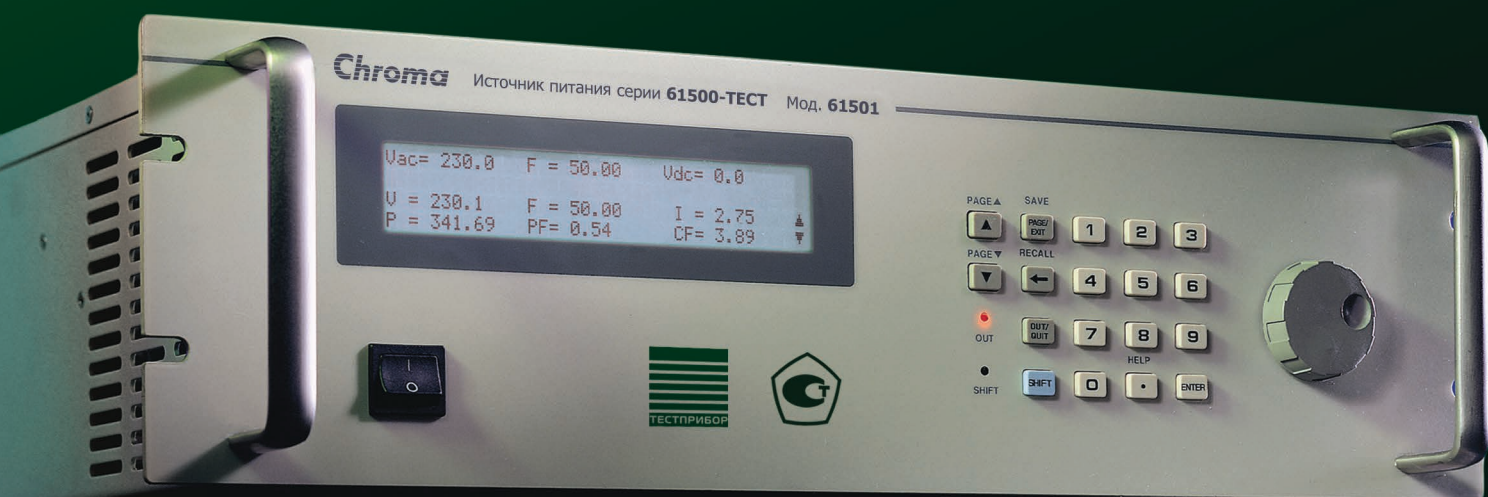


www.soel.ru



ВЫСОКОНАДЕЖНЫЕ ИСТОЧНИКИ ПИТАНИЯ

Широкий спектр мощностей
Источники питания включены в ГОСРЕЕСТР СИ



ЗАО «ТЕСТПРИБОР»
является эксклюзивным дистрибьютором
компания Chroma АТЕ и единственным
представителем бренда ТЕКО

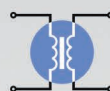
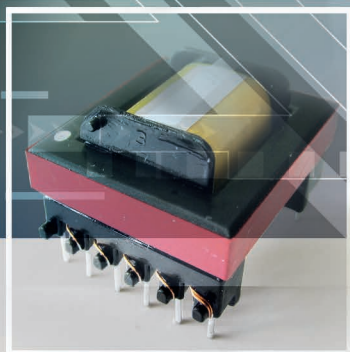
125362, г. Москва, ул. Свободы, д. 31, стр. 1, тел./факс: (495) 657-87-37
tp@test-expert.ru, <http://тестприбор.рф>





ПРИБОР-СИСТЕМЫ
электронные компоненты

Комплексные поставки электронных компонентов российских и иностранных производителей



KODOTRANS

Производство трансформаторов и моточных изделий

- Широкий ассортимент продукции
- Собственное производство
- Короткие сроки поставки

Официальный дистрибьютор



UNISONIC TECHNOLOGIES CO., LTD



ПРИБОР-СИСТЕМЫ

www.pribor-systems.ru

Тел.: +7(495) 925-00-91, +7(495) 916-64-28,
E-mail: sale1@pribor-systems.ru

Реклама

Главный редактор

Алексей Смирнов

Редакционная коллегия

Александр Балакирев, Андрей Данилов,
Виктор Жданкин, Эрмин Машурян,
Сергей Сорокин, Андрей Туркин,
Рифат Хакимов

Литературный редактор

Ольга Семёнова

Вёрстка

Марина Петрова

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 партнёров
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, 2014

3/2014 Contents

MARKET

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

MODERN TECHNOLOGIES

What's New in ARINC 818 Supplement 2	8
--	---

Paul Grunwald

ELEMENTS AND COMPONENTS

Features of Semiconductor Temperature Sensors Realization	14
---	----

Oleg Dvornikov, Vladimir Chekhovskii, Valentin Dyatlov, Nikolai Prokopenko

Modern 32-bit ARM Microcontrollers Series STM32: Block of Reserve Data BKP	22
---	----

Oleg Val'pa

Characteristics and Features of Light-Emitting Diodes of the SemiLEDs company	26
--	----

Andrey Turkin

DEVICES AND SYSTEMS

High Resolution Oscillographs of Teledyne LeCroy and their Possibilities	34
--	----

Vladimir Dyakonov

Debug Automotive Designs Faster with CAN-dbc Symbolic Trigger and Decode	40
---	----

Johnnie Hancock

ENGINEERING SOLUTIONS

Office Automation for Speleotherapy	46
---	----

Sergei Shishkin

ISM Frequency Signal Converter	50
--------------------------------------	----

Viktor Bezrukov

DESIGN AND SIMULATION

Mentor Graphics Expedition Enterprise 7.9.4 – Development of Contact Platforms Stacks and Components Seats	52
---	----

Tatiana Kolesnikova

TopoR 6.0: Six Steps Towards	60
------------------------------------	----

Oksana Vorob'eva, Konstantin Knop

Calculation of Mirror Parabolic Antennas by Means of Modern EDA Microwave	64
--	----

Aleksandr Kurushin, Evgenii Lavreckii, Sergey Chadov

Microstrip Filter with the Increased Selectivity Based on Nonuniform Transmission Line	70
---	----

Denis Klimenko

EVENTS

Popov's Forgotten Invention or World's First Crystal Radio Receiver.	
---	--

To the 155 Anniversary of A.S. Popov Birth	74
--	----

Vladimir Bartenev

«WED 2014. Modern Software and Hardware Solutions»	78
---	----

ExpoElectronica: Olympic Achievements	79
---	----

Содержание 3/2014

РЫНОК

- 4** **Новости российского рынка**

СОВРЕМЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

- 8** **Вторая редакция стандарта ARINC 818: что нового?**

Пол Грюнвальд

ЭЛЕМЕНТЫ И КОМПОНЕНТЫ

- 14** **Особенности реализации полупроводниковых датчиков температуры**

Олег Дворников, Владимир Чеховский, Валентин Дятлов, Николай Прокопенко

- 22** **Современные 32-разрядные ARM-микроконтроллеры серии STM32: блок резервных данных ВКР**

Олег Вальпа

- 26** **Характеристики и особенности светодиодов компании SemiLEDs**

Андрей Туркин

ПРИБОРЫ И СИСТЕМЫ

- 34** **Осциллографы высокого разрешения Teledyne LeCroy и их возможности**

Владимир Дьяконов

- 40** **Ускорение отладки автомобильных электронных систем с использованием декодирования и запуска по символам CAN-dbc**

Джонни Хэнкок

ИНЖЕНЕРНЫЕ РЕШЕНИЯ

- 46** **Автоматизация кабинета для спелеотерапии**

Сергей Шишкин

- 50** **Конвертер сигналов ISM-диапазонов**

Виктор Безруков

ПРОЕКТИРОВАНИЕ И МОДЕЛИРОВАНИЕ

- 52** **Mentor Graphics Expedition Enterprise 7.9.4 – разработка стеков контактных площадок и посадочных мест компонентов**

Татьяна Колесникова

- 60** **ТороR 6.0: шесть шагов навстречу**

Оксана Воробьёва, Константин Кноп

- 64** **Расчёт зеркальных параболических антенн с помощью современных САПР СВЧ**

Александр Курушин, Евгений Лаврецкий, Сергей Чадов

- 70** **Высокоселективный микрополосковый фильтр на плавно-нерегулярных линиях передачи**

Денис Клименко

СОБЫТИЯ

- 74** **Забывтое изобретение А.С. Попова, или Первый в мире детекторный радиоприёмник. 155-летию со дня рождения А.С. Попова посвящается**

Владимир Бартенев

- 78** **«Встраиваемые технологии 2014. Современные программные и аппаратные решения»**

- 79** **ЭкспоЭлектроника: олимпийские достижения**

ПОДПИСКА НА 2014 год

Концепция распространения журнала – бесплатная подписка для специалистов. Условие сохранения такой подписки – своевременное её продление на каждый последующий год. Редакция напоминает о необходимости продления подписки на 2014 год. Всё больше подписчиков сообщают нам о фактах пропажи журнала на почте или из почтового ящика. Редакция гарантирует только отправку журнала бесплатно 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>

«Урал-Пресс»

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

Читатели из дальнего зарубежья

могут оформить подписку через агентство

«МК-Периодика»

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

Новости российского рынка

СОБЫТИЯ

«ДОЛОМАНТ» примет участие в MIPS 2014

ЗАО «НПФ «ДОЛОМАНТ» примет участие в юбилейной 20-й международной выставке «Охрана, безопасность и противопожарная защита» – MIPS 2014, которая пройдёт с 14 по 17 апреля на ВВЦ (Москва). По составу участников MIPS является крупнейшим и наиболее представительным международным отраслевым выставочным проектом на территории России и стран СНГ. Традиционно здесь представлен полный спектр продукции и услуг для комплексного обеспечения безопасности во всех сферах современной жизни.

«ДОЛОМАНТ» совместно со своими партнёрами и заказчиками активно развивает направление производства электронных изделий с функциями передачи, хранения, обработки и защиты информации общего и специального назначения. Лучшее в России производство ответственной электроники полного цикла всё более востребовано в сегменте специализированных решений и электроники: рост его объёмов оказался самым высоким за последние 2 года.

На предстоящей выставке MIPS-2014 компания выступит в качестве производственной площадки для реализации проектов сторонних заказчиков – технологичным и оснащённым самыми современными возможностями контрактным производителем электронных изделий общего и специального назначения. В рамках экспозиции (пав. 75, стенд В529) будут представлены открытые клиентами к демонстрации образцы многолетнего успешного сотрудничества: изделия партнёров и заказчиков компании, изготовленные силами производства «ДОЛОМАНТ».

Вопросы, касающиеся принципа работы, характеристик и условий приобретения готовых изделий, будут переадресованы хозяевам устройств. Для этого на стенде планируется разместить соответствующую информацию с общим описанием изделия и контактными сведениями.

Посетителей стенда будут встречать специалисты в области производства, документального сопровождения спецпроектов, которые предоставят все необходимые консультации, а при необходимости



организуют посещение офиса и производственных цехов «ДОЛОМАНТ».

Место проведения: Москва, проспект Мира, ВВЦ, павильон 75.

Режим работы для посетителей:
14 апреля (понедельник) – с 10.00 до 18.00.

Торжественная церемония открытия выставки состоится в 12.00!

15 апреля (вторник) – с 10.00 до 18.00.

16 апреля (среда) – с 10.00 до 18.00.

17 апреля (четверг) – с 10.00 до 16.00.

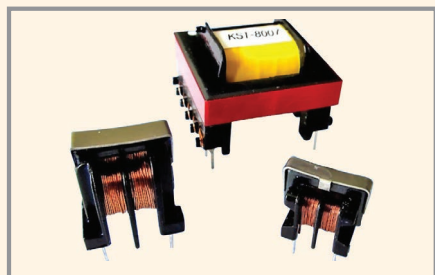
С дополнительной информацией по выставке можно ознакомиться на сайте организаторов: www.mips.ru.

СОВРЕМЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Модернизация производства моточных изделий

Компания «КОДО-ТРАНС», российский производитель моточных изделий, расширяет спектр производимой продукции.

В настоящий момент осуществляется модернизация производства и подготовка к запуску автоматического оборудования для производства выводных дросселей с объёмом выпуска порядка 140 тыс. изделий в месяц. В связи с этим доступны к заказу выводные дроссели – аналоги импортных изделий серий RLB0608, RLB0912, RLB0914 и т.д.



Сегодня компания уже производит серийные моточные изделия и выпускает более 150 тыс. моточных изделий в месяц.

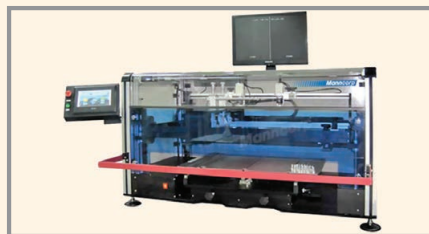
Среди клиентов «КОДО-ТРАНС» крупные производители светодиодного освещения в России. Компания имеет дистрибьюторскую сеть для приёма и обработки мелких серий моточных изделий.

В ближайшее время планируется дальнейшая модернизация производства и запуск нескольких автоматизированных линий по производству моточных изделий.

<http://kodo-trans.ru/>
Тел./факс: (495) 916-6717

Принтер трафаретной печати Mapncor-1200 – находка для российского рынка

Сотни предприятий России выбрали в качестве приоритетного направления деятельности производство различных систем освещения и иных устройств на базе светодиодов. Для специалистов уже давно не секрет, что одна из главных проблем – это габариты печатных плат, на которые производится монтаж светодиодов.



Ведущие мировые разработчики и поставщики SMT-оборудования оперативно отреагировали на эту ситуацию – практически каждая известная фирма предлагает системы, адаптированные под сборку и пайку га-

ритных печатных плат. Казалось бы, вопрос решён, но подавляющее большинство таких машин – полностью автоматические устройства, предназначенные для использования в поточных сборочных линиях.

К сожалению, для российских разработчиков и производителей электроники при выборе оборудования цена зачастую играет большую роль, чем характеристики и качество устройств. В связи с этим, приобретение полностью автоматических систем не является экономически обоснованным. К тому же возможность сборки габаритных плат, как правило, является дорогостоящей опцией.

Американская компания Mapncor пошла в этой области своим путём и выпустила полуавтоматический принтер трафаретной печати MC-1200. Модель ориентирована на выпуск светодиодной продукции. Оборудование имеет область печати 1200 × 400 мм. MC-1200 отличается высокой повторяемостью печати ($\pm 0,01$ мм), простотой управления и, что самое главное, невысокой ценой. Эти детали идеально учитывают особенности российского рынка и перспективы его дальнейшего развития.

Производитель продолжает вести мониторинг рынка поверхностного монтажа и внедрять разработки, помогающие развиваться многим предприятиям в этой области.

www.eltm.ru
Тел.: (499) 218-2360

Новости российского рынка

«КОМПАС ЭЛЕКТРОНИКС» увеличивает производственные мощности по финишной сборке блоков

С марта 2014 года научно-производственная компания ООО «КОМПАС ЭЛЕКТРОНИКС» увеличивает производственные мощности по финишной сборке блоков. В настоящее время возможно среднесерийное изготовление шка-

фов, распределительных блоков и крупносерийное корпусирование электронных устройств.

В качестве дополнительной услуги доступно проведение функционального тестирования готового изделия и электротермотренировки. Также обеспечивается возможность предварительного нанесения влагозащитных покрытий и заливки электронных блоков современными компаундами.

Это позволяет клиентам компании получать изделия, изготовленные полностью на одном предприятии – от закупки компонентной базы до упаковки готовой продукции. Изделия соответствуют повышенным требованиям по надёжности и качеству изготовления, что достигается строгим соблюдением технологии сборки.

www.kompas-electronics.ru

Тел. (495) 228-4785

ПРИБОРЫ И СИСТЕМЫ

Линейные лабораторные ИП постоянного тока серии ТЕКО-5000

ЗАО «ТЕСТПРИБОР» представляет линейные лабораторные источники питания (ИП) постоянного тока серии ТЕКО-5000.



В первую очередь, линейные ИП серии ТЕКО предназначены для питания радиотехнических устройств стабилизированным постоянным напряжением (током). Они могут использоваться как в лабораториях, так и в производственных условиях, в т.ч. инженерами – разработчиками радиоэлектронной аппаратуры.

Приборы имеют компактный эргономичный дизайн, оснащены малошумящим вентилятором для охлаждения и гибкими ручками для переноски. Данные ИП имеют небольшой вес и представляют собой устройство, состоящее из нескольких независимых источников питания в одном корпусе.

Продуманное управление делает эти источники питания простыми в освоении и удобными в работе, что, в сочетании с высокими техническими характеристиками, обеспечивает широкий спектр их применения. Предлагаемые источники питания являются идеальной заменой устаревшим моделям.

В настоящее время источники питания постоянного тока ТЕКО находятся на заключительном этапе проведения испытаний с целью подтверждения типа, что позволит внести их в Госреестр СИ РФ в I кв. 2014 года.

www.test-expert.ru

Тел.: (495) 657-8737

Новая система построения ультратонких видеостен на ЖК-дисплеях Clarity Matrix

Компания Planar Systems представляет новое решение для построения видеостен на основе промышленных ЖК-дисплеев Clarity Matrix – G2 Architecture (архитектура G2). G2 объединяет ультратонкие ЖК-дисплеи со светодиодной подсветкой усовершенствованной конструкции. Предусматривается монтаж и сервисное обслуживание.

Примечательно, что новая 55-дюймовая модель Clarity Matrix устанавливает новый стандарт с шириной фальшпанели элемента мозаичного изображения менее 3,7 мм.

ЖК-экраны также поставляются с монтажной системой компании Planar EasyAxis™, которая обеспечивает глубину установки всего лишь 3,6" (91 мм) – самая тонкая в промышленности – для обеспечения идеального выравнивания рядом расположенных панелей.

Clarity Matrix с архитектурой G2 также обеспечивает великолепное качество изображения с чёткостью 4K (UHD, Ultra High Definition) и 10-битовую обработку цвета. Обработка больших изображений (Big Picture Plus) встроена в систему, обеспечивая масштабирование контента по всей площади видеостены или её секций.

Упрощённая установка и обслуживание Clarity Matrix с архитектурой G2 позволяет поставщикам аудиовидеосистем и системным интеграторам предлагать заказчикам высокопроизводительные, современные системы видеостен по вполне приемлемой цене.

Подобно предыдущему поколению, Clarity Matrix не требуется установка сетевых розеток за дисплеями. Единственный модуль питания может теперь поддерживать функционирование не менее 8 дисплеев, уменьшая количество требуемых сетевых подключений.



Для упрощённого обслуживания Clarity Matrix с архитектурой G2 предусмотрена внешняя электронная архитектура G2 Clarity Matrix, включающая в себя программное обеспечение Planar WallNet™. Именно это ПО обеспечивает контроль за функционированием дисплея и обнаружение неисправностей дистанционно, даже в конфигурациях, использующих простой сетевой протокол на основе SNMP-устройств управления предприятием.

Дисплеи Clarity Matrix с архитектурой G2 обеспечивают надёжность при работе в режиме 24x7 для ответственных систем, включая коммунальные сооружения, управление движением, военное и диспетчерское обеспечение правопорядка.

Уменьшение на 25% выделения тепловой мощности от внешних электронных плат

Новости российского рынка

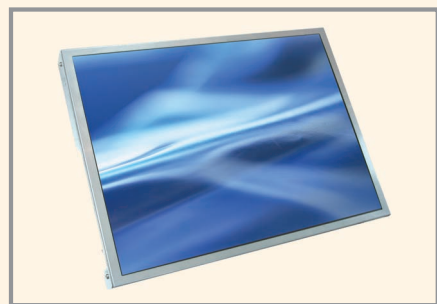
и источников питания обеспечивает увеличение эксплуатационных показателей и срока службы даже в наиболее неблагоприятных условиях эксплуатации. Резервный модуль источника питания обеспечивает длительное функционирование даже в случае отказа основного источника питания.

www.prosoft.ru

Тел.: (495) 234-0636

Модернизация 10,4" ЖК-дисплеев серии DLH1055 для применения в жёстких условиях эксплуатации

Специалисты компании LITEMAX Electronics Inc. основательно поработали над улучшением конструкции популярных 10,4" ЖК-дисплеев серии DLF/DLH1055.



Эти приборы выполнены на основе активной матрицы управляющих тонкоплёночных транзисторов, где в качестве источника излучения используются массивы светодиодов белого свечения.

В результате замены светодиодов подсветки на более эффективные, снижены потребляемая и рассеиваемая тепловая мощности и, как следствие, увеличен ресурс дисплейного модуля до 70 тыс. ч. Яркость моделей DLH1055-ENN-G11 и DLH1055-ENN-I11 составляет 1000 кд/м², что позволяет считывать изображения при прямом солнечном освещении. Новый драйвер системы подсветки LID10A05 обеспечивает регулировку яркости в широком диапазоне. В конструкциях представленных дисплеев применяются светофильтры с высоким коэффициентом пропускания (поляризаторы с высоким пропусканием), что обеспечивает низкую потребляемую мощность.

Дисплеи серии DLH1055V2 предназначены для применения в информационных киосках, демонстрации рекламных роликов, пунктах продаж, на транспортных средствах, в аппаратуре морской техники, студийной аппаратуре.

Модель DLH1055-ENN-G11 комплектуется платой управления AD2662GVA, которая обеспечивает работу от видеовходов VGA, S-Video и компонентного. Модель DLH1055-ENN-I11 укомплектована платой управления

AD6038GD (видеовходы VGA + DVI). Платы позволяют управлять параметрами дисплея (яркость, контрастность, цвет, фаза, синхронизация и др.) через экранное меню с помощью 4-кнопочной клавиатуры.

Технические характеристики дисплеев серий DLF1055V2/DLH1055V2:

- высокая яркость свечения экрана 1000 кд/м²;
- контрастность 800:1;
- рабочее поле экрана 210,4 × 157,8 мм;
- разрешение 1024 × 768 пикселей (формат изображения XGA);
- шаг пиксела 0,0685 × 0,2055 мм;
- угол обзора составляет 176° (в горизонтальной плоскости) и 176° (в вертикальной плоскости);
- число отображаемых цветов 16,2 млн;
- время отклика 40 мс;
- потребляемая мощность 16 Вт (для комплекта DLF1055V2 без платы управления – 12 Вт);
- диапазон рабочих температур –30...+70°C (для модели DLF1055V2 без платы управления);
- высокая стойкость к воздействию вибраций и ударов;
- габаритные размеры (Ш × В × Г) – 225,2 × 176,3 × 8,7 мм;
- вес 0,65 кг.

Благодаря своим характеристикам ЖК-панели серии DLF/DLH1055 могут применяться во многих приложениях с жёсткими условиями окружающей среды, таких как морская техника, медицинская электроаппаратура, аппаратура военного назначения, возимое наземное оборудование.

www.prosoft.ru

Тел.: (495) 234-0636

Малоформатные ЖК-дисплеи с высокой яркостью и разрешением 1024 × 600

Компания LITEMAX Electronics Inc. объявила о начале выпуска ЖК-панелей DLF0765-ENN-A01 с системой задней подсветки на светодиодах, расширив хорошо известное семейство DURAPIXEL.



Яркость составляет 1000 кд/м², что позволяет считывать изображение на экране монитора в ярком прямом свете (даже при

прямом солнечном освещении). Дисплей обеспечивает наилучший обзор, рабочие характеристики и экономическую эффективность.

Высокий уровень яркости наряду с оптимальной контрастностью предоставляют высококачественное изображение повышенной чёткости. Быстрое время отклика и технология задней подсветки на светодиодах обеспечивают монитору поразительное качество изображения и долговечность во многих применениях.

Модель DLF0765-ENN-I01 комплектуется драйвером подсветки LID07B, который обеспечивает регулировку яркости в широком диапазоне. Гарантируется работоспособность такого комплекта в диапазоне температур от –30 до +80°C.

Предлагается также комплект DLH0765-ENN-A01, включающий плату управления AD2662GDHM, которая обеспечивает работу от разных источников видеосигналов (VGA + DVI + HDMI), а также управление параметрами дисплея (яркость, контрастность, цвет, фаза, синхронизация) через экранное меню с помощью 4-кнопочной клавиатуры.

На базе комплекта DLH0765-ENN-A01 выполнена модель дисплея SLD0765-ENB-G01 в корпусе для монтажа в каркас.

Панель управления и клавиатура управления параметрами дисплея SLD0765-ENB-G01 смонтированы на задней поверхности.

Технические характеристики дисплеев серий DLF/DLH0765:

- высокая яркость свечения экрана – не менее 1000 кд/м²;
- контрастность 700:1;
- рабочее поле экрана 153,6 × 90 мм;
- разрешение 1024 × 600 пикселей;
- шаг пиксела 0,05 × 0,15 мм;
- угол обзора составляет 150° (в горизонтальной плоскости) и 145° (в вертикальной плоскости);
- число отображаемых цветов 262 тыс.;
- время отклика 25 мс;
- потребляемая мощность 4,5 Вт (с платой управления – 7 Вт);
- габаритные размеры (Ш × В × Г) – 165,75 × 105,39 × 5,2 мм;
- вес 0,24 кг (модель DLF0765-ENN-A01).

Благодаря вышеизложенным качествам ЖК-панели серии DLF/DLH0765 применяются во многих приложениях с жёсткими условиями окружающей среды, например, в морской технике, медицинской электроаппаратуре, аппаратуре военного назначения, переносном или портативном наземном оборудовании.

www.prosoft.ru

Тел.: (495) 234-0636

Новости российского рынка

SHARP: промышленные ЖК-панели для применения в жёстких условиях эксплуатации

Компания SHARP, лидер в области разработки ЖК-дисплеев, расширяет линейку промышленных панелей, предназначенных для жёстких условий эксплуатации. Среди анонсируемых приборов необходимо отметить три TFT LCD-панели, предназначенные для работы в условиях низких температур:

- 1) 19" панель LQ190E1LX75;
- 2) 15" панель LQ150X1LX95;
- 3) панель LQ121S1LG86 с диагональю 12,1".

Для достижения цели полного перехода на светодиодную систему подсветки компания SHARP разработала панели на основе массива ярких светодиодов. Применение такой подсветки позволяет достичь высокой энергоэффективности и длительного срока службы (более 50 тыс. ч с сохранением световых характеристик). Наличие встро-

енного инвертера задней подсветки у всех панелей значительно упрощает разработку пользовательских систем и гарантирует идеальную совместимость.

Высокая контрастность и использование технологии ASV (Advanced Super View), где применяется комбинация системы задней подсветки и «просветной» технологии подсветки, позволяют использовать эти панели на открытом воздухе без потерь качества изображения.

Анонсируемые панели предназначены для использования в железнодорожном



транспорте, промышленном оборудовании и в других ответственных применениях.

Основные технические характеристики приведены в таблице.

www.prosoft.ru
Тел.: (495) 234-0636

Параметры	LQ190E1LX75	LQ121S1LG86	LQ150X1LX95
Диапазон рабочих температур, °C	-15...+65	-30...+70	-10...+65
Размер рабочей области, мм	376,32 × 301,56	246,00 × 184,50	304,10 × 228,10
Размер по диагонали	19"	12,1"	15"
Разрешение	1280 × 1024	800 × 600	1024 × 768
Яркость, кд/м²	350	1500	350
Контрастность	1500:1	800:1	1500:1
Подсветка дисплея	LED		

ЭЛЕМЕНТЫ И КОМПОНЕНТЫ

НЧ-фильтры производства Pasternack

Компания Pasternack предлагает широкий выбор пассивных коаксиальных НЧ-фильтров с частотой до 3 ГГц, эффективно пропускающих частотный спектр сигнала ниже частоты среза, и уменьшающий (подавляющий) частоты сигнала выше этой частоты. Степень подавления каждой частоты зависит от вида фильтра.



НЧ-фильтры компании Pasternack поставляются с SMA-коннекторами. Диапазон рабочих частот до 3 ГГц. Вносимое затухание менее 1 дБ. Конструкция НЧ-фильтров позволяет добиться минимальных показателей КСВН и обеспечивает долговечность и надёжность работы.

www.favorit-ec.ru
Тел./факс: (495) 627-7624

300-Вт DC/DC-преобразователи с широким диапазоном входных напряжений

Компания XP Power расширила линейку DC/DC-преобразователей серии QSB с высокой удельной мощностью 300-Вт моделями ряда QSB300.

Представленные приборы способны поддерживать в нагрузке пиковую мощность 350 Вт в течение 3 с при коэффициенте заполнения импульсов управления 10%.

При габаритных размерах корпуса 61 × 50,8 × 13,2 мм 300-Вт модели характеризуются удельной мощностью до 7330 Вт/дм³.

Серия QSB300 включает в себя одноканальные модели с номинальными напряжениями 5, 12, 24, 28 и 48 В с широким (4:1) диапазоном входных напряжений 9...36 и 18...75 В.

Эти модели являются идеальным выбором для многих применений и оснащены такими сервисными функциями, как:

- дистанционное включение/отключение;
- возможность подключения внешней обратной связи;
- защита от короткого замыкания длительного действия, превышения выходного напряжения, перегрева;
- регулировка выходного напряжения в диапазоне $\pm 10\%$ от номинального значения;
- блокировка при пониженном входном напряжении;
- гальваническая развязка выходных цепей питания от шин источника входной электроэнергии 1500 В (постоянный ток);



- нестабильность по напряжению $\pm 0,2\%$, измеренная при изменении напряжения сети от высокого значения до минимального значения рабочего диапазона;
 - нестабильность по току $\pm 0,2\%$, измеренная при изменении тока нагрузки от 0 до 100% в течение 120 мс;
 - преобразование напряжения с высоким КПД до 90% с частотой переключения силовых ключей 220 кГц;
 - отвод тепла через основание корпуса (во многих случаях исключает необходимость применения внешнего теплоотвода).
- Гарантируются технические параметры при воздействии температур от -40 до $+100^\circ\text{C}$. Модули сохраняют работоспособность в условиях воздействия механических факторов, таких как удары (пиковое ускорение 30g, полусинусоида длительностью 18 мс), вибрации (диапазон частот 5...500 Гц, ускорение 3g в течение 10 мин по каждой оси).

Среднее время между отказами (MTBF), рассчитанное согласно MIL-HDBK-217F при применении в стационарном наземном оборудовании при температуре $+25^\circ\text{C}$, составляет 300 тыс. ч.

www.prosoft.ru
Тел.: (495) 234-0636

Вторая редакция стандарта ARINC 818: что нового?

Пол Грюнвальд, **Great River Technology, Inc.**

Перевод Валерия Бауткина и Полины Шиян (Москва)

31 октября 2013 года Исполнительный комитет Airlines Electronic Engineering Committee единогласно одобрил Приложение 2 к системе ARINC 818, суть которого раскрывается в данной статье. Предлагаемый материал был представлен на XXXII Конференции, проходившей в Сиракузах, штат Нью-Йорк, 6–10 октября 2013 года, и посвящён авиакосмическим цифровым системам.

ВВЕДЕНИЕ

Стандарт «Цифровой видеоинтерфейс авиационного радиоэлектронного оборудования с высокой скоростью передачи данных (Avionics Digital Video Bus, ADVB)», получивший официальное название ARINC 818, впервые был принят в октябре 2006 г. при полной поддержке со стороны производителей и разработчиков аппаратуры специального назначения. К настоящему времени этот стандарт был использован для передачи видеоинформации на дисплеи пилотских кабин таких самолётов, как Boeing 787, Airbus A350 и A400M, C-130 AMP, а также при модернизации C-17, F15 и F18. Стандарт находит широкое применение во множестве других коммерческих и военных самолётов. В 2013 г. комитет ARINC 818 выпустил новую версию стандарта. Целью этого обновления являлось добавление новых функций и стандартизация некоторых новшеств, внесённых в процессе использования стандарта пользователями и производителями самолётов.

ARINC 818 является прекрасным примером того, как стандарт, подготовленный на основе сотрудничества и партнёрских отношений, может способствовать лучшей совместимости и практике использования авиационного оборудования. В то же время регулярное обновление стандарта позволяет обеспечивать его соответствие новейшим потребностям и возможностям производства, гарантируя учёт требований отрасли. В процессе работы над стандартом ARINC 818-2 принимали участие представители и поставщиков (производители оборудования), и пользователей (пилоты летательных аппаратов), что гарантирует важность и необходимость самого стандарта и открывает перспективы его развития.

Предшественником ARINC 818 был стандарт FC-AV (Fibre Channel, Audio Video). Он был принят ANSI под кодовым названием ANSI INCITS 356-2002. В этом документе описывалось использование первых пяти уровней (с 0 по 4) стандарта Fibre Channel (FC). Как в стандарте HOTLink®, так и в FC-AV в качестве среды передачи физического (нулевого) уровня могут использоваться медные и оптические волокна, а для кодирования информации на первом уровне (FC-1) протокола передачи данных – кодирование 8B/10B. Уровень FC-2 определяет контейнер для хранения передаваемой видеоинформации, описывая способ упаковки видеокладов в кадры Fiber Channel, а также структуру заголовков и объектов кадра FC. Эти объекты содержат вспомогательную информацию, аудио- и видеоданные, в то время как заголовок описывает формат видео и порядок размещения видеокладов в последующих кадрах протокола FC. В FC-AV, как правило, не используется уровень управления FC-3, но в то же время используется уровень отображения FC-4, особенно Frame Header Control Protocol (FHCP). Заголовок кадра используется для передачи информации, которая необходима для реконструкции видеоизображения, инкапсулированного в контейнере. Следует отметить, что FC-AV является двунаправленным протоколом (более подробную информацию о FC-AV можно получить на сайте www.fc-av.info).

В 2005 году Airbus и Boeing совместными усилиями инициировали разработку нового стандарта в Digital Video Subcommittee ARINC в связи с работой над новыми авиалайнерами моделей Boeing 787 и Airbus A400M. Главным побудительным мотивом для этого стало стремление унифицировать множе-

ство отраслевых стандартов, использовавшихся поставщиками авиакосмического электронного оборудования. Например, у всех основных производителей, таких как Honeywell, Rockwell Collins и Thales, использовались собственные протоколы связи. Помимо этого новый стандарт должен был обладать повышенной пропускной способностью и возможностями, описываемыми далее в статье.

Основной целью разработки ARINC 818 было создание надёжного протокола, отвечающего повышенным потребностям современных видеосистем в пропускной способности, и позволяющего осуществлять прецизионное тактирование передачи для чёткой синхронизации дисплеев. При этом в качестве физического уровня передачи данных по-прежнему используется Fibre Channel, а на более высоких уровнях задействуются все преимущества новейших сетевых стандартов. Преимуществом FC являются детерминированность протокола и низкая латентность. В то же время в стандарте ARINC 818 включены операции обнаружения ошибок.

Высокая пропускная способность

На тот момент, когда утверждался стандарт ARINC 818, оптоволоконный канал поддерживал скорости передачи 1,0625, 2,125, 4,25, и 8,5 Гбит/с. К настоящему времени скорость передачи достигла 14,025 и 28,05 Гбит/с и, по мере роста спроса, планируются ещё более высокие скорости. Например для дисплея формата WQXGA (кадровая частота 30 Гц, разрешение 2560 × 1600 пикселей, 24-битный цвет) требуется пропускная способность 3864 Мбит/с.

Малые задержки

Одной из наиболее важных особенностей ARINC 818 является способность передавать несжатое видео с чрезвычайно малыми временными задержками, в большинстве случаев не превышающими длительности одного кадра. Малые задержки особенно важны для индикаторов на лобовом стекле лета-



ФАВОРИТ. Фактор качества. Факт успеха.

Комплексные поставки электронных компонентов специального, двойного и общего назначения

Второй поставщик в системе «ВОЕНЭЛЕКТРОНСЕРТ».

Поставка ЭК отечественного производства категорий качества ОТК, ВП, ОСМ, ОС.

Поставка ЭК иностранного производства с предоставлением гарантий качества, проведением сертификационных испытаний по оценке соответствия требованиям нормативных документов Минобороны РФ.



«Фаворит – Электронная Компания»

WWW.FAVORIT-EC.RU тел./факс: +7(495) 627-76-24

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

Представительство ЗАО «Фаворит – ЭК»
в Санкт-Петербурге
Тел.: +7 (812) 449-52-41
www.spbnek.ru • spb@favorit-ec.ru

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

Реклама

тельного аппарата (Heads-Up Displays, HUD), где различия в изображении, формируемом HUD, и реальном фоне могут вызвать головокружение или укачивание лётчика.

В общем случае задержка определяется конкретной реализацией системы отображения. В некоторых случаях изображение проходит потоком через несколько стеков и может быть отображено практически в режиме реального времени. В других случаях используется два попеременно заполняемых графических буфера, один из которых служит для отображения, а другой – для заполнения, получая при этом задержку вывода изображения в один кадр. При частоте развёртки 30 Гц задержка равна 33 мс, а при 60 Гц она уменьшается уже до 16 мс, что уже достаточно мало даже для самых требовательных приложений [1]. В ARINC 818 отсутствуют ограничения на частоту кадров, что позволяет за счёт её повышения добиться ещё меньших задержек.

Впервые стандарт ARINC 818 был опубликован в октябре 2006 г., а дополнение к нему – год спустя. С тех пор он использовался во множестве программ, а дисплеи с ARINC 818 успешно отработали

сотни тысяч лётных часов как на военных, так и на коммерческих самолётах.

Развитие авиационных программ привело к возникновению новых требований к устройствам на основе протокола ARINC 818. Для поддержания совместимости в рамках ARINC 818 в адрес рабочей группы по цифровому видео был направлен проект инициации процесса модификации стандарта APIM 13-001, и в январе 2013 г. в Майами, штат Флорида, процесс модернизации стандарта был начат.

На протяжении весны и лета представители Airbus, Boeing, Cotswolds, Elbit, Thales, Honeywell, DDC, SRB Consulting, Inc. и Great River Technology обсуждали и подготавливали различные составляющие новой редакции.

20 августа 2013 г. в Аннаполисе, штат Мэриленд, прошла встреча, где проект стандарта в новой редакции был утверждён. И окончательно ратифицирован на промежуточной сессии в г. Загреб (Хорватия), проходившей с 31 октября по 1 ноября 2013 г.

В новую редакцию были включены следующие пункты:

- поддержка более скоростных режимов: Fiber Channel 6x, 12x, 16x, 24x, 32x и т.д.;
- способы сжатия видео;
- способы кодирования видео;
- основные принципы коммутации видео;
- поддержка Field Sequential Color (последовательной передачи цветов);
- объединение каналов передачи;
- поддержка двунаправленной связи и синхронизации видеокамер;
- режимы передачи исключительно цифровых данных;
- поддержка stereo/3D-дисплеев;
- описание характеристик оптического сигнала;
- руководство для расчёта циклического контрольного кода (CRC) для базовых кадров.

СКОРОСТЬ

В первой версии стандарта ARINC 818-1 поддерживаются следующие скорости (см. табл. 1). Во второй версии список скоростей выглядит гораздо шире (см. табл. 2).

Скорости 6x, 12x и 24x были добавлены для того, чтобы появилась возможность использования высокоскоростных двунаправленных коаксиальных линий связи с передачей питания по сигнальному кабелю. Режим «5 Гбит/с» добавлен для совместимости со стан-

дартными интерфейсами, широко используемыми в ПЛИС (FPGA).

В дополнение к перечисленным выше скоростям в соответствующей Спецификации интерфейса управления (Interface Control Document, ICD) можно указать любую другую скорость передачи исключительно для цифровых данных, передаваемых в обратном направлении по отношению к основному потоку. Например, для видеокамеры вполне достаточно скорости передачи сигналов управления, существенно меньшей даже скорости FC 1x.

СЖАТИЕ И КОДИРОВАНИЕ

Изначально в стандарте ADBV была предусмотрена только передача несжатых видео- и аудиосигналов. Однако для современных дисплеев и датчиков высокого разрешения желательно использовать процедуру сжатия информации. Кроме того, некоторые данные могут быть секретными и соответственно нуждаются в защите. С учётом этих требований в спецификацию была внесена поправка, описывающая новый класс объектов с указанием наличия способа сжатия, типа шифрования или обоих свойств сразу.

Так как ADVB унаследовал спецификации Fiber Channel Audio Video, то в нём используются те же классы объектов. Эти классы указываются в заголовке кадра ADVB для Объектов 0–3. Коду 50h соответствуют дополнительные данные Объекта 1, 40h – аудиоданные Объекта 1 и 10h – видеоданные Объектов 2 и 3.

Вместо того чтобы попытаться охватить все типы сжатия или алгоритмы шифрования, было принято решение следовать философии ARINC 818 и в документе ICD определять алгоритмы, используемые в проекте. Теперь для сжатых, зашифрованных или использующих оба преобразования дополнительных данных можно использовать вновь введённые классы 51h, 52h и 53h. Для аналогичных преобразований аудиоданных используются классы объектов 41h, 42h и 43h, а для видеоданных – типы 11h, 12h, 13h.

При использовании в проекте нескольких типов кодеков для выбора правильного можно использовать поле простого параметрического индекса цифрового видео (Digital Video index field). Всё это означает, что сам по себе стандарт ARINC 818 недостаточен для полного описания работы системы, и для уточнения деталей реализации требуется использовать спецификацию ICD.

Таблица 1. Скорости передачи данных, поддерживаемые стандартом ARINC 818-1

Скорость, Гбит/с	Примечание
1,0625	FC 1x rate
1,5	
1,62	
2,125	FC 2x rate
2,5	
3,1875	FC 3x rate
4,25	FC 4x rate
8,5	FC 8x rate

Таблица 2. Скорости передачи данных, поддерживаемые стандартом ARINC 818-2

Скорость, Гбит/с	Примечание
1,0625	FC 1x rate
1,5	
1,62	
2,125	FC 2x rate
2,5	
3,1875	FC 3x rate
4,25	FC 4x rate
5,0	
6,375	FC 6x rate
8,5	FC 8x rate
12,75	FC 12x rate
14,025	FC 16x rate
21,0375	FC 24x rate
28,05	FC 32x rate

КОММУТАЦИЯ СИГНАЛОВ

Стандарт ARINC 818 изначально создавался как интерфейс «точка–точка», который помогает достичь 100%-го качества обслуживания. Поскольку в аэрокосмическом оборудовании часто используются несколько каналов передачи данных, важную роль приобретает возможность их коммутации. В то же время, для того чтобы гарантировать совместимость отдельных подсистем, необходимо формализовать некоторые детали реализации и включить соответствующие рекомендации в спецификацию стандарта. При этом в сам стандарт было внесено только несколько жёстких требований.

Первое требование – реальное переключение должно осуществляться только между различными контейнерами. С практической точки зрения это означает, что при передаче видео коммутатор (для выполнения переключения) будет ожидать периода вертикального бланкирования, что позволит исключить появление некорректных кадров. Для передачи данных и аудио реализовать это становится несколько сложнее, и здесь большую роль играет точный выбор размера контейнера с данными, в противном случае ожидание окончания передачи контейнера может сделать задержку переключения слишком большой.

Помимо вопросов, обсуждавшихся ранее, стандарт ARINC 818-2 содержит руководство ICD по описанию охватываемых пунктов, таких как внутри- и внеполосное управление, многоадресные передачи, состояния портов, диагностика и задержки.

ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНАЯ ПЕРЕДАЧА ЦВЕТОВ

Код описания видеоформата был дополнен поддержкой режима последовательной передачи цветов. В этом режиме каждый компонент цвета передаётся в отдельном контейнере. Например в режиме RGB передаётся сначала содержимое красной составляющей кадра R, затем зелёной G, потом синей B, после чего цикл повторяется. Каждый контейнер будет передаваться с утроенной частотой смены кадров, т.е. 180 Гц для 60 Гц видео.

ОБЪЕДИНЕНИЕ КАНАЛОВ

Традиционным методом для преодоления ограничений пропускной способности является использование нескольких путей для транспортировки видео. Видеокадр разбивается на более мел-

кие сегменты и передаётся по двум или более каналам. Использование нескольких путей позволяет снизить стоимость передачи: например FPGA с двумя линиями передачи по 3,1875 Гбит/с обойдётся дешевле, чем имеющая одну линию с пропускной способностью 6,375 Гбит/с.

Для передачи изображения формата WQXGA с 24-битной глубиной цвета при частоте кадров 60 Гц требуется канал с пропускной способностью 737 280 000 бит/с. С помощью объединения каналов такое изображение можно разделить на два потока и передать через два канала ARINC 818 со скоростью 4,25 Гбит/с каждый.

Методов разбиения видео на фрагменты достаточно много, выбор их зависит от конкретной реализации, но, как правило, это разбивка на левые и правые половинки кадра или на чётные / нечётные пиксели. И вновь способ разбиения описывается в документе ICD, где должны указываться такие параметры, как допустимая несимметричность и задержка между каналами. Для соответствия спецификации каждый канал должен передавать полный кадр ADVB с заголовком и вспомогательными данными. Чтобы свести к минимуму размер буфера, необходимо обеспечить рассинхронизацию каналов не более 1/5 максимальной длительности кадра ADVB.

КАНАЛЫ ИСКЛЮЧИТЕЛЬНОЙ ПЕРЕДАЧИ ДАННЫХ

Ещё одно новшество, добавленное в спецификацию стандарта ARINC 818, позволяет создавать каналы, предназначенные только для передачи данных. Такие каналы обеспечивают возможность передачи только команд управления, данных контроля состояния или координат сенсорных экранов. При этом используются только контейнеры объектов типа 0. Заголовок кадра ADVB должен сообщать размеры (в байтах) Объекта 0, чтобы приёмник мог определить только передающиеся данные (тремя способами):

- 1) размер объекта в заголовке ADVB для Объектов 1, 2 и 3 будет установлен равным 0;
- 2) количество строк и столбцов данных в слове дополнительных данных будет установлено на 0;
- 3) в слове 3 (слове управления) Объекта 0 будет установлено 8 бит, что соответствует типу параметра 1.

Передаваемые данные могут быть любого размера и могут упаковывать-

ся в несколько кадров ADVB. Общий размер (в байтах) должен быть указан в поле размер Объекта 0 в заголовке ADVB. Любые специфические правила пакетирования (например, использование кадров ADVB фиксированного размера) должны быть указаны в ICD. Каналы исключительной передачи данных могут иметь как одну из упомянутых ранее стандартную скорость передачи, так и любую другую, описанную в ICD.

ДВУНАПРАВЛЕННЫЕ ИНТЕРФЕЙСЫ КАМЕР

С точки зрения практики, двунаправленный интерфейс камеры – просто частный случай канала исключительной передачи данных. Впрочем, некоторые специфические рекомендации для этого типа каналов стоит включить в описание стандарта. Для передачи видео с камеры нужно использовать одну из стандартных скоростей передачи данных, в то время как для канала управления следует придерживаться вышеуказанных правил для каналов исключительной передачи данных. Ещё одна потенциальная возможность применения этого интерфейса состоит в его использовании для синхронизации нескольких камер, чтобы облегчить такие операции, как наложение и объединение изображений. В этом случае специальный бит указывает, что данный пакет является маркером синхронизации и служит для синхронизации запуска инициирующего кадра (Start of Frame Initiate, SOFi). И, опять-таки параметры канала управления камерой и допустимые погрешности синхронизации должны быть указаны в ICD.

СТЕРЕО И ДРУГИЕ ТИПЫ ДИСПЛЕЕВ

Возможность создавать стереодисплеи на основе ARINC 818 существовала всегда. Однако вторая редакция стандарта добавила в него некоторые параметры управления, расширившие его возможности. Добавления позволили сделать дисплей не только стереоскопическим, но и многофункциональным, с выводом изображения на часть экрана или плиточным размещением нескольких изображений. Примером могут служить изображения на экране, разделённые по горизонтали (см. рис. 1) и по вертикали (см. рис. 2), а также расположенные в виде плиток (см. рис. 3).

С помощью дополнительных управляющих объектов появляется возможность делать горизонтальные и вертикальные срезы изображений. При

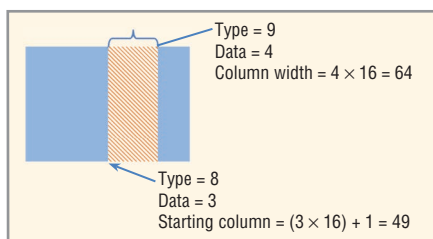


Рис. 1. Передача вертикальной полосы изображения с использованием объектов типов 8 и 9

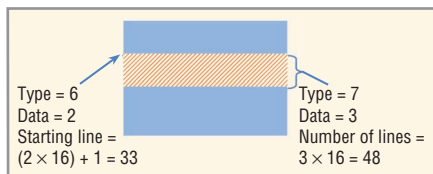


Рис. 2. Передача горизонтальной полосы изображения с использованием объектов типов 6 и 7

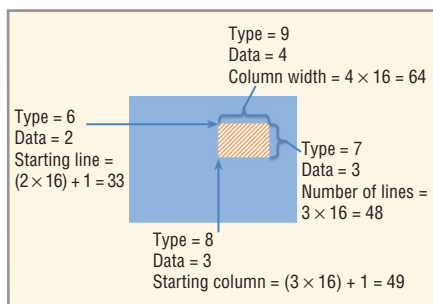


Рис. 3. Передача изображения в виде прямоугольной плитки с использованием объектов типов 6, 7, 8 и 9

одновременном использовании горизонтального и вертикального срезов можно выделять интересующую область. Возможно также разделение левых и правых каналов изображения и зоны вставки изображений. Добавлены также положения, гарантирующие, что код циклического контроля (Cyclic Redundancy Check, CRC) будет рассчитываться только по конкретным пикселям.

Пропускная способность оптического канала передачи

Спецификация ADVB никогда напрямую не регламентировала параметры физической среды передачи, ссылаясь на другие документы, например, ARINC 801 (волоконно-оптические коннекторы) или ARINC 802 (волоконно-оптический кабель). Однако для обеспечения совместимости и необходимой пропускной способности в ICD был добавлен раздел, описывающий пропускную способность оптического канала передачи. По отношению к передатчикам сигнала в ICD должны быть описаны следующие параметры:

- тип оптического волокна, по которому передаётся сигнал;
 - многомодовый или одномодовый тип волокна;
 - плавный или ступенчатый характер изменения коэффициента преломления;
 - диаметры оболочки и сердцевины волокна;
- скорость передачи данных;
- длина волны оптического излучения и максимальная ширина спектра;
- минимальная и максимальная выходная оптическая мощность;
- пиковая амплитуда модулированного оптического сигнала и/или коэффициент модуляции;
- максимальная длительность нарастания и спада сигнала и/или очковая диаграмма.

По отношению к приёмникам в ICD указываются:

- тип оптического волокна, по которому передаётся сигнал;
 - многомодовый или одномодовый тип волокна;
 - плавный или ступенчатый характер изменения коэффициента преломления;
 - диаметры оболочки и сердцевины волокна;
- скорость передачи данных;
- длина волны оптического излучения и максимальная ширина спектра;
- минимальная и максимальная оптическая мощность на входе приёмника;
- сигналы разрешения и запрещения передачи.

Стандартные ICD теперь могут быть определены для каждой скорости передачи данных.

Вычисление кода циклического контроля CRC

Одним из наиболее сложных вопросов при внедрении стандарта ARINC 818-1 был правильный расчёт контрольного кода CRC для ведущего кадра. Сам по себе расчёт CRC достаточно сложен, поэтому легко допустить ошибку в его реализации. Поэтому в стандарт был добавлен пример, подробно описывающий каждый шаг в расчёте CRC для видеокадров.

Перспективы ARINC 818-2

Стандарт видеоинтерфейса и протоколов обмена ARINC 818 создавался в расчёте на создание систем с высокой пропускной способностью, способных передавать несжатый цифровой видеосигнал с минимальными задержками. Он был модернизирован ARINC и аэро-

космическим сообществом для соответствия ужесточающимся требованиям к высокопроизводительным цифровым видеосистемам. Ещё до окончательного утверждения новая редакция стандарта была принята за основу во множестве аэрокосмических и военных программ и стала стандартом «де-факто» для высокопроизводительных видеосистем военного назначения. В настоящее же время стандарт ARINC 818 оценивается как перспективная основа для систем, ориентированных на использование в медицинской и станкостроительной промышленности.

Видеосистемы на базе ARINC 818 включают в себя датчики, работающие в инфракрасном и других диапазонах длин волн, оптические видеокамеры, радары, бортовые самописцы, маршрутные системы, системы искусственного зрения, системы со слиянием изображений, индикаторы на лобовом стекле, multifunctional планшеты дисплеи и видеоконцентраторы. Эти видеосистемы используются для обеспечения рулёжки и взлёта летательных аппаратов, погрузки, навигации, слежения за целью, предупреждения столкновений и выполнения множества других важнейших задач.

В новой редакции стандарта ARINC 818-2 были добавлены пункты, позволяющие более чётко описывать сложные видеосистемы, включающие датчики, обработку/коммутацию сигналов и управление дисплеями.

Заключение

Стандарт ARINC 818 широко используется во всё большем количестве систем, так как обеспечивает надёжную защиту от ошибок, малые задержки и высокую пропускную способность каналов передачи данных для дисплеев, видеокамер и датчиков. Он используется во всём мире при проектировании гражданских и военных самолётов нового поколения, а также в программах модернизации существующих систем.

Активное участие производителей и поставщиков аэрокосмической отрасли в разработке представленной редакции показывает, что ADVB имеет широкую поддержку. Более высокие скорости передачи, сжатия и шифрования сигналов, а также построение сетей и развитых схем подключения дисплеев гарантирует ARINC 818 стабильный рост популярности и расширение сферы применения за пределами аэрокосмической отрасли.

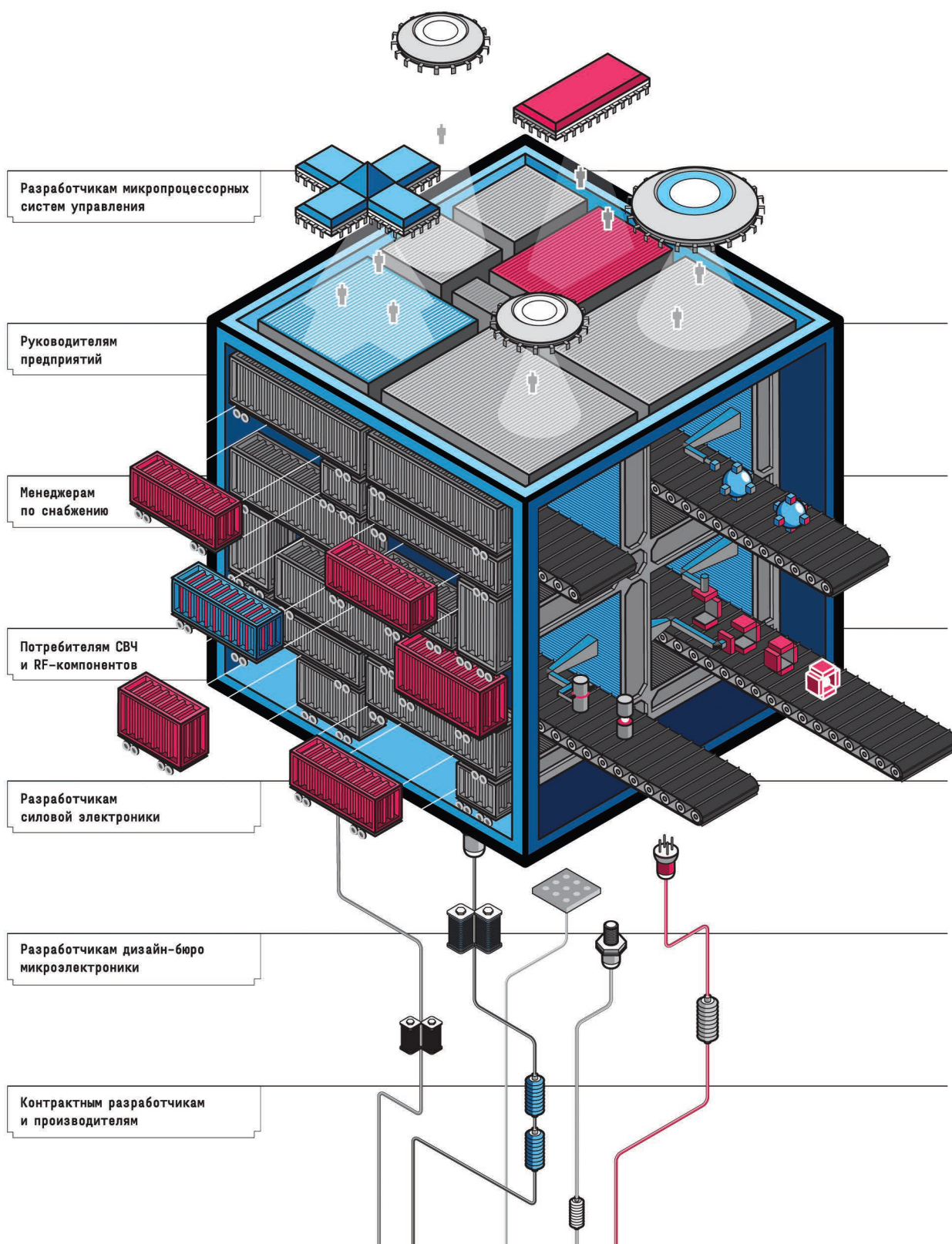


НОВАЯ ЭЛЕКТРОНИКА / РОССИЯ

25–27 МАРТА 2014

МОСКВА
ЭКСПОЦЕНТР
НА КРАСНОЙ ПРЕСНЕ

главная российская выставка электронных компонентов и модулей



Особенности реализации полупроводниковых датчиков температуры

Олег Дворников, Владимир Чеховский,
Валентин Дятлов (г. Минск, Беларусь),
Николай Прокопенко (г. Шахты, Ростовская обл.)

В статье рассмотрены температурные зависимости вольтамперных характеристик элементов биполярных микросхем, проанализированы схемотехника и параметры полупроводниковых датчиков температуры серий LM, MCP, TMP и ADT. Особое внимание уделено повышению точности измерения.

ВВЕДЕНИЕ

Датчик температуры – один из наиболее распространённых первичных измерительных преобразователей. Это объясняется как потребностью в высокоточной регистрации температуры для многих областей науки и техники, так и необходимостью осуществления компенсации температурного изменения основных характеристик в различных микроэлектронных устройствах [1].

Различие диапазона регистрируемых температур и требований к согласованию с микроконтроллерами обуславливают существование разнообразных термочувствительных элементов и их интерфейсов. Так, в качестве термочувствительных элементов чаще всего применяют термопары (Thermocouple), резистивные температурные датчики (Resistive Temperature Detector), термисторы (Thermistor), полупроводниковые активные и пассивные элементы, а выходной информацией температурных датчиков может быть [2, 3]:

- напряжение или ток, пропорциональные температуре (Analog Output);
- частота, пропорциональная температуре (Frequency Output);
- скорость изменения выходного сигнала, пропорциональная температуре (Ramp Rate Output);
- коэффициент заполнения выходного сигнала, пропорциональный температуре (Duty Cycle Output);
- цифровые данные (Serial Output), передаваемые по разным шинам, например, SPI, I²C, SMBus;
- логический уровень, показывающий превышение заданной температуры или нахождение в заданном диапазоне температур (Logic Output).

Целью настоящей статьи является аналитический обзор датчиков тем-

пературы, допускающих как отдельное применение, так и использование в составе микроэлектронных интерфейсов [1, 4]. В большинстве случаев такие датчики должны работать в диапазоне температур –60...+125°C, обеспечивать аналоговый выход и технологическую совместимость с интегральными схемами (ИС) интерфейсов.

ТЕМПЕРАТУРНЫЕ ЗАВИСИМОСТИ ПАРАМЕТРОВ ОСНОВНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ ИС

Температурные зависимости параметров элементов ИС были исследованы при проектировании источников опорного напряжения [5]. Некоторые из этих зависимостей, например, падение напряжения на прямосмещённом *p-n*-переходе, являются основой построения термочувствительных элементов, а другие, такие как температурная зависимость сопротивления полупроводниковых резисторов и обратного тока насыщения *p-n*-перехода, приводят к нелинейности преобразования температуры в амплитуду выходного сигнала датчика. Таким образом, при проектировании датчиков температуры необходимо представлять температурные зависимости элементов и правильно учитывать их при схемотехническом моделировании, а также рассматривать возможность компенсации нелинейных температурных эффектов.

Биполярные транзисторы

Биполярные транзисторы (БТ) используются в различных цепях ИС для усиления напряжения и тока, формирования источников и повторителей тока, сдвига уровня постоянного напряжения, в качестве термочувствительных элементов и пр. В зависимости от области применения, к параметрам

БТ предъявляются различные требования, которые будут рассмотрены ниже.

Основную температурную зависимость кремниевых БТ описывают выражения [6]:

$$I_C \approx IS \times \exp \frac{V_{BE}}{\phi_T}, \quad (1)$$

$$IS = \text{const} \times T^n \times \exp -\frac{E_{G0}}{\phi_T}, \quad (2)$$

где I_C – коллекторный ток; IS – обратный ток насыщения эмиттерного перехода; V_{BE} – падение напряжения на прямосмещённом эмиттерном переходе; $\phi_T = k \times T/q$ – температурный потенциал; k – постоянная Больцмана; T – температура в градусах Кельвина; q – заряд электрона; const – постоянная, определяемая физико-технологическими параметрами БТ, не зависящая от температуры и прямо пропорциональная площади эмиттерного перехода S_E ; n – показатель степени, описывающий, в том числе, температурную зависимость подвижности неосновных носителей заряда, n изменяется от 1,5 до 3 [6]; E_{G0} – ширина запрещённой зоны кремния при $T = 0$ К.

При работе БТ в широком диапазоне коллекторных токов необходимо учитывать отклонение вольтамперной характеристики (ВАХ) от экспоненциальной зависимости (1), которое обычно описывается с помощью зависящего от коллекторного тока m -фактора:

$$I_C \approx IS \times \exp \frac{V_{BE}}{m \times \phi_T} = \text{const} \times T^n \times \exp \frac{V_{BE} - E_{G0}}{m \times \phi_T}. \quad (3)$$

Чаще всего величина m -фактора находится в диапазоне от 1 до 3. В области малых токов отклонение m от единицы объясняется усилением влияния на работу БТ процессов рекомбинации, а в области больших токов – сопротивлением базовой области и эффектами высокого уровня инжекции, поэтому значение m -фактора частично зависит от конструкции транзистора. Так, для горизонтальных *p-n-p*-транзисторов отклонение m от единицы в области малых коллекторных токов обыч-

но проявляется раньше, чем для $n-p-n$ -транзисторов из-за увеличения рекомбинационных токов. Уменьшить величину m -фактора в области больших коллекторных токов возможно с помощью конструкций БТ, обеспечивающих малое сопротивление базовой области.

На ВАХ транзисторов также влияют механические напряжения, возникающие на кристалле из-за действия различных температурных коэффициентов расширения материалов подложки и корпуса или при герметизации кристалла с помощью полимеров [7]. Эти напряжения являются одной из причин долговременного дрейфа характеристик. Экспериментальные исследования показали, что изменение характеристик вертикальных $p-n-p$ -транзисторов с коллектором на подложке при наличии механических напряжений меньше, чем $n-p-n$ -транзисторов [8].

Таким образом, при выборе БТ для датчиков температуры можно рекомендовать:

- в качестве термочувствительного элемента – прямосмещённый эмиттерный переход вертикального $p-n-p$ -или $n-p-n$ -транзистора (не допускается использование горизонтального $p-n-p$ -транзистора);
- конструкцию БТ с минимальным сопротивлением базовой области;
- максимальное увеличение плотности коллекторного тока до появления области, в которой $m > 1$.

Последнее условие легко выполнить при схемотехническом моделировании БТ, включённого по схеме с общей базой, и расчёте m -фактора по соотношению:

$$m = \frac{V_{BE}}{\phi_T \times \ln \frac{I_C}{I_{CM1}} + V_{BEM1}}, \quad (4)$$

где V_{BEM1} – падение напряжения на прямосмещённом эмиттерном переходе при величине коллекторного тока I_{CM1} , соответствующей среднему уровню токов, где $m \approx 1$.

Пример моделирования и расчёта m -фактора, позволяющий выбрать область рабочих токов и напряжений, приведён на рисунках 1 и 2 для $n-p-n$ -транзистора базового матричного кристалла «АБМК-1.3» [5]. В соответствии с правилами графического постпроцессора системы проектирования OrCAD на вертикальной оси отображена переменная $V(Vb:+)/ (714.29mV +$

$+ 26mV \cdot \log(I(Q1:c)/50.63\mu A))$, которая соответствует (4) при $V_{BEM1} = 714,29$ мВ, $I_{CM1} = 50,63$ мкА, $\phi_T = 26$ мВ.

Важность учёта m -фактора при выборе БТ в качестве термочувствительного элемента неоднократно отмечалась в литературе [9, 10]. Поэтому для обеспечения высокой точности температурных измерений с помощью дискретных транзисторов можно рекомендовать выполнение измерений и отбор транзисторов по m -фактору в соответствии с (4), например, с применением измерителя параметров полупроводниковых приборов ИППП-1 и графического постпроцессора OrCAD [11, 12].

Из (3) получаем соотношения для определения прямого падения напряжения на эмиттерном переходе БТ $V_{BE} = f(I_C, T)$ и его температурного изменения $dV_{BE}/dT = f(I_C, T)$:

$$\frac{V_{BE}}{m} = E_{G0} \times \left(1 - \frac{T}{T_0}\right) + \frac{V_{BE0}}{m} \times \frac{T}{T_0} + \quad (5)$$

$$+ \frac{n \times k \times T}{q} \times \ln \frac{T_0}{T} + \frac{k \times T}{q} \times \ln \frac{I_C}{I_{C0}},$$

$$\frac{1}{m} \times \frac{dV_{BE}}{dT} = -\frac{E_{G0}}{T_0} - \frac{V_{BE0}}{m} \times \frac{1}{T_0} - \frac{n \times k}{q} \times \left(1 + \ln \frac{T}{T_0}\right) + \frac{k}{q} \times \ln \frac{I_C}{I_{C0}}, \quad (6)$$

где V_{BE0} – падение напряжения на прямосмещённом эмиттерном переходе в опорной рабочей точке при $T = T_0$, $I_C = I_{C0}$.

Заметим, что для транзистора типа GC1E $n = 1,23$ в диапазоне температур от 200 до 400 К и $I_{C0} = 400$ мкА, поэтому в соответствии с (6) температурный коэффициент dV_{BE}/dT при $T = 300$ К будет составлять $-1,744$ мВ/К.

Характеристики ряда аналоговых устройств, выполненных на БТ, зависят от статического коэффициента передачи тока в схеме с общим эмиттером (β) и его температурной зависимости, для оценки которой справедливо условие [13]:

$$\frac{d\beta}{\beta} \times \frac{1}{dT} = +0,005 \left[\frac{1}{^\circ C} \right]. \quad (7)$$

В Spice-подобных симуляторах температурную зависимость $\beta = \beta(T)$ характеризуют главным образом параметром XTB :

$$BF(T) = BF(T_0) \times \left(\frac{T}{T_0} \right)^{XTB}, \quad (8)$$

где $BF(T)$, $BF(T_0)$ – величина Spice-параметра BF при температуре T , T_0 ;

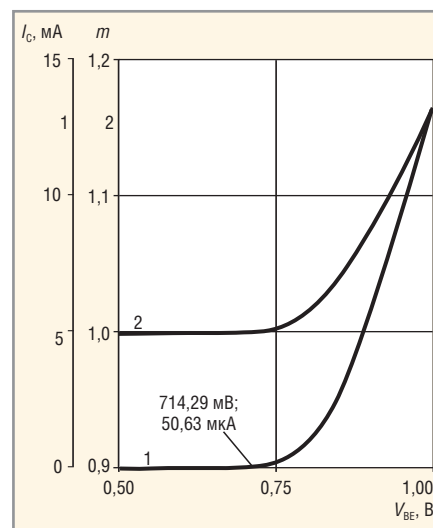


Рис. 1. Зависимость коллекторного тока (график 1, ось 1) и m -фактора (график 2, ось 2) от напряжения на прямосмещённом эмиттерном переходе $n-p-n$ -транзистора типа GC1E

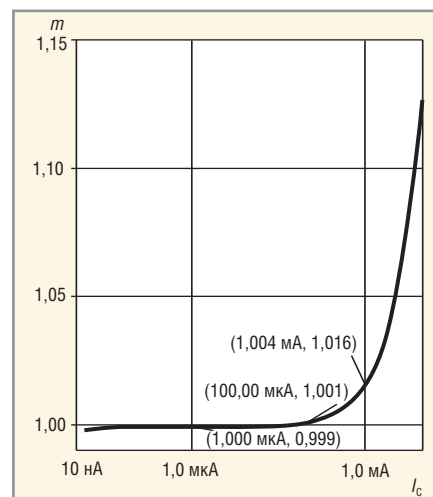


Рис. 2. Зависимость m -фактора от коллекторного тока $n-p-n$ -транзистора типа GC1E

$BF = \beta$ в активном режиме работы БТ в прямом включении в том случае, когда допустимо пренебречь зависимостью β от тока и напряжения на коллекторном переходе, XTB – температурный коэффициент параметра BF .

Обычно за величину параметра BF принимают максимум функции [14]:

$$\beta = \beta(I_C) \text{ при } V_{CB} = 0, \quad (9)$$

поэтому величину XTB необходимо подобрать таким образом, чтобы при крайних значениях диапазона температур для максимального β обеспечивалось выполнение условия (8). Например, максимальная величина β при температуре $-60^\circ C$ составляла 54,18%, а при $+125^\circ C$ – 134,68%, значения при нормальных же условиях ($27^\circ C$) – 89,21%, как показано на рисунке 3 для транзисторов «АБМК-1.3».

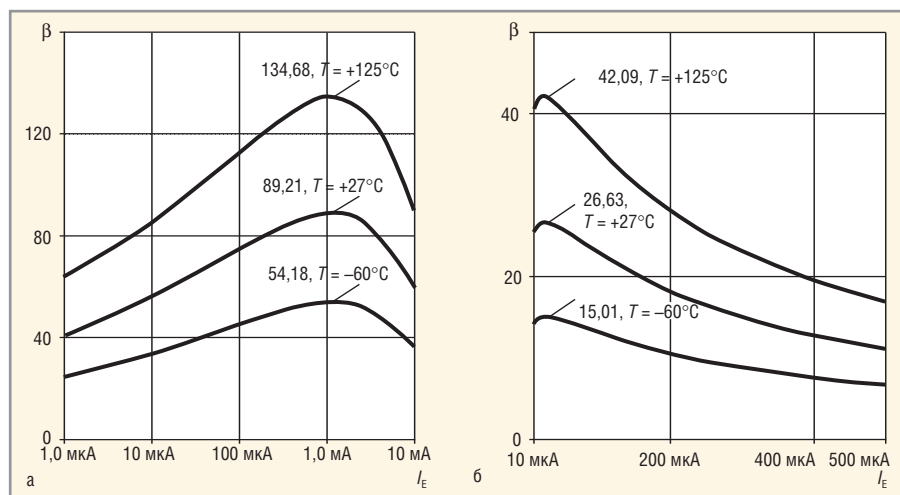


Рис. 3. Температурная зависимость β биполярных транзисторов «АБМК-1.3»:

а – n - p - n -типа 2GC; б – p - n - p -типа PNPJFnp

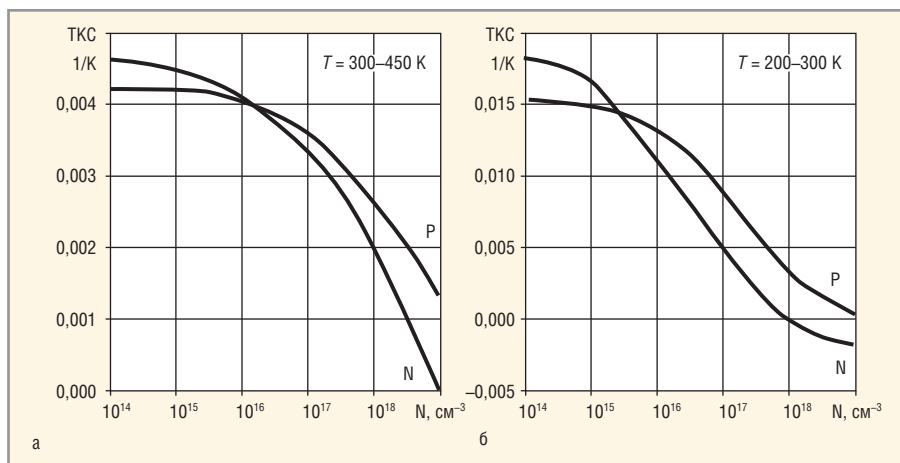


Рис. 4. Температурный коэффициент сопротивления кремниевых резисторов разного типа проводимости в зависимости от концентрации примеси при температурах 300–450 К (а) и 200–300 К (б)

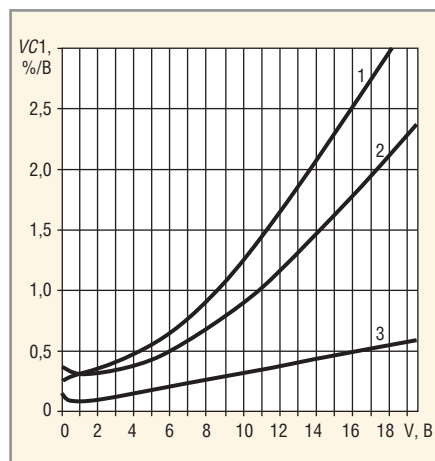


Рис. 5. Зависимость коэффициента $VC1$ от напряжения:

- 1 – для p -резистора: $L = 7,5$ мкм, $W = 10$ мкм;
- 2 – для p -резистора: $L = 9,0$ мкм, $W = 10$ мкм;
- 3 – для ПКК-резистора: $L = 192$ мкм, $W = 20$ мкм

Резисторы

Зависимость сопротивления резистора от напряжения и температуры $R(V, T)$ при моделировании часто представляется в следующем виде:

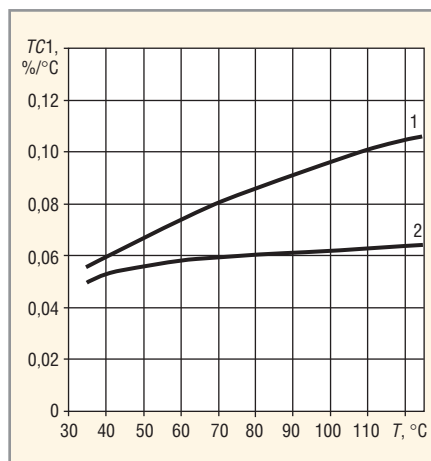


Рис. 6. Зависимость коэффициента $TC1$ от температуры:

- 1 – для p -резистора: $L = 7,5$ мкм, $W = 4$ мкм;
- 2 – для ПКК-резистора: $L = 192$ мкм, $W = 20$ мкм

$$R(V, T) = R_0 \times [1 + VC1 \times (V^+ - V^-) + VC2(V^+ - V^-)^2] \times [1 + TC1 \times (T - T_0) + TC2 \times (T - T_0)^2],$$

где V^+ , V^- – положительный и отрицательный потенциал выводов резистора;

T , T_0 – текущая и номинальная температура; R_0 – сопротивление резистора при номинальной температуре и малом падении напряжения на резисторе; $VC1$ ($VC2$) – коэффициент линейной (квадратичной) зависимости сопротивления от напряжения (Voltage Coefficient of Resistance); $TC1$ ($TC2$) – коэффициент линейной (квадратичной) зависимости сопротивления от температуры (Temperature Coefficient of Resistance). В инженерной практике для расчётов обычно применяют только коэффициенты $VC1$, $TC1$, величины которых определяют как усреднённые значения в диапазоне напряжений и температур.

Нелинейность и температурная зависимость ВАХ резисторов может оказать значительное влияние на характеристики датчиков температуры, поэтому для прецизионных изделий рекомендуется применение тонкоплёночных резисторов с малым температурным коэффициентом сопротивления (ТКС). Если при разработке ИС доступны только полупроводниковые резисторы, то их следует выполнять на сильнолегированных полупроводниковых слоях с минимальным ТКС, который можно оценить по графикам на рисунке 4 [14].

Так, p -резисторы «АБМК-1.3» характеризуются сопротивлением слоя $R_s = 560$ Ом/квadrat и глубиной залегания $X_j = 0,36$ мкм, при этом их удельное сопротивление составляет $\rho \approx R_s X_j = 0,02$ Ом·см и средняя концентрация примеси $N = 3 \times 10^{18}$ см $^{-3}$. В диапазоне температур от 300 до 450 К для p -резисторов ТКС = 0,0015, а параметры модели $TC1 = 0,0015$, $TC2 = 0$.

Обычно полагают, что для полупроводникового резистора нелинейность ВАХ обусловлена распространением области пространственного заряда изолирующего p - n -перехода в токопроводящую область резистора. Этот эффект аналогичен действию затвора в полевых транзисторах с p - n -переходом, поэтому для описания нелинейности ВАХ полупроводникового резистора часто применяют комбинированную модель Шихмана-Ходжеса [14].

Резисторы современных микросхем чаще всего реализованы на сильнолегированных полупроводниковых слоях, расположенных в слаболегированных изолирующих карманах. В этом случае область пространственного заряда изолирующего p - n -перехода преимущественно распространяется в карман,

и нелинейность ВАХ резисторов в большей степени обусловлена насыщением скорости носителей заряда в электрических полях с большой напряжённостью. На рисунках 5 и 6 приведены результаты измерений ВАХ сильнолегированных резисторов разной длины (L) и ширины (W), сформированных с помощью технологического маршрута изготовления «АБМК-1.3», а именно для области p -типа с указанными выше параметрами и поликристаллического кремния (ПКК) с $R_s = 37$ Ом/квадрат и толщиной $X_j = 0,45$ мкм.

Результаты экспериментальных исследований позволили установить, что [5]:

- коэффициент $VC1$ зависит от напряжения, а $TC1$ – от температуры, поэтому для моделирования температурных датчиков необходим учёт параметров модели $VC2$, $TC2$;
- для уменьшения зависимости сопротивления сильнолегированного резистора от напряжения необходимо увеличивать его длину;
- наименьшей нелинейностью ВАХ в диапазоне температур обладает низкоомный ПКК- резистор.

СХЕМОТЕХНИЧЕСКИЕ РЕШЕНИЯ ДАТЧИКОВ ТЕМПЕРАТУРЫ

Для нахождения температуры допустимо использовать температурный коэффициент напряжения (ТКН) пробоя обратносмещённого p - n -перехода (см. рис. 7) [5]. Однако величина положительного ТКН лавинного пробоя (туннельный пробой с отрицательным ТКН обычно характеризуется высоким уровнем шумов), сравнимая по абсолютному значению с dV_{BE}/dT , обычно достигается при пробивном напряжении, превышающем 6 В, что приводит к нежелательному увеличению напряжения питания ИС.

Как указывалось ранее, в качестве термочувствительного элемента можно применять прямосмещённый эмиттерный переход БТ. Из соотношения (3) для БТ получим:

$$V_{BE} \approx \frac{m \times k \times T}{q} \times \ln \frac{I_C}{I_S}. \quad (11)$$

Если коллекторный ток БТ поддерживать постоянным и измерять зависимость $V_{BE}(T)$, то абсолютную температура

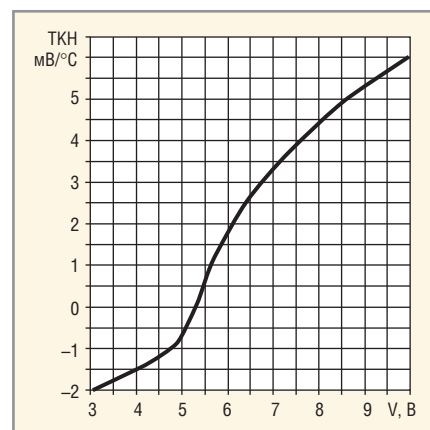


Рис. 7. Зависимость температурного коэффициента напряжения пробоя плоского кремниевого p - n -перехода от величины напряжения пробоя

туру в градусах Кельвина можно определить из соотношения:

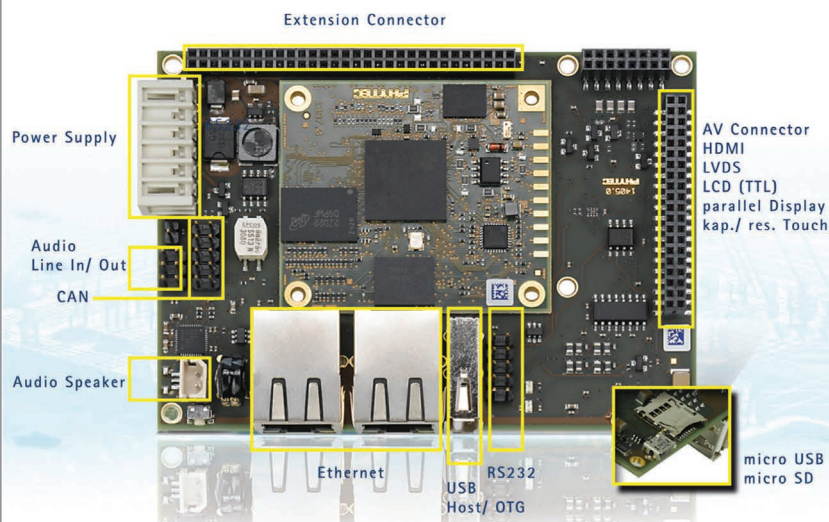
$$T \approx \frac{q}{m \times k} \times \frac{V_{BE}}{\ln \frac{I_C}{I_S}}. \quad (12)$$

К сожалению, величина I_S имеет значительный технологический разброс и зависит от температуры, что затрудняет точное определение последней

NEW

phyBOARD-Wega AM3354, pico-ITX

PHYTEC



phyBOARD-Wega предлагает

- широкий набор функций
- индивидуальную настройку
- использование в промышленности
- оптимальный дизайн при низкой цене

Кто это делает?

www.phytec.ru

e.tschursin@phytec.de

Tel: +49(6131)9221-631

newElectronics / RUSSIA

павильон 7, зал 3, стенд 36
25-27 марта, 2014

Одноплатный компьютер
для автоматизированного
управления

официальный дистрибьютор продукции Phytex в России
Tel.: +7(812)677-00-57 www.microcontroller.ru support@microcontroller.ru

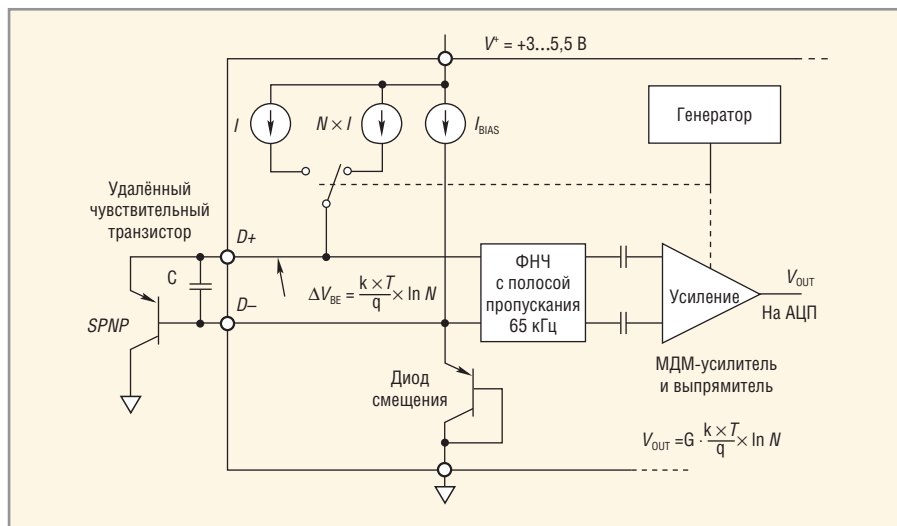


Рис. 8. Структурная схема температурного датчика в ИС ADM1021

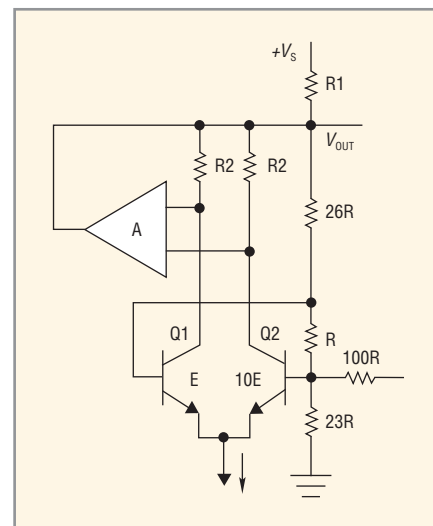


Рис. 9. Интегральный датчик температуры

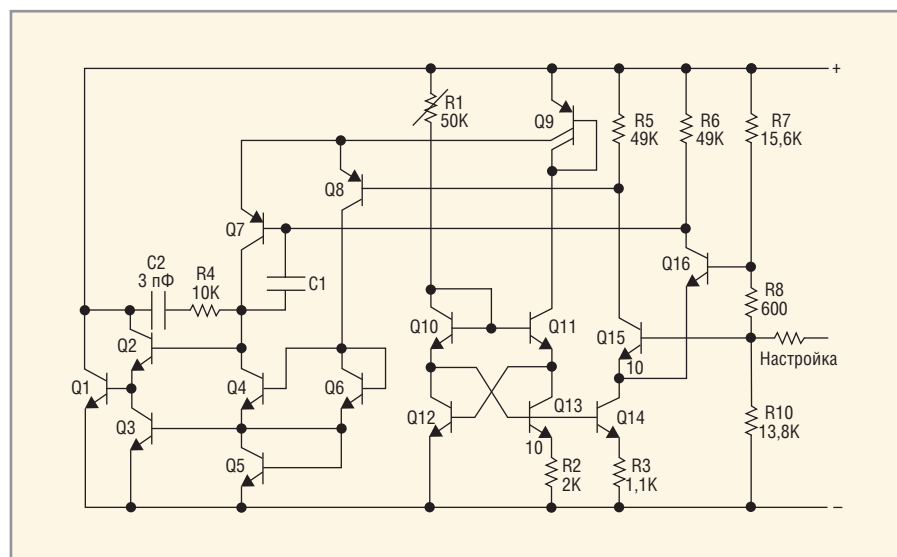


Рис. 10. Упрощённая электрическая схема температурного датчика LM135

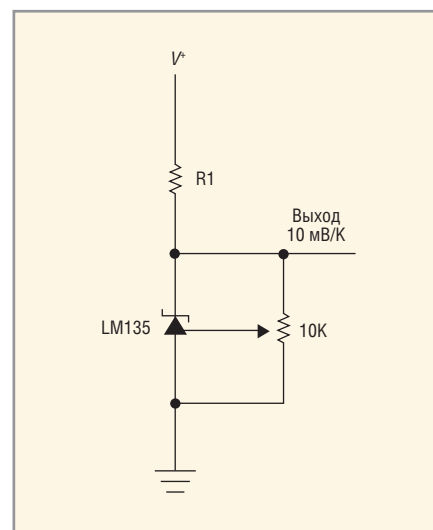


Рис. 11. Схема включения температурного датчика LM135

в широком диапазоне значений. Для увеличения точности определения температуры часто используют так называемую дельта-методику, в соответствии с которой:

$$T \approx \frac{q}{m \times k} \times \frac{V_{BE2} - V_{BE1}}{\ln \left(\frac{I_{C2} \times I_{S1}}{I_{C1} \times I_{S2}} \right)}, \quad (13)$$

где V_{BE1} – величина V_{BE} при I_{C1} , I_{S1} .

Так, в некоторых температурных датчиках в качестве удалённого термочувствительного элемента используют прямосмещённый эмиттерный переход внешнего транзистора, через который попеременно задают два значения тока, отличающиеся в N раз ($I_{C1} = N \times I_{C2}$) (см. рис. 8), регистрируют V_{BE1} , V_{BE2} и с учётом (13), а также $I_{S1} = I_{S2} = IS$ рассчитывают температуру:

$$T \approx \frac{q}{m \times k} \times \frac{V_{BE1} - V_{BE2}}{\ln N}. \quad (14)$$

Как следует из (14), точность регистрации температуры в этом случае не зависит от величины IS , однако на погрешность измерений влияет ряд других факторов [10]:

- различное падение напряжения на полупроводниковых областях удалённого чувствительного транзистора и соединительных проводах при отличающихся коллекторных токах I_{C2} , I_{C1} ;
- наличие наводок, возникающих при коммутации токов I_{C2} , I_{C1} через внешний транзистор, усреднённое значение которых влияет на измеренную величину V_{BE} .

В датчиках, содержащих термочувствительный элемент и схему обработки сигнала на одном кристалле, для регистрации температуры применяют два БТ, работающих при одинаковом коллекторном токе $I_{C2} = I_{C1}$, но имеющих различные IS ($I_{S2} = N \times I_{S1}$) за счёт масштабирования площадей

эмиттерных переходов транзисторов $S_{E2} = N \times S_{E1}$ (см. рис. 9) [15]. Усилитель A на рисунке 9 через цепь отрицательной обратной связи (ООС) устанавливает коллекторный ток $Q1$ такой величины, что напряжение между входами усилителя A близко к нулевому значению, т.е. коллекторные потенциалы $Q1$ и $Q2$ равны. Поскольку сопротивления коллекторных резисторов транзисторов $Q1$ и $Q2$ одинаковы, то действие ООС обеспечивает равенство коллекторных токов $I_{C1} = I_{C2}$, а падение напряжения на резисторе R (V_R) и выходное напряжение схемы (V_{OUT}) составляют:

$$V_R \approx V_{BE1} - V_{BE2} \approx \frac{m \times k \times T}{q} \times \ln N, \quad (15)$$

$$V_{OUT} \approx 50 \times \frac{m \times k \times T}{q} \times \ln N \approx 10 \frac{мВ}{К}. \quad (16)$$

Резистор, обозначенный на рисунке 9 как 100R, применяется для подстройки выходного напряжения, а резистор $R1$ находится вне температурного датчика.

Такая схема регистрирует абсолютную температуру в градусах Кельвина; при её использовании для определения температуры в градусах Цельсия из выходного напряжения следует вычесть относительно высокий постоянный уровень, $V_{OUT}(T = 273 \text{ K}) \approx 2,711 \text{ В}$.

Рассмотренный метод формирования напряжения в соответствии с (15), прямо пропорционального абсолютной температуре (Proportional to Absolute Temperature, PTAT), используется во многих полупроводниковых датчиках, основное отличие которых заключается в различном уровне формируемого PTAT-напряжения и коэффициентах передачи масштабирующих усилителей, согласующих выходное напряжение температурного датчика с температурной шкалой в градусах Кельвина (K), Цельсия (°C) или Фаренгейта (°F).

На рисунках 10 и 11, соответственно, приведены упрощённая электрическая схема и схема включения температурного датчика LM135, в которой:

- Q15, Q16 – термочувствительные транзисторы с различающейся в 10 раз площадью эмиттерных переходов;

- масштабирование PTAT-напряжения $V_{BE16} - V_{BE15}$ осуществляется резистивным делителем в $(R7 + R8 + R10)/R8 = 50$ раз;

- R1, Q9 – Q14 – источник тока, питающий (I_{C14}) термочувствительные транзисторы и (I_{C9}) дифференциальный каскад усилителя ООС;

- усилитель ООС (А на рисунке 9) включает дифференциальный каскад Q7, Q8 с активной нагрузкой на «токовом зеркале» Q4, Q6 и выходной каскад с «открытым» коллектором Q1, нагрузкой которого является внешний резистор (R1 на рисунке 11).

Функционирование схемы, показанной на рисунке 10, аналогично схеме рисунка 9.

Особенностью датчика температуры LM134 (см. рис. 12 и 13) является выходной сигнал в виде тока, пропорционального абсолютной температуре с коэффициентом преобразования 0,336%/°C при 25°C. Источники тока на *p-n-p*-транзисторах Q4, Q5 устанавливаются с помощью ООС (Q6, R_{SET}) одинаковый коллекторный ток термочувствительных *n-p-n*-транзисторов Q1, Q2, соотношение площадей эмиттеров

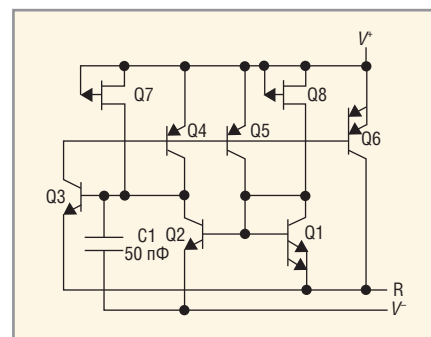


Рис. 12. Упрощённая электрическая схема температурного датчика LM134

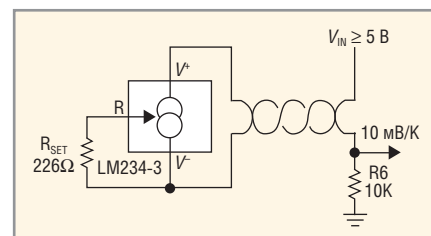
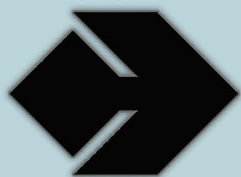


Рис. 13. Схема включения температурного датчика LM134

которых (12/1) выбрано таким образом, что PTAT-напряжение на резисторе R_{SET} , включённом между выводами R и V^- , составляет 64 мВ при 25°C. Так как $V_{BE6} = V_{BE5} = V_{BE4}$, то коллекторный ток



ОАО «Воронежский Завод Полупроводниковых Приборов – Сборка»

НОВЫЕ ИЗДЕЛИЯ:

1. N-канальный полевой транзистор 2П769Е, 2П769Е91 (100 В; 30 А; 0,039 Ом), (КТ-28-2, КТ-90)
2. Выпрямительные диоды Шоттки 2ДШ2123А95, Г95, Д95 (20 В, 40 В, 100 В; 1 А), (КТ-99-1)
3. Быстровосстанавливающиеся диоды 2Д663А95 (600 В; 1 А; 60 нс), (КТ-99-1)
4. Биполярные транзисторы с изолированным затвором 2Е901А – 2Е901В (1200 В, 1700 В, 2500 В; 15–35 А), (КТ-43А-1.01, КТ-109А-1К)
5. Сборки и комплементарные пары на полевых транзисторах (–100 В, –60 В, –30 В, –20 В, 20 В, 30 В, 60 В, 100 В), (4320.8-А)
6. Стабилизаторы напряжения 1334 (5220.3-2), 1335 (КТ-28А-2.02):
входное напряжение до 30 В
– с фиксированным выходным напряжением (–5 В, 2,85 В, 3 В, 3,3 В, 5 В; 0,1 А), (1,8 В, 2,5 В, 3,3 В, 5 В; 5,0 А)
– с регулируемым выходным напряжением (1,25 В; 5,0 А)

Контакты: (473) 223-69-51 (473) 223-69-16 www.vzpp-s.ru market@vzpp-s.ru

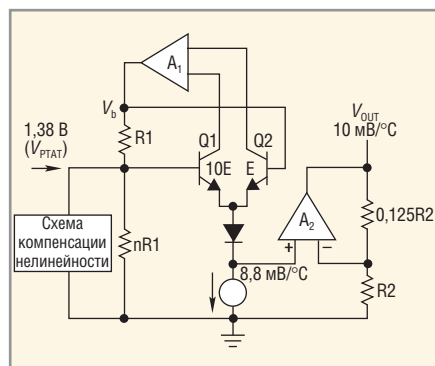


Рис. 14. Структурная схема температурного датчика LM35

Q6 точно масштабирован относительно коллекторных токов транзисторов Q4, Q5. При этом ток, протекающий через резистор R_{SET} , всегда составляет 17/18 суммарного тока потребления I_{SET} ($S_{E4} = S_{E5} = S_{E6}/16$), втекающего в вывод V^+ :

$$I_{\text{SET}}(25^{\circ}\text{C}) = \frac{18}{17} \times \frac{64 \text{ MB}}{R_{\text{SET}}} = \frac{67,8 \text{ MB}}{R_{\text{SET}}}. \quad (17)$$

Транзистор Q3 применён вместо диодного включения Q4 для того, чтобы значительно уменьшить влияние базовых токов p - n - p -транзисторов на равенство коллекторных токов Q1, Q2 и таким образом устранить зависимость РТАТ-напряжения от величины I_{SET} . Микроомощные полевые транзисторы с p - n -переходом Q7, Q8, максимальный ток стока которых составляет около 20 нА, и конденсатор C1 образуют цепь (start-up circuit), запускающую работу источников тока Q4 – Q6 при подаче напряжения между выводами V^+ и V^- за время, в течение которого потенциал базы Q3 достигнет величины около 500 мВ, т.е. за $500 \text{ мВ} \times 50 \text{ пФ} / 20 \text{ нА} = 1,25 \text{ мс}$.

На рисунке 14 приведена модернизированная схема, преимуществами которой являются [15]:

- возможность получения относительно высокого температурного изменения выходного напряжения dV_{OUT}/dT и требуемого значения выходного напряжения при заданной температуре (например, $V_{OUT} = 250$ мВ при 25°C);
- простой метод калибровки;
- компенсация нелинейности (curvature compensation circuit) температурной зависимости $V_{BE}(T)$.

Заметим, что в качестве усилителя А1 на рисунке 14 допустимо применять усилитель напряжения с резисторами в коллекторных цепях Q1, Q2, как показано на рисунке 9, или высококачественные повторители тока [16].

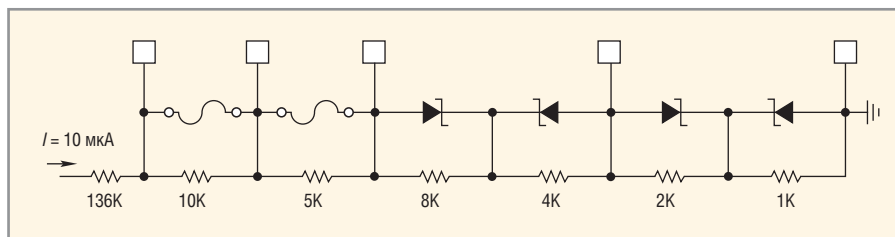


Рис. 15. Электрическая схема цепи калибровки температурного датчика LM34

Такая структурная схема с небольшими изменениями применена в температурных датчиках LM34, LM35, LM50.

Разность напряжений $V_{BE2} - V_{BE1}$ преобразуется в ток резистором R1 и создаёт РТАТ-напряжение V_{PTAT} на цепочке резисторов nR_1 , суммарное сопротивление которых обычно подстраивают на пластине (см. рис. 15) для получения необходимого температурного изменения выходного напряжения.

На неинвертирующий вход усилителя А2 поступает напряжение $V_{PTAT} - 2V_{BE1}$, которое преобразуется усилителем А2 таким образом, чтобы согласовать уровень выходного напряжения с выбранной температурной шкалой и установить температурное изменение около 10 мВ на градус этой шкалы. Так, для схемы, показанной на рисунке 14, при температуре 25°C будут справедливы следующие величины основных параметров: $V_{BE1} = 0,581$ В; $dV_{BE1}/dT = -2,1$ мВ/°С; $V_{BE2} - V_{BE1} = 59,2$ мВ; $n = 23,3$; $V_{PTAT} = 1,38$ В; $dV_{PTAT}/dT = 4,63$ мВ/°С; $dV_{IN+}/dT = 8,83$ мВ/°С; $V_{IN+} = 0,218$ В; $V_{OUT} = 0,245$ В; $dV_{OUT}/dT = 9,94$ мВ/°С. Более точного значения температурного изменения выходного напряжения (10 мВ/°С) можно достичь за счёт подстройки на пластине величины n (рис. 15), а требуемого выходного напряжения (0,25 В при 25°C) – с помощью изменения резисторов в цепи ООС усилителя А2.

Заметим, что в соответствии с (6) величина dV_{BE}/dT зависит от V_{BE0} и имеет технологический разброс, поэтому подстройка сопротивления цепочки резисторов $nR1$, выполняемая за счёт закорачивания стабилитронов или пережигания перемычек [17] в схеме на рисунке 15, необходима для любых высокоточных датчиков температуры. Выполненный в [15] анализ позволяет утверждать, что температурное изменение выходного напряжения dV_{OUT}/dT , полученное при настройке для одной температуры, будет сохраняться во всём температурном диапазоне.

Как следует из (5), V_{BE} нелинейно зависит от температуры, что может

привести к значительным погрешностям температурного датчика по схеме рисунка 14 из-за нелинейного изменения напряжения на неинвертирующем входе усилителя А2, обусловленного падением напряжения на прямосмещённом эмиттерном переходе Q1 и диоде. Для компенсации температурной нелинейности V_{BE} предназначена схема, показанная на рисунке 16.

Транзисторы Q1 и Q2 на рисунке 16 применяются для задания тока в остальных трёх транзисторах схемы. Ток через Q1 и Q2 устанавливается внешней цепью прямо пропорциональным абсолютной температуре (I_{PTAT}), поэтому ток через Q5 и R_B также будет иметь PTAT-зависимость при условии $R_B \ll V_{BE5}/I_{E5}$. Ток через резистор R_A определяется падением напряжения на прямосмещённом эмиттерном переходе Q4 и поэтому убывает с ростом температуры, а эмиттерный ток Q3, являющийся суммой тока, прямо пропорционального (I_{C3}) и обратно пропорционального (I_{RA}) температуре, не зависит от температуры, т.е. $I_{C3} = \text{const}$. Коллекторный ток Q4 (I_{C4}) найдём из следующих соотношений:

$$I_{C4} \approx IS_4 \times \exp\left(\frac{V_{BE4}}{m \times \phi_T}\right), \quad (18)$$

$$V_{BE4} = V_{BE1} + V_{BE2} - V_{BE3}, \quad (19)$$

Если все БТ имеют идентичные параметры t и IS , то:

$$I_{C4} = \frac{I_{C1} \times I_{C2}}{I_{C3}} = \frac{I_{PTAT}^2}{I_{const}}. \quad (20)$$

Таким образом, генерируется ток I_{Cp} , прямо пропорциональный квадрату температуры и компенсирующий температурную нелинейность двух последовательно соединённых прямосмещённых p - n -переходов.

На погрешность температурных датчиков могут оказывать влияния ТКС резисторов, а также обратные токи коллекторных переходов и переходов коллектор – подложка термочувствительных транзисторов (Q1 и Q2 на рис. 14). Хотя обратные токи доволь-

но малы, их величина обычно удваивается при увеличении температуры на 10°C, что может привести к дополнительной температурной нелинейности V_{BE} . Для выравнивания обратных токов транзисторы Q1 и Q2 целесообразно формировать из матрицы транзисторов, часть из которых соединена со схемой (см. рис. 17) [15], а топология транзисторов должна обеспечивать максимальную идентичность их параметров [14]. Дополнительным фактором, повышающим точность температурных датчиков, является использование тонкоплёночных резисторов с малым ТКС и отсутствием зависимости сопротивления от напряжения.

Основные параметры распространённых датчиков температуры приведены в таблице.

Выводы

Для регистрации температуры в биполярных полупроводниковых датчиках чаще всего применяют температурную зависимость падения напряжения на прямосмещённом эмиттерном переходе (соотношение (5)) и формирование напряжения, прямо пропорционального абсолютной температуре (PTAT-напряжения) по соотношению (15). PTAT-напряжение в КМОП-датчиках получают как разность падения напряжения на двух $p-n$ -переходах разной площади, через которые протекает одинаковый ток; коммутацией разных токов через один $p-n$ -переход, как показано на рисунке 8, или с помощью КМОП-транзисторов, работающих в области слабой инверсии, в которой зависимость тока стока от напряжения затвор-исток $I_D = f(V_{GS}, T)$ аналогична $I_C = f(V_{BE}, T)$.

Прецизионные датчики температуры целесообразно создавать на термочувствительных биполярных транзисторах с отличающейся в 10–15 раз площадью эмиттерных переходов и компенсацией нелинейной зависимости $V_{BE} = f(T)$. Такие датчики возможно реализовать не только по биполярной, но и по КМОП-технологии с применением стандартных структур.

ЛИТЕРАТУРА

- Дворников О.В., Чеховский В.А., Дятлов В.Л., Прокопенко Н.Н. Особенности аналоговых интерфейсов датчиков. Современная электроника. № 2. № 3. 2013.
- Baker B. Temperature Sensing Technologies. Microchip Technology Inc. AN679.
- Lepkowski J. Temperature Measurement Circuits for Embedded Applications. Microchip Technology Inc. AN929.
- Дворников О.В., Чеховский В.А., Дятлов В.Л., Прокопенко Н.Н. Интерфейсы датчиков для систем на кристалле. Современная электроника. № 8. 2013.
- Прокопенко Н.Н., Дворников О.В., Крутинский С.Г. Элементная база радиационно-стойких информационно-измерительных систем. Шахты. 2011.
- Достал И. Операционные усилители. Мир. 1982.
- Сергеев В.С., Кузнецов О.Л., Захаров Н.П., Летагин В.А. Напряжения и деформации в элементах микросхем. Радио и связь. 1987.
- Meijer G.C.M., Wang G., Fruett F. Temperature sensors and voltage references implemented in CMOS technology. IEEE Sensors Journal. Vol. 1. № 3. 2001.
- Digital temperature sensor accuracy explained. Philips. AN10349.
- Jones M. Accurate temperature sensing with an external P-N junction. www.edn.com.
- Дворников О.В., Шульгевич Ю.Ф., Толкун А.В. Применение постпроцессора PROBE для анализа результатов измерителя параметров полупроводниковых приборов ИППП-1. www.mnpi.by.
- www.mnpi.com.
- Соклоф С. Аналоговые интегральные схемы. Мир. 1988.
- Абрамов И.И., Дворников О.В. Проектирование аналоговых микросхем для прецизионных измерительных систем. Минск. 2006.
- LM34/LM35 Precision Monolithic Temperature Sensors. Texas Instruments. AN-460.
- Дворников О.В. Схематехника биполярно-полевых аналоговых микросхем. Часть 2. Высокоточные повторители тока. Chip News. № 10. 2004.
- Дворников О.В. Применение элементов с изменяемым сопротивлением для подгонки характеристик монолитных ИС. 2001.

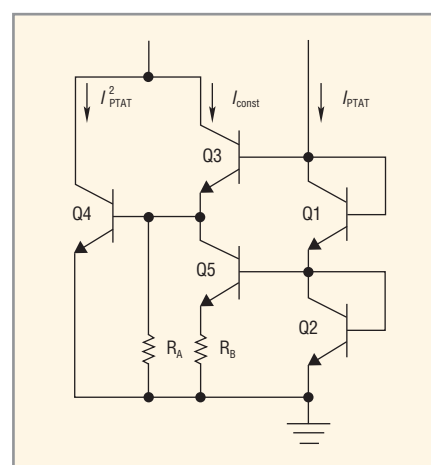


Рис. 16. Электрическая схема цепи компенсации температурной нелинейности LM34

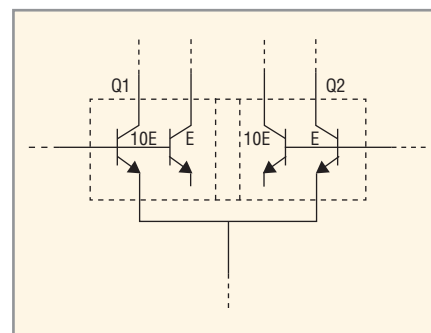


Рис. 17. Электрическая схема цепи термочувствительных транзисторов LM34

Параметры распространённых ИС датчиков температуры

Наименование датчика	Тип выходного сигнала (его величина)	Температурный диапазон, °C	Температурное изменение выходного сигнала	Температурная погрешность, %	Напряжение питания, В
LM134	Ток (регулируемый от 100 мкА до 1 мА при 25°C)	-55...+125	0,336 %/K	+3	0,9...40
LM35	Напряжение (0 при 0°C)	-55...+150	10 мВ/°C	+1	4...30
LM50	Напряжение (0,5 В при 0°C)	-40...+125	10 мВ/°C	+4	4,5...10
LM60	Напряжение (0,424 В при 0°C)	-40...+125	6,25 мВ/°C	+4	2,7...10
LM135	Напряжение (2,982 В при 25°C)	-55...+150	10 мВ/K	+2,7	2,98 В + 5 мА × R1
MCP9700	Напряжение (0,5 В при 0°C)	-40...+125	10 мВ/°C	+2	2,3...5,5
MCP9701	Напряжение (0,4 В при 0°C)	-40...+125	19,5 мВ/°C	+2	3,1...5,5
TC1046	Напряжение (0,424 В при 0°C)	-40...+125	6,25 мВ/°C	+2	2,7...4,4
TMP17	Ток (298,2 мкА при 25°C)	-40...+105	1 мкА/K	+3,5	4...30
TMP35	Напряжение (0,25 В при 25°C)	-10...+125	10 мВ/°C	+2	2,7...5,5
TMP36	Напряжение (0,75 В при 25°C)	-40...+125	10 мВ/°C	+2	
TMP37	Напряжение (0,5 В при 25°C)	+5...+100	20 мВ/°C	+2	
ADT45	Напряжение (0,25 В при 25°C)	-40...+125	10 мВ/°C	+2	2,7...12
ADT50	Напряжение (0,75 В при 25°C)	-40...+125	10 мВ/°C	+2	

Современные 32-разрядные ARM-микроконтроллеры серии STM32: блок резервных данных ВКР

Олег Вальпа (г. Миасс, Челябинская обл.)

Приведено описание блока резервных данных ВКР 32-разрядных ARM-микроконтроллеров серии STM32 от компании STMicroelectronics. Рассмотрены архитектура, состав и назначение регистров конфигурирования ВКР, а также примеры программ для работы с этим блоком.

ВВЕДЕНИЕ

Блок резервных данных ВКР 32-разрядных ARM-микроконтроллеров серии STM32 [1] представляет собой область данных, сохранение которых при пропадании основного питания микроконтроллера обеспечивается за счёт энергии резервной батареи.

Аббревиатура ВКР является сокращением слова Backup, которое в переводе с английского означает «резервный». В англоязычных источниках аббревиатура ВКР применяется для обозначения слов Backup registers (резервные регистры), однако в отечественной технической литературе обычно используется перевод – резервные данные. Поэтому данный блок назван как «блок резервных данных» или ВКР (англ.).

Регистры, расположенные в данной области, не сбрасываются ни при перезагрузке системы, ни при восстановлении подачи питания, ни при пробуждении устройства из режима ожидания Standby.

После сброса микроконтроллера доступ к регистрам области резервных данных заблокирован, и блок ВКР защищён от возможной случайной записи. Чтобы разрешить доступ по записи к регистрам этой области, необходимо выполнить определённую процедуру. Такой аппаратный способ блокировки обеспечивает защиту записанных в блоке ВКР данных.

Состав и особенности блока ВКР

В области резервных данных располагаются регистры, используемые для работы часов реального времени RTC, и 16-разрядные регистры резервных данных. В зависимости от модели микроконтроллера количество

этих регистров может варьироваться от 10 до 42. Их удобно использовать, например, для хранения энергонезависимых данных, предназначенных для настройки системы. Фактически они являются аналогом памяти EEPROM с небольшим объёмом. Конечно, в отличие от EEPROM энергетическая независимость данных в этих регистрах обеспечивается резервной батареей, но зато количество циклов записи для них не ограничено.

Поскольку блок ВКР может питаться от резервной батареи, когда основное питание отсутствует, и процессор микроконтроллера не работает, сброс регистров, относящихся к этой области, отличается от сброса остальных регистров контроллера. Сбросить регистры этого блока можно программно, выполнив определённые процедуры, или аппаратно, подав сигнал на вывод TAMPER. Причём аппаратный сброс требуется предварительно программно разрешить.

Регистры блока ВКР

Блок ВКР включает в свой состав следующие регистры:

- ВКР_DRx – группа информационных регистров;
- ВКР_RTCCR – регистр управления блоком RTC;
- ВКР_CR – регистр управления назначением многоцелевого вывода;
- ВКР_CSR – регистр управления прерыванием от многоцелевого вывода.

Регистры ВКР_DRx используются для хранения произвольных данных, сохранение которых необходимо даже после выключения питания контроллера. Они имеют разрядность 16 бит, а их количество в зависимости от моде-

ли контроллера может достигать 42. Таким образом, в этой области можно хранить до 84 байт данных.

Регистр ВКР_RTCCR служит для управления блоком RTC и также является энергонезависимым.

Последние два регистра позволяют настроить микроконтроллер для использования многоцелевого вывода PC13-TAMPER-RTC. Можно выполнить настройки таким образом, чтобы при появлении сигнала на этом выводе выполнялся сброс регистров области резервных данных. Также можно настроить прерывание от этого события.

Формат регистров блока ВКР с названиями входящих в них разрядов представлен в таблице 1.

Рассмотрим поочерёдно структуру и назначение этих регистров.

Структура регистров **ВКР_DRx** приведена в таблице 2.

Все разряды этих регистров являются информационными и служат для хранения произвольных данных. Они имеют доступ по записи и чтению.

Здесь и далее способ обращения к разрядам регистров имеет следующие условные обозначения:

- *rw* – допускается чтение и запись разряда;
- *r* – допускается только чтение разряда;
- *w* – допускается только запись разряда.

Регистр **ВКР_RTCCR** служит для управления блоком RTC. Назначение всех разрядов этого регистра приведено в таблице 3.

Разряд ASOS определяет, какой из сигналов поступает на многоцелевой вывод PC13-TAMPER-RTC. Если этот разряд имеет состояние «0» – поступает сигнальный выход RTC, а если «1» – секундный выход RTC. Этот разряд может быть сброшен только при сбросе всего блока ВКР.

Разряд ASOE разрешает работу выходного сигнала, определяемого разрядом ASOS. Этот разряд также может быть сброшен только при сбросе всего блока ВКР.

Разряд ССО подключает сигнал калибровки к многоцелевому выводу PC13-TAMPER-RTC. Если этот разряд имеет состояние «0» – сигнал отключён, а если «1» – подключён сигнал калибровки, представляющий собой импульсы тактовой частоты генератора RTC, поделённые на 64. Этот разряд сбрасывается при отключении питания микроконтроллера.

Разряды CAL[6:0] задают величину калибровки часов реального времени RTC. Эта величина указывает количество тактовых импульсов для RTC, которые будут проигнорированы каждые 2^{20} часов, т.е. каждые 1 048 576 часов. Это позволяет выполнить калибровку RTC, замедляющую часы с шагом $1\,000\,000/2^{20}$ PPM, где PPM – это одна миллионная часть величины (от англ. *Parts Per Million* – частей на миллион). С помощью разрядов CAL часы RTC могут быть замедлены от 0 до 121 PPM.

Регистр **ВКР_CR** служит для управления назначением многоцелевого вывода. Назначение разрядов этого регистра приведено в таблице 4.

Разряд TRAL определяет альтернативное назначение многоцелевого вывода PC13-TAMPER-RTC. Если этот разряд имеет состояние «0», то все информационные регистры ВКР сбрасываются от высокого уровня сигнала на выводе PC13-TAMPER-RTC, а если состояние «1» – от низкого уровня сигнала на том же выводе. При этом должен быть предварительно установлен в единичное состояние разряд TPE.

Разряд TPE определяет назначение многоцелевого вывода PC13-TAMPER-RTC. Если этот разряд имеет состояние «0», то вывод является свободно определяемым двунаправленным выводом, а если «1», то этот вывод выполняет альтернативную функцию.

Одновременная установка разрядов TRAL и TPE может привести к случайному назначению многоцелевого вывода. Поэтому рекомендуется изменять разряд TRAL только при условии, когда разряд TPE сброшен.

Регистр **ВКР_CSR** служит для обслуживания прерывания от многоцелевого вывода. Назначение всех разрядов этого регистра приведено в таблице 5.

Разряд TIF представляет собой флаг прерывания сигнала TAMPER. Данный разряд устанавливается аппаратно, когда обнаружено событие сигнала

TAMPER и разряд TPIE установлен. Сброс этого разряда производится записью 1 в разряд CTI, при этом сбрасывается и само прерывание. Состояния разряда означают: 0 – нет прерывания от сигнала TAMPER, 1 – произошло прерывание от сигнала TAMPER.

Этот разряд сбрасывается только при системном сбросе и при пробуждении из спящего режима.

Разряд TEF представляет собой флаг события сигнала TAMPER и устанавливается аппаратно, когда обнаружено событие сигнала TAMPER. Сброс

Таблица 1. Формат регистров ВКР

Сдвиг	Регистр	31	30	29	28	27	26	25	24	23	22	21	20	19	18	17	16	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0			
0 × 00	Резерв																																			
0 × 04	BKP_DR1	Резерв															D[15:0]																			
	Исх.значение																0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0				
0 × 08	BKP_DR2	Резерв															D[15:0]																			
	Исх.значение																0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0				
0 × 0C	BKP_DR3	Резерв															D[15:0]																			
	Исх.значение																0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0				
0 × 10	BKP_DR4	Резерв															D[15:0]																			
	Исх.значение																0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0				
0 × 14	BKP_DR5	Резерв															DIV[15:0]																			
	Исх.значение																1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0				
0 × 18	BKP_DR6	Резерв															D[15:0]																			
	Исх.значение																0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0				
0 × 1C	BKP_DR7	Резерв															D[15:0]																			
	Исх.значение																0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1				
0 × 20	BKP_DR8	Резерв															D[15:0]																			
	Исх.значение																0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0				
0 × 24	BKP_DR9	Резерв															D[15:0]																			
	Исх.значение																0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0				
0 × 28	BKP_DR10	Резерв															D[15:0]																			
	Исх.значение																0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0				
0 × 2C	BKP_RTCCR	Резерв																					ASOS		ASOE		CCO		CAL[6:0]							
	Исх.значение																						0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
0 × 30	BKP_CR	Резерв																									TPAL		TPE							
	Исх.значение																										0	0								
0 × 34	BKP_CSR	Резерв																					TIF		TEF		Резерв				TPIE		CTI		CTE	
	Исх.значение																						0	0												

Таблица 2. Назначение разрядов регистров ВКР_DRx

Разряд	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0
Обозначение	D[15...0]															
Обращение	rw	rw	rw	rw	rw	rw	rw	rw	rw	rw	rw	rw	rw	rw	rw	rw

Таблица 3. Назначение разрядов регистра ВКР_RTCCR

Разряд	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0
Обозначение	Резерв						ASOS	ASOE	CCO	CAL[6...0]						
Обращение							rw	rw	rw	rw	rw	rw	rw	rw	rw	rw

Таблица 4. Назначение разрядов регистра ВКР_CR

Разряд	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0
Обозначение	Резерв														TRAL	TPE
Обращение															rw	rw

Таблица 5. Назначение разрядов регистра ВКР_CSR

Разряд	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0	
Обозначение	Резерв						TIF	TEF	Резерв						TPIE	CTI	CTE
Обращение							r	r							rw	w	w

Листинг 1

```
uint16_t t; // Вспомогательная переменная t
// Разрешить тактирование управления питанием и управления резервной областью
RCC->APB1ENR |= RCC_APB1ENR_PWREN | RCC_APB1ENR_BKPEN;
t = BKP->DR4; // Читать регистр данных DR4
t++; // Увеличить прочтенное значение на 1
PWR->CR |= PWR_CR_DBP; // Разрешить запись в область BKP
BKP->DR4 = t; // Записать новое значение в регистр DR4
PWR->CR &= ~PWR_CR_DBP; // Запретить запись
в область BKP
```

Листинг 2

```
//-----
// Функция инициализации блока BKP
//-----
void Init_BKP(void)
{
// Разрешить тактирование управления питанием и управления резервной областью
RCC->APB1ENR |= RCC_APB1ENR_PWREN | RCC_APB1ENR_BKPEN;
}
//-----
// Функция табличного получения физического адреса
// данных блока BKP по адресу смещения 1...42
//-----
uint32_t BKP_GetAdr(uint8_t adr)
{
static uint32_t t[] =
{BKP_BASE+0x00, BKP_BASE+0x04, BKP_BASE+0x08, BKP_BASE+0x0c,
BKP_BASE+0x10, BKP_BASE+0x14, BKP_BASE+0x18, BKP_BASE+0x1c, \
BKP_BASE+0x20, BKP_BASE+0x24, BKP_BASE+0x28, BKP_BASE+0x40,
BKP_BASE+0x44, BKP_BASE+0x48, BKP_BASE+0x4c, BKP_BASE+0x50, \
BKP_BASE+0x54, BKP_BASE+0x58, BKP_BASE+0x5c, BKP_BASE+0x60,
BKP_BASE+0x64, BKP_BASE+0x68, BKP_BASE+0x6c, BKP_BASE+0x70, \
BKP_BASE+0x74, BKP_BASE+0x78, BKP_BASE+0x7c, BKP_BASE+0x80,
BKP_BASE+0x84, BKP_BASE+0x88, BKP_BASE+0x8c, BKP_BASE+0x90, \
BKP_BASE+0x92, BKP_BASE+0x94, BKP_BASE+0x98, BKP_BASE+0x9c,
BKP_BASE+0xa0, BKP_BASE+0xa4, BKP_BASE+0xa8, BKP_BASE+0xac, \
BKP_BASE+0xb0, BKP_BASE+0xb4, BKP_BASE+0xb8, BKP_BASE+0xbc};
if(adr<=42) return t[adr]; // Вернуть данные
else return 0;
}
//-----
// Функция чтения данных из блока BKP по адресу 1...42
//-----
uint16_t BKP_Rd(uint8_t adr)
{
return ((*(__IO uint32_t*) BKP_GetAdr(adr)));
}
//-----
// Функция записи данных в блок BKP по адресу
//-----
void BKP_Wr(uint8_t adr, uint16_t data)
{
PWR->CR |= PWR_CR_DBP; // Разрешить запись в область BKP
*(__IO uint16_t*)BKP_GetAdr(adr) = (uint16_t)data;
PWR->CR &= ~PWR_CR_DBP; // Запретить запись в область BKP
}
```

этого разряда производится записью 1 в разряд СТЕ. Состояния разряда означают: 0 – нет событий сигнала TAMPER, 1 – произошло событие сигнала TAMPER.

Разряд ТПЕ разрешает прерывания от сигнала TAMPER. Сброс разряда в состояние «0» запрещает прерывания от сигнала TAMPER, а установка в состояние «1» – разрешает. В этом случае должен быть установлен разряд ТРЕ регистра BKP_CR.

Разряд СТИ очищает прерывание сигнала TAMPER, когда устанавливается в состояние «1». При этом он также сбрасывает флаг TIF.

Разряд СТЕ при установке его в состояние «1» очищает события сигнала.

Более подробное описание назначения регистров BKP можно найти в источнике [2].

ПРОГРАММИРОВАНИЕ

Для инициализации блока BKP и работы с ним необходимо выполнить следующие действия:

- разрешить тактирование и доступ к резервной области данных;
- разрешить доступ к области резервных данных для записи;
- произвести операции чтения или записи данных;
- запретить доступ к области резервных данных для записи.

Рассмотрим конкретный пример программы обращения к регистрам резервных данных BKP (см. листинг 1).

Первая команда данной программы обеспечивает подачу тактовых импульсов для BKP. Без этого область BKP будет недоступна.

Перед записью данных в область BKP сначала разрешается доступ к области резервных данных для записи, а после записи BKP вновь блокируется, что позволяет защитить эти данные.

Для удобства разработки программ в листинге 2 приведён набор функций, позволяющих выполнить все необходимые операции для работы с BKP.

Представленные готовые функции позволяют избавиться от необходимости запоминания названия специальных регистров и упрощают работу с блоком BKP.

ЛИТЕРАТУРА

1. <https://www.st.com>.
2. www.st.com/web/en/resource/technical/document/reference_manual/CD00246267.pdf.





SPANPIXEL™ — новаторские, сверхширокие, с высокой яркостью, нестандартные ЖК-дисплеи со светодиодной подсветкой

- ✓ Поддержка ландшафтного и портретного режимов
- ✓ Наилучший выбор для специфических промышленных применений
- ✓ Наиболее привлекательный для глаз ЖК-дисплей

Основные свойства

- Ультразширокий экран
- Безвентиляторная конструкция
- Светодиодная подсветка обеспечивает считывание изображения при солнечной засветке
- Яркость 1000 кд/м²
- Устойчивость к ударам и воздействию вибрации
- Высокий контраст
- Широкий угол обзора
- Длительный срок службы, низкая потребляемая мощность

Применения



ОФИЦИАЛЬНЫЙ ДИСТРИБЬЮТОР ПРОДУКЦИИ LITEMAX ELECTRONICS

Характеристики и особенности светодиодов компании SemiLEDs

Андрей Туркин (Москва)

В статье приведён обзор светодиодов и светодиодных модулей тайваньской компании SemiLEDs. Разработав новую технологию производства светодиодных кристаллов, компания сумела стремительно выйти в лидеры рынка светодиодной продукции.

ВВЕДЕНИЕ

В последнее время происходит бурный рост производства и применения светодиодных осветительных приборов. Этому способствует развитие технологии производства светодиодов всех типов, в том числе сверхъярких, мощных, а также светодиодных модулей. Лидерами рынка остаются компании, разработавшие основополагающие технологии производства светодиодов. Так, специалисты компании Nichia первыми в мире получили белый светодиод путём возбуждения жёлто-зелёного люминофора свечением синего кристалла [1–3]. Компания Philips Lumileds, в 2003 году представившая первый мощный светодиод Luxeon I [1–4], сегодня успешно развивает свою светодиодную линейку [4–6]. Светодиоды Luxeon I по световой отдаче почти в два раза превзошли лампы накаливания [1–6], что позволило говорить о светодиодах как о новых и эффективных источниках света.

Компания Cree, использующая собственную технологию выращивания гетероструктур нитрида галлия (GaN) на подложках из карбида кремния (SiC), во второй половине 2006 года выпустила серию эффективных мощных светодиодов XLamp XR-E. Это стало своеобразным прорывом в области полупроводниковых источников света, так как световой поток достиг значения 100 лм, а световая отдача – 90 лм/Вт [2, 3, 7–11]. Так был преодолен первый «психологический» рубеж – 100 лм.

Тайваньская компания SemiLEDs, основанная в 2004 году, разработала

собственную технологию производства светодиодных кристаллов и в настоящее время выходит в лидеры рынка светодиодов.

СВЕТОДИОДНЫЕ КРИСТАЛЛЫ КОМПАНИИ SemiLEDs

Многие компании при производстве кристаллов использовали технологию выращивания гетероструктур GaN на сапфировых (Al_2O_3) подложках [1–3]. Технология была достаточно отработана, но имела определённые недостатки, связанные, например, с 15%-ным расхождением постоянной кристаллической решётки материала подложки и базового слоя структуры. Как следствие этого расхождения, в базовом слое GaN возникали дислокации и дефекты, которые приводили к снижению квантового выхода излучения и росту внутреннего сопротивления, и, как следствие, к увеличению прямого напряжения и потребляемой мощности [12]. Указанные ограничения удалось преодолеть специалистам компании SemiLEDs, которые разработали промышленный способ отсоединения структуры GaN от сапфировой подложки. Эта технология получила название «lift-off» [12]. Она состоит в том, что структуру GaN на сапфировой подложке подвергают воздействию лазерного импульса с определёнными значениями длины волны и мощности [12]. Излучение лазера активирует имеющийся в структуре примесный кислород, сконцентрированный в буферном слое у границы с подложкой, где сосредоточены основные дефекты и дислокации. В результате в данной области

образуется повышенная концентрация оксида галлия, что позволяет небольшим усилием отделить подложку от гетероструктуры GaN [12].

С помощью такой технологии специалисты компании SemiLEDs добились существенных результатов. Во-первых, им удалось значительно снизить концентрацию дефектов в структуре GaN, и, как следствие, уменьшить безызлучательную рекомбинацию и повысить квантовый выход излучения. Во-вторых, стало возможным изготавливать кристаллы с контактами на противоположных гранях проводящей подложки, обеспечивая вертикальное протекание тока. Это позволило снизить внутреннее сопротивление структуры и, как следствие, уменьшить потребляемую мощность при номинальном токе. В-третьих, данная технология позволяла многократно использовать сапфировые подложки в процессе роста и снизить себестоимость кристаллов.

Описанные технологические достижения позволили компании SemiLEDs выйти в лидеры светодиодного рынка. Далее будут рассмотрены основные виды светодиодов, производимых компанией.

СВЕТОДИОДНЫЕ ИЗДЕЛИЯ КОМПАНИИ SemiLEDs

Светодиодные изделия компании SemiLEDs можно условно разделить на три основные группы.

1. *Мощные светодиоды.* В данную группу входят светодиоды в керамическом корпусе с линзовым куполом. В корпусе светодиода данного типа может быть один или несколько кристаллов, соединённых как последовательно, так и последовательно и параллельно. Потребляемая мощность данных светодиодов составляет от 1 до 55 Вт (см. табл. 1). Благодаря наличию первичной линзы, а также корпуса, имеющего стандартный для данного типа светодиодов форм-фактор, светодиоды могут применяться со вторичной оптикой – линзами и рефлекторами, что позволяет использовать их в системах освещения, там, где требуется определённая кривая силы света (КСС), – прожекторах направленного

Таблица 1. Основные типы и серии светодиодов и светодиодных модулей

Мощные светодиоды	Светодиодные модули	Сверхъяркие светодиоды
C35: 1...3 Вт	C1919: 10...15 Вт	PBC-3014: 0,1 Вт
N5: 5...10 Вт	C2828: 15...30 Вт	PAC-3022: 0,2 Вт
M63: 5...10 Вт	C4246: 50...120 Вт	PAC-5630: 0,5 Вт
M90: 12...40 Вт, 16...55 Вт		PAC-3030: 1 Вт

света, светильниках уличного освещения и т.д.

2. Светодиодные модули. Данные изделия собираются по технологии «Chip-on-Board» (COB): соединённые последовательно-параллельные цепочки кристаллов монтируются на плате и покрываются гель-люминофорной композицией для получения белого цвета свечения [1–3, 12]. Потребляемая мощность данных модулей составляет от 10 до 120 Вт (см. табл. 1). Плата – основание модуля является первичным теплоотводом, что снижает температуру кристаллов и обеспечивает более высокую мощность. Основание имеет специальные крепёжные отверстия для монтажа и площадки для пайки, что упрощает коммутацию [1–3, 12].

3. Сверхъяркие светодиоды. В данную группу входят светодиоды относительно небольшой потребляемой мощности (0,1...1,0 Вт). Светодиоды выполнены в корпусах для поверхностного монтажа стандартных форм-факторов, соответствующих определённой номинальной мощности: 3014 – 0,1 Вт, 3022 – 0,2 Вт, 5630 – 0,5 Вт, 3030 – 1 Вт. В основном такие светодиоды могут использовать-

ся в системах внутреннего освещения, а также в светосигнальной аппаратуре.

Рассмотрим подробнее описанные выше типы светодиодов и светодиодных модулей компании SemiLEDs.

Мощные светодиоды компании SemiLEDs

В линейке мощных светодиодов компании SemiLEDs можно выделить четыре основные серии: C35, N5, M63 и M90.

Мощные светодиоды серии **C35** (см. рис. 1) выпускаются во всём диапазоне белого цвета, а также всех основных цветов видимого спектра – красного, жёлтого, зелёного, изумрудного (сине-зелёного), голубого и синего. Значения светового потока при токе 350 мА для холодного белого цвета превышает 139 лм, для естественного белого цвета – 122 лм, для тёплого белого цвета – 107 лм. Типичное значение индекса цветопередачи (CRI) мощных светодиодов серии C35 холодного и естественного белого цвета составляет, соответственно, 70 и 75; у светодиодов тёплого белого цвета минимальный CRI равен 80. Максимальный рабочий ток светодиодов всех оттенков белого

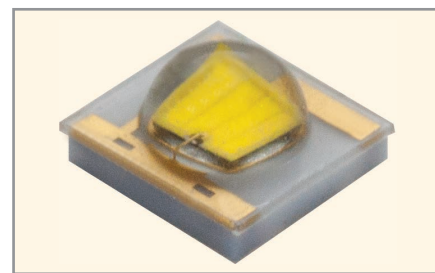


Рис. 1. Мощные светодиоды серии C35

цвета равен 1000 мА, а тепловое сопротивление не превышает 8°/Вт.

Цветные светодиоды серии C35 выпускаются в красном, жёлтом, зелёном, изумрудном, голубом и синем диапазонах видимого спектра. Значение светового потока при токе 350 мА для красных и жёлтых светодиодов превосходит 56 лм, для зелёных и изумрудных – 87 лм, для голубых – 30 лм. Значение мощности оптического излучения синего светодиода серии C35 свыше 480 мВт. Максимальный рабочий ток красных, жёлтых и зелёных светодиодов составляет 700 мА, изумрудных, голубых и синих – 1000 мА.

Основные характеристики светодиодов серии C35 приведены в таблице 2.



Мощные светодиоды



Мощные светодиоды



Сверхъяркие SMD-светодиоды



Светодиодные модули



ОФИЦИАЛЬНЫЙ ДИСТРИБЬЮТОР КОМПАНИИ SEMILEDs

АКТИВНЫЙ КОМПОНЕНТ ВАШЕГО БИЗНЕСА

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



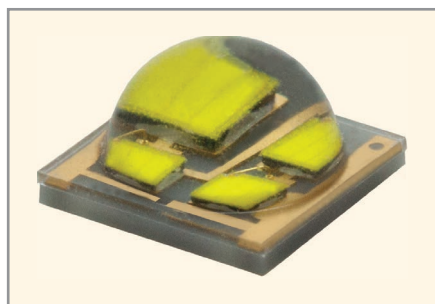


Рис. 2. Мощные светодиоды серии N5

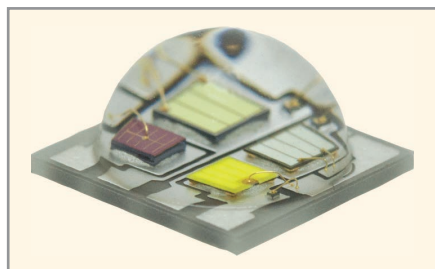


Рис. 3. Мощные светодиоды серии M63

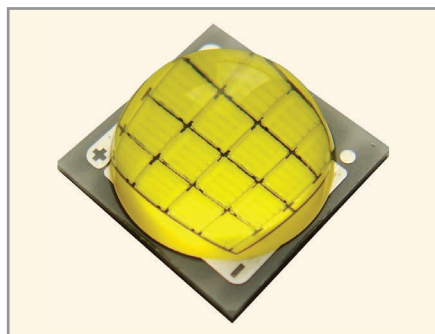


Рис. 4. Мощные светодиоды серии M90

Приборы серии C35 изготавливаются на основании размером $3,45 \times 3,45$ мм. Основания такого же размера используются многими известными производителями, например в светодиодах серий XP и XT компании Cree. Кривая светораспределения приборов серии C35 также аналогична светодиодам XP и XT. Поэтому светодиоды серии C35 компании SemiLEDs могут быть использованы производителями осветительных приборов в уже существующих изделиях.

Мощные светодиоды серии **N5** (см. рис. 2) выпускаются в холодном и теплом диапазонах белого цвета. В корпусе светодиодов данной серии находятся четыре кристалла. В зависимости от схемы коммутации возможны два режима рабочего тока и, соответственно, потребляемой мощности. Значение светового потока при токе 700 мА для холодного белого цвета превышает 560 лм, для теплого белого цвета – 380 лм. Потребляемая мощность в данном режиме составляет 5 Вт. Значения светового потока при токе 1400 мА для холодного белого цвета превышает 955 лм, для теплого белого цвета – 645 лм. Типичное значение CRI мощных светодиодов серии N5 холодного белого цвета составляет 70, для светодиодов теплого белого цвета минимальный CRI равен 80.

Основные характеристики светодиодов серии N5 приведены в таблице 3. Приборы серии N5 имеют корпус с основанием $5,0 \times 5,0$ мм, что также соответствует аналогам известных производителей, например светодиодам серии XM-L компании Cree. Следует отметить, что аналогичные по световым параметрам приборы многих фирм превосходят по размерам светодиоды серии N5 компании SemiLEDs, поэтому себестоимость люмена данного типа светодиодов ниже.

Мощные приборы серии **M63** (см. рис. 3) – это полноцветные светодиоды. В корпусе установлены четыре кристалла: красный, зеленый, синий и белый (фактически, синий кристалл, покрытый люминофором). Минимальные значения светового потока кристаллов при токе 350 мА через каждый кристалл составляют 45 лм для красного цвета, для зеленого – 87 лм, для синего – 18 лм и для белого – 100 лм. Максимальный рабочий ток равен 700 мА через каждый кристалл. Тепловое сопротивление светодиодов серии C35 не превосходит $7^\circ/\text{Вт}$. Основные характеристики светодиодов серии M63 приведены в таблице 4.

Светодиоды серии M63 имеют корпус с основанием $6,3 \times 6,3$ мм. Данные приборы в основном предназначены для систем архитектурно-художественного и декоративного освещения, а также для мощных компактных прожекторов, использующихся для создания световых спецэффектов.

Мощные светодиоды серии **M90** (см. рис. 4) выпускаются в диапазонах холодного и теплого белого цвета. В корпусе светодиодов данной серии находятся 12, 16 или 20 кристаллов. В зависимости от их количества и схемы коммутации возможны разные рабочие режимы с различной потребляемой мощностью. Типовые значения светового потока при токе 350 мА для холодного белого цвета составляют 1300 лм для 12-кристального корпуса и 1700 лм для 16-кристального корпуса. Для теплого белого цвета типовые значения светового потока при токе 350 мА составляют 1000 лм для 12-кристального корпуса и 1300 лм для 16-кристального корпуса. Это соответствует потребляемой мощности 12 Вт (12 кристаллов) и 16 Вт (16 кристаллов). Максимальный рабочий ток равен 1000 мА, что соответствует потребляемой мощности 40 и 55 Вт, соответственно.

Таблица 2. Основные характеристики светодиодов серии C35

Светодиод	Цвет	Номинальный ток, мА	Максимальный рабочий ток, мА	Минимальный световой поток, лм	CRI
C35x-W0-x	Холодный белый	350	1000	139	70 (тип.)
C35x-W1-x	Естественный белый			122	75 (тип.)
C35x-W7-x	Теплый белый			107	80 (мин.)
C35x-RN	Красный		700	56,8	–
C35x-AN	Желтый			–	–
C35x-GN-x	Зеленый			87,4	–
C35x-CN-x	Изумрудный		1000	30,6	–
C35x-BN-x	Голубой			–	–
C35x-DN-x	Синий			(480 мВт)	–

Таблица 3. Основные характеристики светодиодов серии N5

Светодиод	Номинальный ток, мА	Номинальная мощность, Вт	Цветовая температура, К	Минимальный световой поток, лм	CRI
N5xx-W0-x	700	5	4750...7000 (холодный белый)	560	70 (тип.)
	1400	10		955	
N5xx-W7-x	700	5	2600...3700 (теплый белый)	380	80 (мин.)
	1400	10		645	

Таблица 4. Основные характеристики светодиодов серии M63

Светодиод	Цвет	Минимальный световой поток, лм	Номинальный ток, мА	Максимальный ток, мА	Тепловое сопротивление, $^\circ\text{C}/\text{Вт}$
M6363-005-0000-4X	R: 620...630 нм G: 520...530 нм B: 460...470 нм W: 6000...8000 К	R: 45 G: 87 B: 18 W: 100	350	700	7

Светодиоды серии M90 с 20 кристаллами в корпусе выпускаются в диапазоне холодного белого цвета, максимальный рабочий ток составляет 840 мА, типовое значение светового потока при этом превышает 1700 лм. Потребляемая мощность в данном режиме составляет 20 Вт. Тепловое сопротивление приборов данной серии не превышает 0,5°/Вт. Основные характеристики светодиодов серии M90 приведены в таблице 5.

Светодиоды серии M90 имеют корпус с основанием 9,0 × 9,0 мм. Возможность изменять рабочие токи и, как следствие, потребляемую мощность и световой поток приборов данной серии при сохранении форм-фактора, позволяет реализовывать на одинаковых платах источники света различной яркости и применять их в широкой номенклатуре осветительных приборов практически без изменения конструкции.

Светодиодные модули компании SemiLEDs

В линейке светодиодных модулей компании SemiLEDs можно выделить три основные серии: C1919, C2828 и C4246.

Светодиодные модули серии **C1919** (см. рис. 5а и 5б) выпускаются в холодном и тёплом диапазонах белого цвета. На основании модулей данной серии могут располагаться либо 20 (см. рис. 5а), либо 30 (см. рис. 5б) кристаллов, соединённых в последовательно-параллельные цепочки 10×2 или 10×3. Номинальное значение прямого напряжения в рабочем режиме для всех моделей равно 33 В, а ток, в зависимости от схемы коммутации, составляет 300 или 450 мА. Данные режимы соответствуют потребляемой мощности 10 и 15 Вт. Основные характеристики светодиодов серии C1919 приведены в таблице 6.

Светодиодные модули серии C1919 имеют размеры основания 19,0 × 19,0 мм. Источник света круглой формы состоит из последовательно-параллельных цепочек синих кристаллов, покрытых плёнкой люминофорного геля для получения белого цвета [1–3, 12]. Диаметр источника света, в зависимости от количества кристаллов, равен 9,8 или 14,5 мм. Это позволяет разработчикам получать различную яркость при одинаковом форм-факторе и, таким образом, расширять линейку светотехнических изделий, снижая при этом себестоимость разработки.

Светодиодные модули серии **C2828** (см. рис. 6а и 6б) выпускаются в холодном и тёплом диапазонах белого цве-

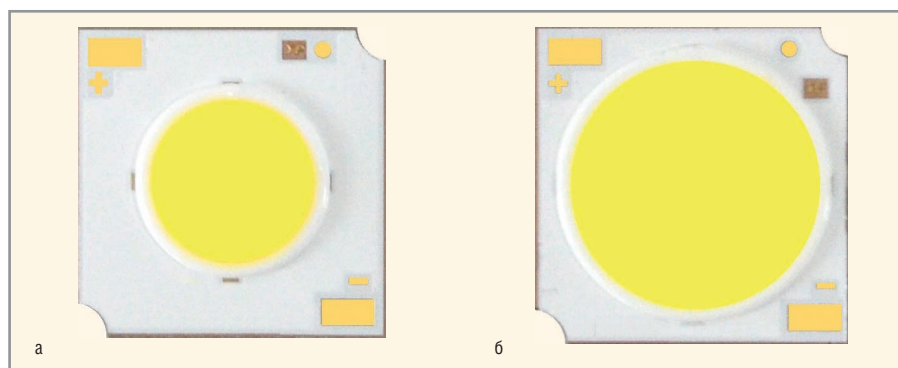


Рис. 5. Светодиодные модули серии C1919: а – 20 кристаллов; б – 30 кристаллов

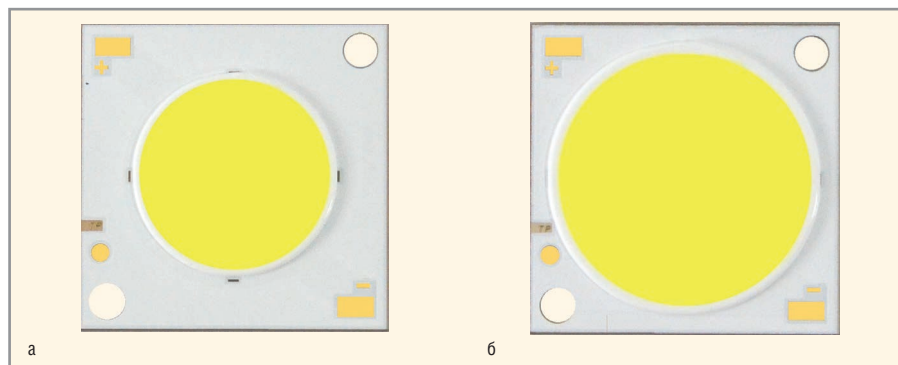


Рис. 6. Светодиодные модули серии C2828: а – 30 и 40 кристаллов; б – 60 кристаллов

та. На основании модулей данной серии могут быть установлены 30, 40 (см. рис. 6а) и 60 (см. рис. 6б) кристаллов, соединённых в последовательно-параллельные цепочки 10×3, 10×4 и 10×6. Номинальное значение прямого напряжения в рабочем режиме для всех модулей равно 33 В, а ток, в зависимости от схемы коммутации, составляет 450, 600 или 900 мА. Данные режимы соответствуют потребляемой мощности 15, 20 или 30 Вт. Основные характе-

ристики светодиодов серии C2828 приведены в таблице 7.

Светодиодные модули серии C2828 выполнены на основании размером 28 × 28 мм. Источник света круглой формы образуется, как и в серии C1919, последовательно-параллельными цепочками синих кристаллов, покрытых плёнкой люминофорного геля для получения белого цвета [1–3, 12]. Диаметр источника света равен 17 мм (30 и 40 кристаллов) или 22,5 мм (60 кри-

Таблица 5. Основные характеристики светодиодов серии M90

Светодиод	Цветовая температура, К	Типичный световой поток, лм	Номинальный ток, мА	Максимальный рабочий ток, мА	CRI
M9090-012-1201-CE	5310...6020 (холодный белый)	1300	350	1000	70 (тип.)
M9090-012-1201-WF	2870...3220 (тёплый белый)	1000			80 (мин.)
M9090-016-1601-CE	5310...6020 (холодный белый)	1700			70 (тип.)
M9090-016-1601-WF	2870...3220 (тёплый белый)	1300			80 (мин.)
M9090-020-0707-CE	5310...6020 (холодный белый)	1700	840	840	70 (тип.)

Таблица 6. Основные характеристики светодиодных модулей серии C1919

Светодиодный модуль	Цветовая температура, К	Потребляемая мощность, Вт	Номинальный ток, мА	Прямое напряжение, В	CRI
C1919-010-1002-CE	5700 (холодный белый)	10	300	33	70 (тип.)
C1919-010-1002-WF	3000 (тёплый белый)				80 (мин.)
C1919-015-1003-CE	5700 (холодный белый)	15	450		70 (тип.)
C1919-015-1003-WF	3000 (тёплый белый)				80 (мин.)

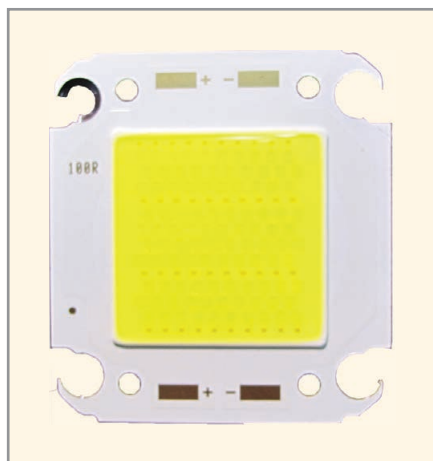


Рис. 7. Светодиодные модули серии C4246



Рис. 8. Сверхъяркие светодиоды серии PBC-3014

сталлов). Это означает, что применение светодиодных модулей C2828 позволяет разработчикам получать различную яркость источника света при одинаковом форм-факторе.

В отличие от двух предыдущих серий, светодиодные модули серии **C4246** (см. рис. 7) выпускаются только в холодном диапазоне белого цвета. На основании модулей устанавливаются 100 или 120 кристаллов, соединённых в последовательно-параллельные цепочки 10×10 или 10×12. Номинальное значение прямого напряжения в рабочем режиме для всех модулей равно 33 В, а ток может быть равным 1500 мА или 3000 мА (100 кристаллов) и 3600 мА (120 кристаллов). Данные режимы соответствуют потребляемой мощности 50, 100 и 120 Вт. Основные характеристики светодиодов серии C2828 приведены в таблице 8.

Светодиодные модули серии C4246 имеют размеры основания 42,0×46,0 мм. Источник света, в отличие от двух других серий, имеет форму квад-

рата 24,4×24,4 мм. Применение изделий серии C4246 также позволяет разработчикам получать различную яркость источника света в одном форм-факторе.

СВЕРХЪЯРКИЕ СВЕТОДИОДЫ КОМПАНИИ SemiLEDs

В линейке сверхъярких светодиодов компании SemiLEDs можно выделить четыре основные серии: PBC-3014, PAC-3022, PAC-5630 и PAC-3030.

Светодиоды серии **PBC-3014** (см. рис. 8) являются наименее мощными. Их рабочий ток равен 30 мА при среднем значении потребляемой мощности около 0,1 Вт. Приборы выпускаются во всём диапазоне белого цвета – холодном, естественном и тёплом. Типовое значение светового потока при токе 30 мА для холодного и естественного белого цвета равно 11,5 лм, для тёплого белого цвета – 10,4 лм. Основные характеристики светодиодов серии PBC-3014 приведены в таблице 9. Светодиоды данной серии устанавливают в стандартные корпуса 3014 для поверхностного монтажа.

Светодиоды серии **PAC-3022** (см. рис. 9) выпускаются во всём диапазоне белого цвета – холодном, естественном и тёплом. Типовое значение светового потока при рабочем токе 60 мА для холодного белого цвета равно 22,8 лм, для естественного белого цвета – 22,0 лм, для тёплого белого цвета – 20,8 лм. Основные характеристики светодиодов серии PAC-3022 приведены в таблице 10. Светодиоды данной серии собирают в стандартных корпусах 3022 для поверхностного монтажа.

Светодиоды серии **PAC-5630** (см. рис. 10), как и аналоги двух предыдущих серий, выпускаются во всём диапазоне белого цвета – холодном, естественном и тёплом. Их номинальный рабочий ток равен 150 мА, а среднее значение потребляемой мощности при этом составляет около 0,5 Вт. Типовое значение светового потока при номинальном токе для холодного белого цвета равно 50 лм, для естественного белого цвета – 46 лм, для тёплого белого цвета – 44...46 лм. Основные характеристики приборов серии PAC-5630 приведены в таблице 11. Светодиоды данной серии собирают в стандартных корпусах 5630 для поверхностного монтажа.

Приборы серии **PAC-3030** (см. рис. 11) являются наиболее мощными из сверхъярких дискретных светодиодов. Их потребляемая мощность

Таблица 7. Основные характеристики светодиодных модулей серии C2828

Светодиодный модуль	Цветовая температура, К	Потребляемая мощность, Вт	Номинальный ток, мА	Прямое напряжение, В	CRI
C2828-015-1003-CE	5700 (холодный белый)	15	450	33	70 (тип.)
C2828-015-1003-WF	3000 (тёплый белый)				80 (мин.)
C2828-020-1004-CE	5700 (холодный белый)	20	600		70 (тип.)
C2828-020-1004-WF	3000 (тёплый белый)				80 (мин.)
C2828-030-1006-CE	5700 (холодный белый)	30	900		70 (тип.)
C2828-030-1006-WF	3000 (тёплый белый)				80 (мин.)

Таблица 8. Основные характеристики светодиодных модулей серии C4246

Светодиодный модуль	Цветовая температура, К	Потребляемая мощность, Вт	Номинальный ток, мА	Прямое напряжение, В	CRI
C4246-050-1010-CE	5700 (холодный белый)	50	1500	33	70 (тип.)
C4246-100-1010-CE	3000 (тёплый белый)	100	3000		
C4246-120-1012-CE	5700 (холодный белый)	120	3600		

Таблица 9. Основные характеристики сверхъярких светодиодов серии PBC-3014

Светодиод	Цветовая температура, К	Прямое напряжение, В	Номинальный ток, мА	Типичный световой поток, лм	CRI
PBC-3014-BC	5300...6500 (холодный белый)	2,9...3,5	30	11,5	80 (мин.)
PBC-3014-BD	4750...5600 (холодный белый)				
PBC-3014-BN	3750...4250 (естественный белый)				
PBC-3014-BW	2850...3250 (тёплый белый)			10,4	
PBC-3014-BM	2550...2850 (тёплый белый)				

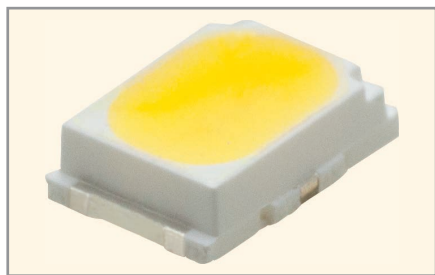


Рис. 9. Сверхъяркие светодиоды серии PAC-3022

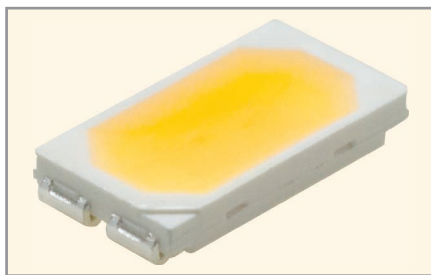


Рис. 10. Сверхъяркие светодиоды серии PAC-5630

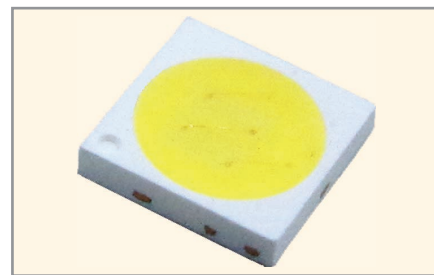


Рис. 11. Сверхъяркие светодиоды серии PAC-3030

в рабочем режиме составляет примерно 1 Вт, а номинальный ток равен 150 мА. Они выпускаются во всём диапазоне белого цвета – холодном, естественном и тёплом. Типовое значение светового потока при номинальном токе для холодного и естественного белого цвета равно 95 лм, для тёплого – 82...85 лм. Основные характеристики светодиодов серии PAC-3030 приведены в таблице 12. Приборы данной серии собирают в стандартных корпусах 3030 для поверхностного монтажа.

Все серии сверхъярких светодиодов компании SemiLEDs выпускаются в достаточно распространённых типах корпусов, используемых многими производителями. Это позволяет разработчикам применять данные светодиоды в уже существующих изделиях без каких-либо изменений схемы и дизайна.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Светодиоды компании SemiLEDs имеют высокую световую отдачу, умеренную стоимость люмена и позволяют реализовывать эффективные светотехнические изделия. Успехи, достигнутые компанией SemiLEDs, позволяют предположить, что новые разработки, которые планируется вывести на рынок в 2014 году, существенно укрепят её позиции, а также увеличат долю светодиодных изделий в выпускаемой светотехнике.

ЛИТЕРАТУРА

- Шуберт Ф.Е. Светодиоды. Москва. ФизМатЛит. 2008.
- Туркин А.Н. Полупроводниковые светодиоды: история, факты, перспективы. Полупроводниковая светотехника. № 5. 2011.
- Туркин А.Н. Применение светодиодов в светотехнических решениях: история, реальность и перспективы. СТА. № 2. 2011.
- Туркин А.Н. Светодиоды Lumileds: прошлое, настоящее, будущее. Полупроводниковая светотехника. №2. 2012.
- Матешев И., Муленкова А., Туркин А., Шамков К. Мощные светодиоды Philips Lumileds – от истоков до новинок рынка. Современная электроника. № 6. 2013.
- Матешев И., Муленкова А., Туркин А., Шамков К. Обзор новых светодиодных продуктов компании Philips Lumileds. Полупроводниковая светотехника. № 5. 2013.
- Полищук А.Г. Новая серия светодиодов XR-E7090 компании Cree для общего освещения. Светотехника. № 3. 2007.
- Полищук А.Г., Туркин А.Н. Новое поколение светодиодов компании Cree для освещения. Автоматизация в промышленности. Июль 2008.
- Туркин А.Н. Мощные светодиоды Cree для освещения: основные преимущества и перспективы применения. Полупроводниковая светотехника. № 2. 2009.
- Туркин А.Н., Дорожский Ю.Б. Новое поколение мощных светодиодов Cree: особенности, преимущества, перспективы. Полупроводниковая светотехника. № 5. 2012.
- Туркин А., Дорожский Ю., Щерба А., Матешев И. Характеристики и особенности применения светодиодов Cree нового поколения. Современная электроника. № 1. 2013.
- Светодиоды и их применение для освещения. Под общей редакцией Ю.Б. Айзенберга. Московский Дом Света. 2012. ©

Таблица 10. Основные характеристики сверхъярких светодиодов серии PBC-3022

Светодиод	Цветовая температура, К	Прямое напряжение, В	Номинальный ток, мА	Типичный световой поток, лм	CRI
PBC-3022-CC	5300...6500 (холодный белый)	2,9...3,5	60	22,8	80 (мин.)
PBC-3022-CD	4750...5600 (холодный белый)				
PBC-3022-CN	3750...4250 (естественный белый)			22,0	
PBC-3022-CW	2850...3250 (тёплый белый)			20,8	
PBC-3022-CM	2550...2850 (тёплый белый)				

Таблица 11. Основные характеристики сверхъярких светодиодов серии PBC-5630

Светодиод	Цветовая температура, К	Прямое напряжение, В	Номинальный ток, мА	Типичный световой поток, лм	CRI
PBC-5630-DC	5300...6500 (холодный белый)	2,8...3,5	150	50	80 (мин.)
PBC-5630-DD	4750...5600 (холодный белый)				
PBC-5630-DN	3750...4250 (естественный белый)			46	
PBC-5630-DW	2850...3250 (тёплый белый)			44	
PBC-5630-DM	2550...2850 (тёплый белый)				

Таблица 12. Основные характеристики сверхъярких светодиодов серии PAC-3014

Светодиод	Цветовая температура, К	Прямое напряжение, В	Номинальный ток, мА	Типичный световой поток, лм	CRI
PAC-3030-DE	6000...7000 (холодный белый)	6,0...7,0	150	95	80 (мин.)
PAC-3030-DC	5300...6500 (холодный белый)				
PAC-3030-DN	3750...4250 (естественный белый)				
PAC-3030-DW	2850...3250 (тёплый белый)			85	
PAC-3030-DM	2550...2850 (тёплый белый)			82	

Новости мира News of the World Новости мира

От Agilent до Keysight: все тайны мира измерений

В январе 2014 года в офисе компании Agilent Technologies состоялась пресс-конференция. Поводом для этого мероприятия послужило разделение бизнес-структур компании Agilent, в результате чего на рынке появляется новый бренд – Keysight Technologies – компания, наследующая бизнес электронных измерений Agilent. Именно об этом приглашённым журналистам сообщила Галина Владимировна Смирнова, генеральный директор российского отделения Agilent.

Ещё в прошлом, 2013 году руководство Agilent Technologies объявило о планах разделения на две независимые компании, одна из которых будет специализироваться на разработке и производстве электронных контрольно-измерительных решений, а другая – продолжит работать на рынке химического анализа, биотехнологий и диагностики.

В начале 2014 года было объявлено: группа электронных измерений Agilent становится независимой компанией Keysight Technologies.

«Keysight» означает возможность видеть то, что скрыто от других, проникнуть в суть развивающихся технологий. Слоган новой компании – Unlocking Measurement Insights for 75 Years — напоминает о рождении в 1939 году Hewlett-Packard, родоначальника Keysight.

«Название Keysight отражает наше богатое наследие и прямую связь со стандартами надёжности и новаторства Hewlett-Packard и лучшими традициями Agilent в сфере производства контрольно-измерительных решений», – отметил Рон Нерсесян, президент и генеральный директор компании Keysight.

Компания Keysight будет специализироваться исключительно на разработке и производстве электронных контрольно-измерительных решений. В настоящее время компания Agilent является мировым лидером в области измерений, в том числе в области беспроводных технологий, оборонной и аэрокосмической промышленности, а также машино- и приборостроения, компьютерных технологий и полупроводниковой промышленности.



Планируется, что разделение компаний завершится к ноябрю 2014 года.

Штаб-квартира Keysight будет располагаться в Санта-Розе (штат Калифорния, США).

В компании будет работать около 9500 сотрудников в 30 странах мира.

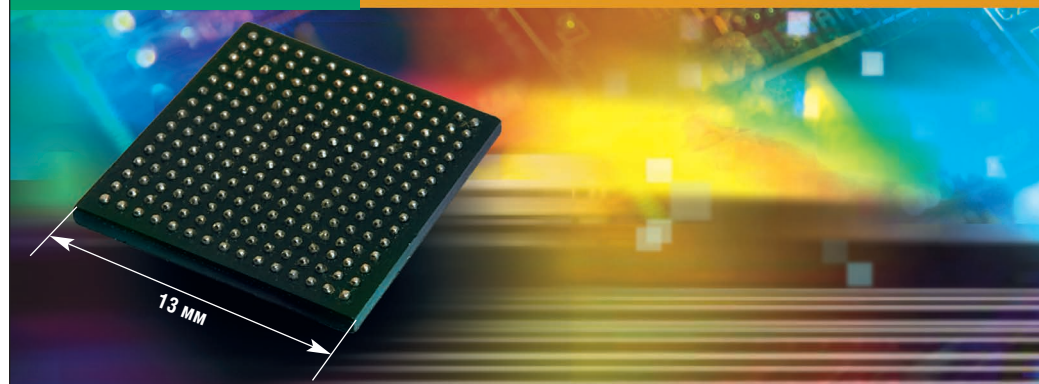
В России начать свою деятельность под новым названием Keysight Technologies планирует с 1 августа 2014 года.

В настоящее время создан веб-сайт www.keysight.com, где можно получить дополнительную информацию.

www.agilent.ru

НОВЫЙ X86 МИКРОКОНТРОЛЛЕР RDC HB301

RDC®



Основные достоинства

- Совместимость с популярной x86-архитектурой
- Обширные периферийные возможности
- Низкие затраты на разработку ПО
- Невысокая стоимость

Области применения

- Промышленные компьютеры
- Системы сбора данных
- Оборудование для коммуникаций: коммутаторы пакетов, точки доступа, локальные маршрутизаторы

Технические характеристики

- 300 МГц 32-бит ядро (архитектура 80486SX)
- Двухпортовый хост контроллер USB 2.0
- Контроллер PCI rev. 2.1
- 2 контроллера Fast Ethernet MAC
- Встроенный контроллер памяти DR/DDR/DDR2
- Интегрированная периферия
 - контроллер прерываний
 - контроллер DMA
 - таймеры
- 25 портов ввода вывода общего назначения
- Поддержка Windows, DOS, Linux и других ОС



Доступен набор для разработчиков и полный комплект технической документации

ЭКСКЛЮЗИВНЫЙ ДИСТРИБЬЮТОР ПРОДУКЦИИ RDC НА ТЕРРИТОРИИ РОССИИ, СТРАН СНГ И БАЛТИИ

ProSoft®
COMPONENTS

АКТИВНЫЙ КОМПОНЕНТ ВАШЕГО БИЗНЕСА

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



Реклама

Новости мира News of the World Новости мира

Самый маленький в мире светодиод, состоящий из одной органической молекулы

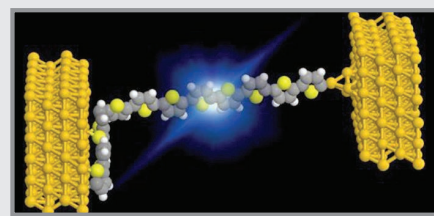
Заставив единственную молекулу полимерного материала излучать фотоны света, исследователи создали самый маленький органический светодиод в мире. Эта работа проводилась в рамках программы междunarодных мультидисциплинарных исследований, направленных на создание электронных приборов и устройств молекулярного и атомарного уровня – устройств, которые в перспективе могут стать основой более мощных и энергосберегающих вычислительных систем и малогабаритной электроники.

Guillaume Schull и его коллеги из французского университета Страсбурга (University of Strasbourg) в качестве материала светодиода использовали молекулу токопроводящего полимера под названием полиитиофен. При помощи наконечника сканирующего туннельного микроскопа учёные определили точное место и положение длинной молекулы полимера, лежащей на золотом основании. Затем, используя наконечник микроскопа как подъёмный кран, разработчики захва-

тили один край молекулы и подняли её таким образом, что она стала играть роль проводника между наконечником и основанием.

Подав электрический потенциал между наконечником и золотым основанием, исследователи начали производить записи значений электрического тока, протекающего через молекулу (сила тока достигала нескольких наноампер), регистрируя при этом количество и характеристики излучаемых молекулой фотонов.

Следует отметить, что обычные светодиоды представляют собой части металлического или органического полупроводникового материала, зажатые меж двумя электродами. Когда на эти два электрода подаётся электрическое напряжение, в полупроводнике возникают два потока, движущихся в противоположных направлениях, поток свободных электронов и электронных дырок. И когда электрон встречается с дыркой, играющей роль положительно заряженной частицы, происходит их условная аннигиляция, сопровождающаяся излучением фотона света с определённой длиной волны, которая зависит от энергии электрона и дырки.



Точно такой же процесс происходит и в молекуле полиитиофена, за исключением более маленького масштаба – размеров молекулярного уровня. Исследователи выяснили, что при определённом значении обратного электрического потенциала, который обеспечивает максимальную производительность молекулярного светодиода, один фотон света красного цвета излучается приблизительно на 100 тысяч свободных электронов, которые текут от наконечника микроскопа через молекулу к основанию. Но, если поменять полярность приложенного потенциала на обратную, то процесс излучения света практически прекращается, а вся энергия электронов и дырок преобразуется в тепловую энергию, полностью повторяя все эффекты, наблюдаемые в обычных светодиодах.

www.dailytechinfo.org

TDK-Lambda ПРОГРАММИРУЕМЫЕ ИСТОЧНИКИ ПИТАНИЯ МОЩЬ И ИНТЕЛЛЕКТ



Серия ZUP

Применения ZUP и Genesys™

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



Серия Genesys™

Серия ZUP (Zero-Up), Z+ (Z plus)

- Выходная мощность 200/400/800 Вт
- Встроенный интерфейс RS-232/485
- Универсальный вход 85–265 В переменного тока
- Выходные напряжения до 120 В, ток нагрузки до 132 А
- Программная калибровка
- Опциональные интерфейсы, LAN, GPIB и аналоговые сигналы с гальванической развязкой (для Z+)
- 16-разрядное разрешение и быстрый отклик на программируемые установки (для Z+)

Серия Genesys™

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

ОФИЦИАЛЬНЫЙ ДИСТРИБЬЮТОР ПРОДУКЦИИ TDK-LAMBDA

ProSoft®

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



Реклама

Осциллографы высокого разрешения Teledyne LeCroy и их возможности

Владимир Дьяконов (г. Смоленск)

Разработка осциллографов высокого разрешения американской корпорацией Teledyne LeCroy (ранее LeCroy) – большой шаг в развитии осциллографии. Фирма LeCroy, один из трёх «китов» мировой индустрии осциллографов, создала уже несколько поколений таких приборов и в ноябре 2013 г. анонсировала новейшие осциллографы смешанных сигналов. Автор благодарит российское отделение Teledyne LeCroy за предоставленные для тестирования образцы приборов, о которых рассказывается в этой статье.

Современный цифровой осциллограф основан на сборе отсчётов сигналов, оцифрованных с помощью АЦП, их обработке и отображении формы сигналов во временной области на экране ЖК-дисплея. Важнейшими параметрами осциллографа являются разрядность дискретизации и частота выборки, которые ограничены возможностями ИС современных АЦП.

Большинство доступных осциллографов имеют полосу частот до 1 ГГц и время нарастания переходной характеристики до 0,35 нс, т.е. они преодолевают не только частотный барьер в 1 ГГц, но и временной в 1 нс, и позволяют наблюдать импульсы с длительностью примерно от 1 нс [1–4]. Эти максимальные параметры удалось сохранить в осциллографах класса HDO корпорации Teledyne LeCroy, несмотря на значительное увеличение разрядности его канальных АЦП.

На протяжении четверти века в цифровых осциллографах применялись АЦП с разрядностью 8 бит или $2^8 = 256$ уровнями амплитудного квантования сигналов. Минимальная теоретическая погрешность квантования

$1/256 = 0,0039$ или $\pm 0,00195$ (при расположении осциллограммы между уровнями). На практике её задают равной 1,5...3%. Даже идеальный сигнал при этом отображается как ступенчатый, и это хорошо заметно на экранах цифровых осциллографов. Дальнейшее повышение точности 8-разрядных осциллографов невозможно (за исключением усреднения периодических осциллограмм с потерей скорости их вывода).

Характер возникающих при этом искажений демонстрирует рисунок 1а. Помимо ступенчатости, ограниченная разрядность, или большой шаг квантования, приводит к появлению ошибок в измерении амплитудных параметров и снижению динамического диапазона осциллографов до 48 дБ. Ограниченная разрядность может существенно исказить форму малых сигналов. У новых осциллографов разрядность АЦП увеличена до 12 бит, что снижает амплитуду ступенек в 16 раз в сравнении с 8-битовыми осциллографами и увеличивает общее число уровней квантования с 256 до 4096 (см. рис. 1б). Это резко повышает качество осциллограмм,

делая их практически гладкими. Динамический диапазон осциллографов увеличивается до 72 дБ. Погрешность измерений амплитудных параметров у реальных осциллографов снижена втрое (до 0,5%) и имеет резерв к дальнейшему снижению.

Первыми 12-битовыми осциллографами высокого разрешения были приборы с открытой архитектурой HRO60Zi и HRO66Zi (см. рис. 2) и уменьшенной до 400 и 600 МГц полосой исследуемых частот, которые были созданы на основе серии WR600Zi. В них впервые был применён крупный (31 см) сенсорный дисплей с высоким (1280 × 800) разрешением. Необычным стало использование поворотного дисплея, который можно оттянуть от корпуса и установить в горизонтальное (см. рис. 3) или вертикальное (см. рис. 4) положение.

Однако приборы HRO66Zi были довольно громоздкими (297 × 418 × 227 мм), тяжёлыми (около 12 кг) и потребляли большую мощность (600 Вт). На их основе были созданы более совершенные приборы серий HDO4000 и HDO6000 [2] (см. рис. 5). Благодаря двум парам откидывающихся ножек внизу корпуса приборы можно устанавливать строго вертикально или с наклоном вперёд и назад. Габариты приборов составляют 232 × 400 × 131 мм, вес – 5,9 кг. Приборы удобно располагаются даже на малом рабочем месте. Потребляемая от сети мощность снижена до 350 Вт. На задней панели находятся разъём для подключения внешнего дисплея, гнезда для стереотелефонов и микрофона, порт локальной сети, а также 4 порта USB (ещё 2 на передней панели), к которым можно подключить принтер, клавиатуру, мышь и другие периферийные устройства.

В ноябре 2013 г. Teledyne LeCroy анонсировала выпуск новейших осциллографов смешанных сигналов HDO4000-MS и HDO6000-MS (см. рис. 6). Они оснащены входом для пробника на 16 логических сигналов и одного тактового сигнала; пробник поставляется в комплекте. Максимальная частота логических сигналов составляет 200 МГц.

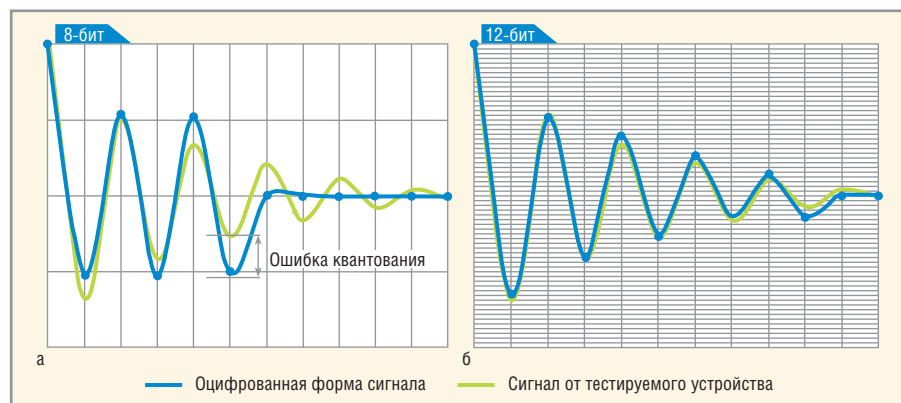


Рис. 1. Сравнение дискретизации сигнала (затухающая синусоида) с разрядностью 8 и 12 бит

Изменения внешнего вида в новых приборах носили принципиальный характер – требовалось больше места для крупного экрана и ряда органов управления новыми функциями приборов. В приборах установлен сенсорный дисплей и разработана очень простая и наглядная технология управления таким экраном с помощью палочки стилуса или прикосновения пальца руки (см. рис. 7).

Передняя панель осциллографов стала меньше (см. рис. 8). Ручки перемещения осциллограмм по вертикали и изменения чувствительности каналов были объединены и действуют только для текущего канала – он включается и выключается соответствующей кнопкой с цветным номером канала (цвет совпадает с цветом осциллограммы канала и светодиодного индикатора). Все поворотные ручки можно нажимать для установки осциллограмм и соответствующих параметров в исходное положение.

Панель управления разделена на 7 зон. Сверху расположена зона с пятью кнопками:

- Auto Setup – автоматическая установка параметров осциллографа, поиск сигналов и установка чувствительности по вертикали;
- Default Setup – установка исходных параметров осциллографа;
- Print – установка параметров печати, сохранения экрана и осциллограмм;
- Touch Screen – включение и выключение сенсорного управления;
- Clear Screens – очистка экрана от лишних элементов.

Ниже расположены зоны:

- Trigger – установка панели синхронизации и режима TriggerScan;
- Horizontal – установка положения осциллограмм по горизонтали и коэффициентов развёртки;
- Vertical – выбор каналов, управление положением осциллограмм по вертикали и установка чувствительности каналов;
- Cursor – вывод курсоров, панели управления курсорами и управление положением курсоров;
- Adjust – управление яркостью.

Наконец, в самом низу панели управления расположена зона с четырьмя кнопками:

- History – включение функции истории (просмотра предшествующих осциллограмм);
- Spectrum – включение функции расширенного анализа спектра;



Рис. 2. Первый осциллограф высокого разрешения LeCroy HR066Zi



Рис. 4. Осциллограф LeCroy HR066Zi с вертикально установленным дисплеем



Рис. 6. Осциллограф смешанных сигналов с пробником логических сигналов



Рис. 3. Подготовка к повороту дисплея



Рис. 5. Внешний вид современного осциллографа Teledyne LeCroy HDO4000/6000

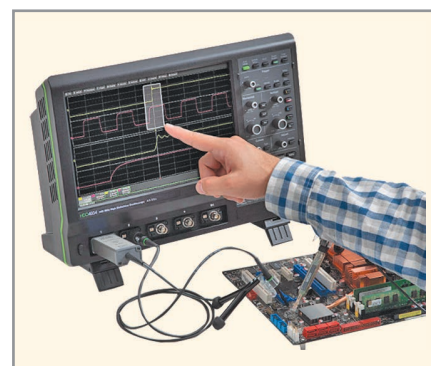


Рис. 7. Сенсорный экран осциллографа

- WaveScan – включение функции интеллектуального просмотра осциллограмм;
- Decode – включение функции декодирования последовательных шин.

Осциллографы имеют широкий диапазон коэффициентов развёртки (от 20 пс/дел до 1000 ч/дел) и развитую систему синхронизации и запуска. Есть система просмотра телевизионных сигналов. В приборах HDO6000 минимальный объём памяти осциллограмм составляет 50 Мбайт/канал и может быть увеличен до 150 и 250 Мбайт.

При первом включении осциллографа рекомендуется установить настройки по умолчанию, нажав кнопку Default Setup. В дальнейшем стоит «забыть» об этой кнопке и использовать её только при серьёзных сбоях в работе осциллографа. Для автоматического масшта-



Рис. 8. Панель управления осциллографа HDO4000/6000

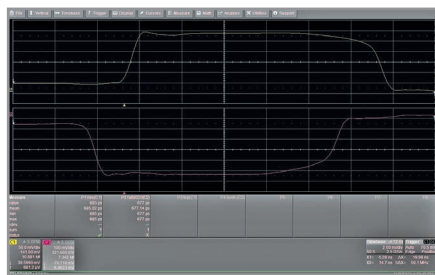


Рис. 9. Отображение импульсов калибратора осциллографов И1-12



Рис. 10. Просмотр сложного телевизионного сигнала и его выделенной части

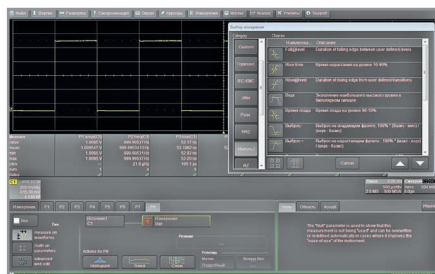


Рис. 11. Установка автоматических измерений



Рис. 12. Осциллограмма импульса $\sin(x)/x$ и его автоматических и статистических измерений

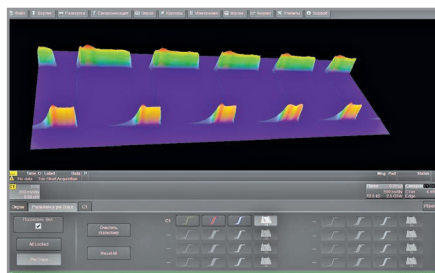


Рис. 13. Трёхмерное цветное послесвечение

бирования сигналов используется зелёная кнопка Auto Setup.

Далее рекомендуется провести обычную для осциллографов процедуру калибровки высокоомных пробников, входящих в комплект осциллографа. Они имеют коэффициент деления

напряжения 10, входное сопротивление 10 МОм и ёмкость 10 пФ. Настройка точной компенсации пробников осуществляется по сигналам калибратора прямоугольной формы с петлей Cal (см. нижний правый угол панели управления прибором) обычным образом.

Для оценки времени нарастания осциллографов применяются специальные внешние калибраторы, формирующие импульсы с очень короткими фронтами. На рисунке 9 показана осциллограмма импульсов калибратора И1-12 с длительностью фронта менее 50 пс на экране 500-МГц осциллографа НДО6504. По результатам автоматического измерения длительности фронтов реальное время нарастания осциллографа близко к теоретическому значению 0,35/полоса, равному 700 пс для 500-МГц осциллографа и 350 пс для 1-ГГц прибора.

При использовании какого-либо режима осциллографа или его функции на экране появляется маленькое окошко – дескриптор (описатель). Два дескриптора C1 и C2 для каналов и два P1 и P2 для автоматических измерений параметров видны под осциллограммами (см. рис. 9). Активация каждого дескриптора открывает панель его параметров. Если дескрипторов много, они принимают упрощённый вид. Фактически, дескрипторы заменяют главное меню, которое можно использовать реже.

Во всех каналах приборов серии НДО полоса не изменяется при переключении чувствительности. В окне параметров каналов можно установить входное сопротивление канала (50 Ом или 1 МОм), тип связи с источником сигналов и полосу частот канала. Есть возможность задать тип интерполяции сигнала (линейная или $\sin(x)/x$) и программное повышение разрешения (ERES) до 15 разрядов.

Иногда удобнее наблюдать обычную осциллограмму и её часть при меньшей по длительности развёртке. Часто такой режим «лупы времени» вводится с помощью дополнительной задержанной развёртки. У осциллографов класса НДО «лупа» включается нажатием кнопки Zoom между панелями Horizontal и Vertical (см. рис. 10), а выделенный участок дополнительно подсвечивается на основной осциллограмме. Развёртка телевизионного сигнала позволяет рассмотреть любую строку заданного полукадра для всех распространённых стандартов телевидения.

Осциллографы серии НДО имеют встроенные средства ослабления высокочастотных помех и шумов посредством сужения полосы частот канала до 200 МГц или даже 20 МГц и программного увеличения разрядности до 15 бит. Все они эквивалентны уменьшению полосы пропускания. Мощным средством повышения чёткости осциллограмм является усреднение. При периодических сигналах оно не ведёт к росту частотных искажений и сужению полосы, но увеличивает время построения итоговой осциллограммы. Число операций усреднения задаётся в панели параметров выбранного канала.

Осциллограф НДО позволяет выполнить ряд измерений осциллограмм. От аналоговых осциллографов унаследована возможность курсорных измерений. Курсоры – это перемещаемые отрезки прямых на экране, положение которых можно точно определить. Есть пары вертикальных и горизонтальных курсоров, последовательно вызываемых на экран и убиремых (одновременно) нажатием кнопки Type (тип курсора). Поворотной ручкой Select можно перемещать выбранный тип курсора. Несмотря на простоту курсорных измерений, они незаменимы для исследования особых точек или нестандартных особенностей осциллограмм, когда автоматические измерения затруднены.

Режим автоматических измерений превращает современный цифровой осциллограф в мощную многофункциональную измерительную и вычислительную систему. Увеличение разрешения осциллографов серии НДО естественно повышает роль автоматических измерений, поэтому их число в осциллографах НДО6000 увеличено более чем вдвое (по сравнению с НДО4000) и достигло 56! На рисунке 11 показаны средства установки автоматических измерений. Процесс сводится к указанию объекта и выбору типа измерения. Каждое измерение имеет свой дескриптор PN, где N – номер автоматического измерения. На экран можно выводить до 8 дескрипторов автоматических измерений: от измерения частоты и периода сигнала, длительности его фронтов до специальных измерений. Статистика измерений может быть отключена. На рисунке 12 приведена осциллограмма импульса $\sin(x)/x$, гистограммы его нестабильности и «живые»

микрогистограммы внутри дескрипторов. На дисплей также выводятся численные результаты автоматических измерений.

Многие осциллограммы имеют нестационарный характер, вызванный случайными процессами и шумами или спецификой порождающих их процессов. Для наблюдения таких осциллограмм удобно вводить режим аналогового послесвечения. Это можно сделать в позиции «Экран» главного меню. Послесвечение в осциллографах HDO можно сделать цветным и даже трёхмерным (см. рис. 13). Оно повышает информативность осциллограмм и позволяет наблюдать их кратковременные особенности.

Осциллографы серии HDO оснащены также новыми режимами работы, например: Waveform History (история формы сигнала), который позволяет автоматически сохранять в памяти осциллограмм ранее просмотренные осциллограммы и при необходимости воспроизводить их в отсутствие входного сигнала. Режим включается кнопкой History внизу панели управ-

ления, вызывая панель с «проигрывателем» (см. рис. 14). В левом верхнем углу выводится таблица просмотренных осциллограмм.

Режим Sequence (сегментированная память) позволяет осциллографу HDO разделить захваченный сигнал на сегменты (до 10 000) с удалением ненужных межсегментных промежутков, выделить отдельный сегмент для анализа и сохранения и последовательно воспроизвести все полученные сегменты. Режим даёт возможность сохранить высокую частоту дискретизации при отображении ВЧ-сигналов, уменьшить время простоя (dead time) и произвести измерения временных интервалов между редко повторяющимися сигналами.

Новая функция WaveScan (включается аналогичной по названию кнопкой внизу панели управления) предлагает возможности обнаружения редких событий в однократной развёртке или сканирования развития событий по множеству развёрток в течение длительного периода времени. Пользователь может выбрать 20 режи-

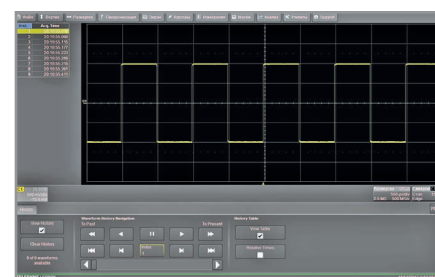


Рис. 14. Функция History



Рис. 15. Функция WaveScan нашла положительные фронты коротких импульсов

мов поиска (фронт положительный или отрицательный, длительность импульса, частота, время нарастания, скважность и т.д.), задать необходимые условия поиска (>, <, в диапазоне, вне диапазона), установить преде-

Новые генераторы сигналов серии 33600A с эксклюзивной технологией Trueform от Agilent Technologies



Генераторы сигналов серии 33600A с эксклюзивной технологией Trueform обеспечивают больше возможностей, более высокую точность измерений и гибкость в сравнении с предыдущим поколением генераторов Прямого Цифрового Синтеза (DDS). Используйте новую серию генераторов Agilent, чтобы ускорить процесс разработки от начала до конца.

With **Trueform**
TECHNOLOGY

Уникальные возможности генераторов сигналов серии 33600A:

- Частота дискретизации 1 Гвыб/с. Полоса пропускания до 80 или 120 МГц, 1 или 2 канала
- Формирование произвольных сигнальных последовательностей с возможностью сохранения до 64 Мвыб, возможность секвенсирования (до 512 различных сегментов).
- 1 пс джиттер. В 200 раз лучше, чем в генераторах DDS
- Гармонические искажения в 5 раз меньше, чем в генераторах DDS
- Совместимость с программным обеспечением Agilent BenchVue

Узнайте больше



«ЭрисКом» - официальный дистрибьютор
Agilent Technologies в России.
Тел./Факс: (499) 218-2353 (мн.)
E-mail: info@eriscom.ru
Http://www.eriscom.ru

Agilent Technologies

Авторизованный дистрибьютор



3 ГОДА ГАРАНТИИ

На всё контрольно-измерительное оборудование Agilent Technologies

Реклама



Рис. 16. Панель синхронизации и параметров режима TriggerScan



Рис. 17. Пример операции интегрирования осциллограммы меандра

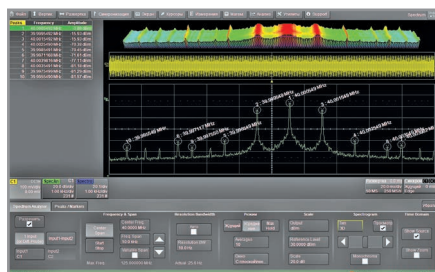


Рис. 18. Спектральный анализ сигнала с амплитудной модуляцией

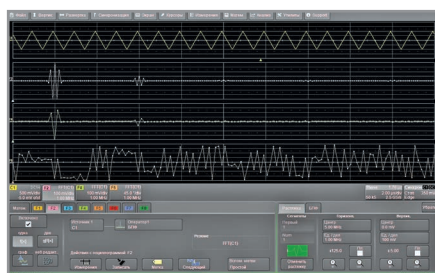


Рис. 19. Комплексный спектральный анализ треугольного сигнала с применением БПФ

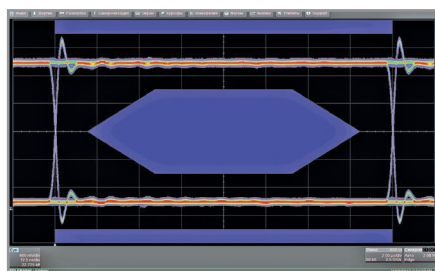


Рис. 20. Пример построения маски и глазковой диаграммы

лы допуска и др. После определения режима и условий поиска практически мгновенно активируется поиск артефактов.

В отличие от режимов поиска в осциллографах Tektronix и Agilent,

режим WaveScan не дублирует режимы и установки схемы синхронизации и выполняет поиск не только по временным параметрам, но и по амплитудным, с индикацией реальных результатов измерений и временных отметок их появления. Он позволяет также отбирать редкие события (с минимальными, максимальными значениями или совместно) и задавать число событий.

При однократной развёртке режим WaveScan будет идентифицировать редко повторяющиеся события, выделять их красным цветом и выдавать список в цикле наблюдения событий в виде таблицы (см. рис. 15). После этого пользователь может применить растяжку или дополнительные инструменты анализа для окончательной отладки и настройки отображения.

В дополнение к возможности поиска редких событий по однократной развёртке, WaveScan может находить события в течение часов или даже дней и после обнаружения такого события применять к нему различные функции обработки. Режим WaveScan намного разнообразнее классической реализации обзора осциллограмм. Например, осциллограф может быть настроен для сканирования значения частоты вне ожидаемого диапазона, невозможного для любой аппаратной схемы синхронизации. Затем WaveScan может остановить сканирование, сохранить осциллограмму найденного события и продолжить сканирование. Это позволяет собрать набор данных по редким событиям и быстрее отлаживать сложные процессы.

Другой специальный режим TriggerScan порадует тех, кому надо выявить особенность в очень сложном сигнале. Режим открывается в панели параметров синхронизации (см. рис. 16) и имеет множество новых возможностей, но его описание выходит за рамки статьи.

Наиболее совершенные цифровые осциллографы, как правило, оснащены функциями математической обработки осциллограмм. Осциллографы серии HDO не являются исключением. Средства для задания функций обработки вводятся в панели, которая открывается нажатием кнопки Math или из главного меню (см. рис. 17). На этом рисунке показан пример интегрирования меандра (осциллограмма результата – треугольный импульс). Видна также панель задания нужной

функции. Есть функции обработки одной или двух осциллограмм (например, их сложения, вычитания, умножения и т.д.).

Принципиально новым является режим анализатора спектра, представляющий сигнал в частотной области. На рисунке 18 показано окно спектрального анализа сигнала с 50% амплитудной модуляцией 40-МГц синусоидальной несущей 1-кГц модулирующим сигналом. Режим вводится нажатием кнопки Spectrum внизу панели управления. Панель анализатора спектра (снизу на рис. 18) позволяет задавать параметры так, как это делается в обычных анализаторах спектра. Наверху построена трёхмерная спектрограмма сигнала – развёртка спектра во времени (вертикальная шкала, интенсивность гармоник представлена цветом).

В разделе «Математика» также имеется расширенная функция спектрального анализа методом быстрого преобразования Фурье (БПФ), обеспечивающая комплексный анализ (см. рис. 19) с построением реальной и мнимой частей спектра и зависимости фазы гармоник от частоты. Это придаёт осциллографам свойства векторных анализаторов спектра.

Осциллографы серии HDO позволяют строить и накладывать маски на осциллограммы. Маски могут иметь разную форму, в том числе создаваемую самой смещённой осциллограммой. Осциллограф HDO позволяет также строить большое число типов специальных диаграмм, например, статистических гистограмм, диаграмм трендов, глазковых диаграмм (см. рис. 20) и др. Они представляют интерес в основном для опытного пользователя и применяются в различных функциях.

Осциллографы HDO имеют средства декодирования сигналов данных многих типов последовательных шин (см. рис. 21). Они выполняются по заданным для каждого типа шины протоколам. Просмотр сигналов рядов параллельных шин обеспечивают осциллографы смешанных сигналов HDO4000-MS и HDO6000-MS. Приборы этого типа имеют встроенный логический анализатор (см. рис. 22). Возможен одновременный просмотр логических (цифровых) сигналов в их особом формате и физических сигналов на аналоговых входах осциллографов.

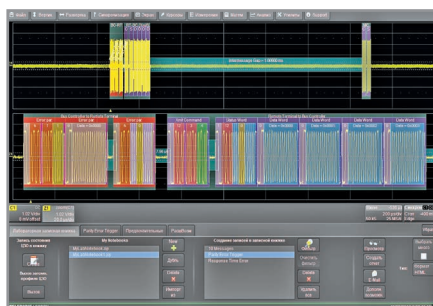


Рис. 21. Пример декодирования последовательной шины

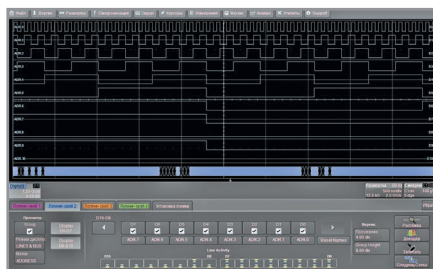


Рис. 22. Просмотр логических сигналов на выходах делителей частоты с помощью логического анализатора

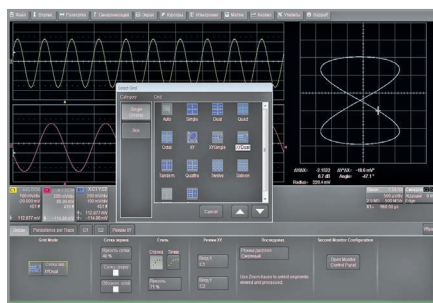


Рис. 23. Осциллограммы двух каналов и результирующая осциллограмма в режиме XY

В режиме XY используются два аналоговых канала осциллографа: канал CH1 даёт отклонение луча по горизонтали, а CH2 – по вертикали. Это позволяет строить фигуры Лиссажу (см. рис. 23), петли гистерезиса и др. Качество осциллограммы в окне XY такое же высокое, как и для обычных осциллограмм. При желании можно вывести только окно XY либо фигуры Лиссажу вместе с обычными и расширенными осциллограммами.

Осциллографы серии НДО имеют новую функцию подготовки отчётов LabNotebook в формате, удобном для вывода на печать.

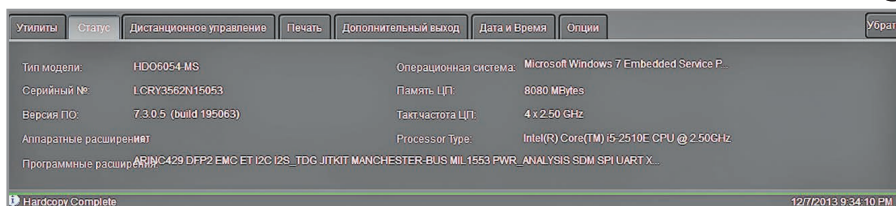


Рис. 24. Панель просмотра информации о встроенном компьютере и программном обеспечении

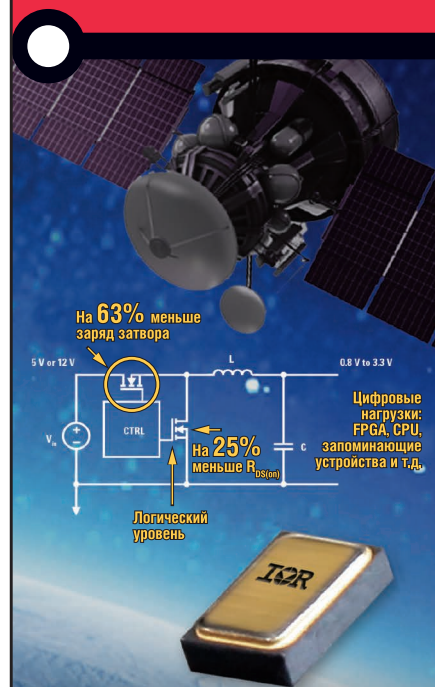
Пользователя обычно интересуют данные о фирменном программном обеспечении осциллографа и встроенном в него персональном компьютере открытой архитектуры. В позиции утилит главного меню можно найти вывод этих данных на экран дисплея (см. рис. 24). Комментарии здесь излишни. Встроенный компьютер реализован на 4-ядерном процессоре Intel Core i5 с рабочей частотой каждого ядра 2,5 ГГц, с операционной системой Windows 7 и твердотельным диском большой ёмкости. Обратите внимание на все вкладки этой панели – в них можно найти множество других интересных данных.

Несомненно, что осциллографы высокого разрешения серии НДО4000/6000 относятся к новому классу многофункциональных и многодоменных приборов с огромными (в том числе новыми и уникальными) возможностями при умеренной стоимости и малых габаритах и весе. Приборы широко используют методы математической обработки и оснащены десятками разновидностей автоматических измерений и математических функций. Следует отметить функции просмотра осциллограмм и их истории, реализации спектрального анализа и декодирования последовательных данных. Всё это повышает конкурентоспособность новых приборов и делает их предпочтительными в ряде применений, в частности для организации рабочих мест разработчиков современной электронной аппаратуры [1, 4].

ЛИТЕРАТУРА

1. Дьяконов В.П. Рабочее место разработчика электронной аппаратуры. Современная электроника. № 1. 2014.
2. Корнеев С. Осциллографы высокого разрешения НДО4000 и НДО6000. Компоненты и технологии. № 11. 2012.
3. Дьяконов В.П. Как потратить миллион рублей на покупку цифрового осциллографа, и что из этого выйдет? Компоненты и технологии. № 12. 2013.
4. Дьяконов В.П. Сверхскоростная твердотельная электроника. ДМК-Пресс. 2013.

РАДИЦИОННО-СТОЙКИЕ MOSFET R8 ДЛЯ PDL-ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЕЙ



Характеристики

- Напряжение V_{ds} 20 В
- Номинальное значение суммарной дозы 100 крад (Si) без ухудшения характеристик до 300 крад (Si)
- Гарантируется отсутствие обратимых и катастрофических отказов при ЛПЭ ионов $> 81 \text{ МэВ} \cdot \text{см}^2/\text{мг}$
- Логический уровень управления затвором V_{gs} 12 В
- Низкое значение сопротивления в открытом состоянии $R_{DS(on)}$ 12 мОм (тип.) в корпусе SMD 0.2
- Низкое значение заряда затвора (Q_g) 18 нКл (тип.)
- Доступны в корпусе SMD 0.2, наименьший в промышленности корпус для поверхностного монтажа, обеспечивающий 50% экономию места, и корпусе TO-39 для монтажа в отверстия

International
IR Rectifier

ОФИЦИАЛЬНЫЙ ПАРТНЁР
NATIONAL RECTIFIER HIREL В РОССИИ

ProSoft
COMPONENTS



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

Ускорение отладки автомобильных электронных систем с использованием декодирования и запуска по символам CAN-dbc

Джонни Хэнкок, Agilent Technologies

Разработчики автомобильной электроники используют множество средств тестирования и отладки систем, в которых применяется шина CAN. Для ускорения тестирования и отладки используются осциллографы с возможностью декодирования данных шины CAN. В статье описываются преимущества использования осциллографов, способных преобразовывать коды кадров в осмысленный текст на основе специализированных файлов CAN-dbc.



ВВЕДЕНИЕ

Практически во всех современных автомобилях для управления двигателем, трансмиссией и другим оборудованием широко используется дифференциальная шина CAN (Controller Area Network). Эта шина и соответствующий протокол, разработанный компанией Bosch более 30 лет назад, до сих пор являются основным способом объединения в единую систему различных устройств управления автомобилем. Помимо этого, шина CAN также широко применяется в средствах управления промышленным и медицинским оборудованием.

Основным измерительным прибором для тестирования и отладки

последовательной шины на физическом уровне является осциллограф. Несмотря на то что для отладки и тестирования систем CAN на более высоком логическом уровне абстракции (уровне конкретных приложений) широко используются анализаторы протокола CAN, такие как анализаторы сигналов шины CAN компании Vector Informatik GmbH, только осциллограф позволяет наблюдать форму сигнала, проверяя, таким образом, его качество (целостность) на физическом уровне. Электронное оборудование автомобиля работает в чрезвычайно неблагоприятной электромагнитной обстановке с высоким уровнем шумов

и импульсных помех. Ключевым преимуществом осциллографа является то, что он позволяет запоминать и детально отображать эти случайные помехи и шумы, которые могут стать причиной появления ошибок в работе шины CAN.

ДЕКОДИРОВАНИЕ ДАННЫХ ШИНЫ CAN И ЗАПУСК ПО НИМ

Для облегчения синхронизации и идентификации необходимых CAN-кадров в большинстве современных осциллографов среднего и верхнего ценового диапазона предусмотрена возможность запуска по конкретным комбинациям сигналов шины CAN и декодирования данных протокола в шестнадцатеричном и/или двоичном формате. Однако, как правило, эти функции не входят в базовый набор, а предоставляются в качестве опции за дополнительную плату.

На рис. 1 показан пример того, как выглядит экран осциллографа при запуске по определённому коду и декодировании кадров шины CAN в шестнадцатеричном формате. Обратите внимание на то, что способность осциллографа запоминать и отображать аналоговые сигналы позволяет видеть шумы и неодинаковую амплитуду импульсных сигналов шины. Под каждым захваченным кадром расположены соответствующие ему по времени декодированные данные, отображающие содержащуюся в этом кадре информацию. В верхней части экрана отображается таблица с декодированными данными всех захваченных кадров, примерно так же, как это

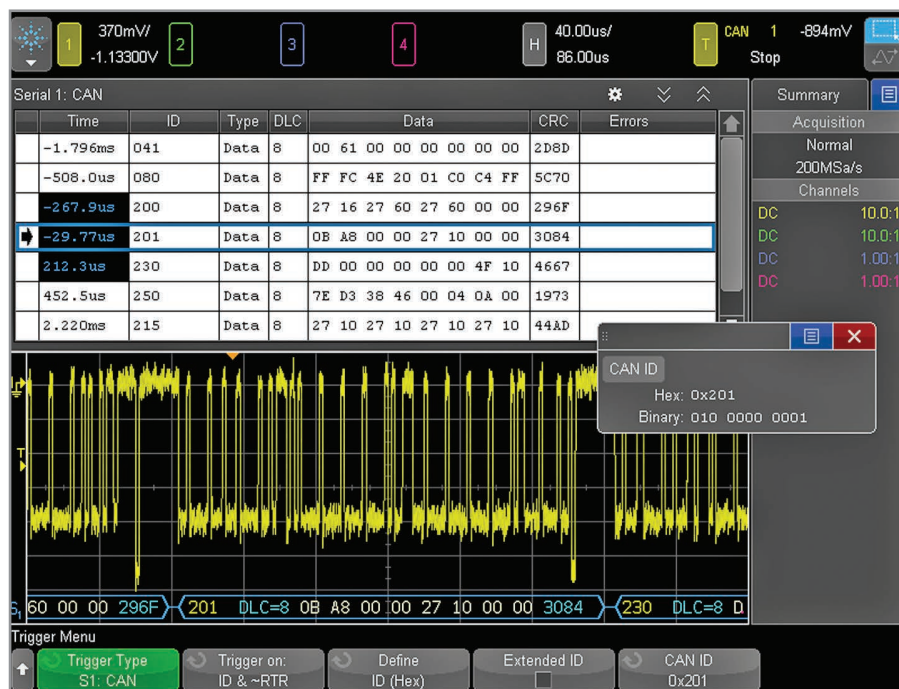
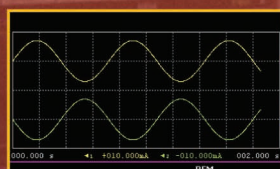
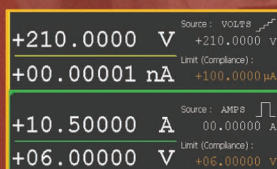
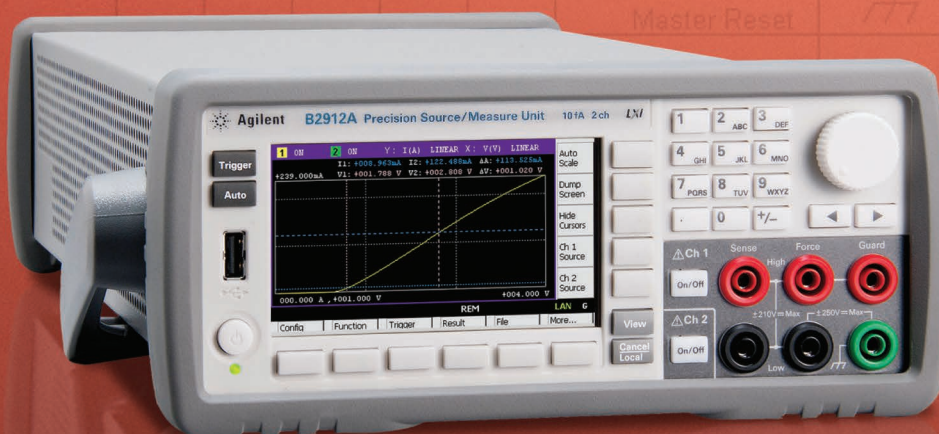


Рис. 1. Запуск по кадру 0x201и декодирование его данных

Прецизионный настольный параметрический анализатор – выберите наиболее эффективное решение



Прецизионные параметрические анализаторы (SMU) серии B2900A

Максимальные значения параметров источника	До 210В, до 3,03 А (в непрерывном режиме) / до 10,5 А (в импульсном режиме)
Максимальное разрешение	10 фА / 100нВ
Наилучший в отрасли уровень собственных шумов (с фильтром)	10 мкВскз / 1 нВскз/√Гц
Графический интерфейс	4 режима отображения на дисплее с диагональю 10,9 см.

Впервые интерфейс пользователя нового настольного параметрического анализатора (источника/измерителя) позволит отобразить измеренные результаты в графической форме. Эти приборы также отличаются наилучшими в классе выходными значениями и разрешающей способностью.

Чтобы обеспечить такую скорость и эффективность измерений, нужно использовать самые передовые технологии.

Мы смотрим в будущее. Это Agilent.

Узнайте больше о наиболее эффективных методах измерений с помощью анализаторов B2900A в видеороликах:
www.agilent.com/find/SMUvideos



Рис. 2. Запуск по символам и декодирование данных шины CAN

делается обычным анализатором протокола.

В данном примере измерения осциллограф настроен на запуск по кадру 0x201_(HEX), что соответствует двоичному числу 010 000 0001. В 8-байтовом поле данных этого кадра (0x201) отображается «0B A8 00 00 27 10 00 00». Однако, что означает этот номер кадра — 0x201_(HEX)? И что означает длинная строка шестнадцатеричных символов?

ДЕКОДИРОВАНИЕ СИМВОЛОВ ШИНЫ CAN

Как упоминалось ранее, одно из преимуществ анализатора протокола шины CAN заключается в возможности отображения результатов анализа на более высоком (прикладном) уровне абстракции. Другими словами, анализатор отображает результаты измерений на человеческом языке (например, «скорость = 852 об/мин») вместо закодированных числовых значений. Некоторые современные осциллографы также могут представлять информацию в такой форме. На рис. 2 показано изображение экрана того же осциллографа, что и на рис. 1, но при включении режима символьного декодирования.

В этом примере осциллограф запускается по сообщению «Brake_Torque» (тормозящий момент), которое имеет идентификатор кадра (0x211). Вместо длинной строки шестнадцатеричных символов, представляющей поле данных в этом кадре/сообщении, осциллограф отображает наименования

соответствующих «сигналов» вместе с их значениями, единицами измерения и/или кодами состояния, например: «On» (вкл.), «Off» (выкл.), «Reverse» (реверс) и т.д. На символьном языке шины CAN «сигналом» является не определённое движение электронов, а передаваемое значение физического параметра или состояния, например, как в этом примере, «Total_Torque» (полный крутящий момент): 131.0640k ft/lbs» (1776989 Н·м). Так, как же осциллограф преобразует необработанные числовые значения в символьную форму?

ФАЙЛЫ С РАСШИРЕНИЕМ .dbc

Разные автомобили могут использовать разные версии шины CAN, и для каждой модели автомобиля используется собственный файл с расширением .dbc, содержащий «базу данных CAN». Этот файл имеет текстовый формат и используется для описания данных, передаваемых по шине CAN. На рис. 3 приведён пример простейшего варианта такого файла, созданного компанией Agilent. Этот файл представляет собой демонстрационный вариант описания сигналов шины CAN, используемый для обучения работе с осциллографами Agilent.

В таком файле «Messages» (сообщения) представляют собой метки, соответствующие идентификаторам различных типов кадров. Например, в рассматриваемом примере идентификатор кадра 2190911837 соответ-

```
BO_ 2190911837 EngineData: 5 Engine
SG_Fuel : 8|881+ (0.01,12) [0|21] "" "gal" Gateway
SG_Temp : 24|881+ (0.2,135) [-50|150] "c" Gateway
SG_Speed : 32|881+ (0.1,2900) [0|8000] "rpm" Gateway

BO_ 189 ABS: 8 Brakes
SG_Frnt-R : 7|181+ (1,0) [0|1] "" Gateway
SG_Frnt-L : 2|181+ (1,0) [0|1] "" Gateway
SG_Rear-R : 11|181+ (1,0) [0|1] "" Gateway
SG_Rear-L : 10|181+ (1,0) [0|1] "" Gateway
SG_FR-Pressure : 40|881+ (-1,105) [0|200] "psi" Gateway
SG_FL-Pressure : 32|881+ (-1,105) [0|200] "psi" Gateway
SG_RR-Pressure : 56|881+ (-1,105) [0|200] "psi" Gateway
SG_RL-Pressure : 48|881+ (-1,105) [0|200] "psi" Gateway

BO_ 127 Airbag: 1 Emergency
SG_Frwd-impact : 7|181+ (1,0) [0|1] "" Gateway
SG_Rear-impact : 6|181+ (1,0) [0|1] "" Gateway
SG_Left-impact : 2|181+ (1,0) [0|1] "" Gateway
SG_Right-impact : 0|181+ (1,0) [0|1] "" Gateway

BO_ 000 Steering: 4 Steering
SG_Lock : 20|181+ (1,0) [0|1] "" Gateway
SG_Angle : 24|881+ (0.03,45) [0|48] "deg" Gateway

CM_ "CAN communication matrix for power train electronics
*****
implemented: turn lights, warning lights, windows";

VAL_ 189 Frnt-R 0 "unlocked" 1 "locked";
VAL_ 189 Frnt-L 0 "unlocked" 1 "locked";
VAL_ 189 Rear-R 0 "unlocked" 1 "locked";
VAL_ 189 Rear-L 0 "unlocked" 1 "locked";
VAL_ 127 Frwd-impact 0 "Deployed" 1 "Armed";
VAL_ 127 Rear-impact 0 "Deployed" 1 "Armed";
VAL_ 127 Left-impact 0 "Deployed" 1 "Armed";
VAL_ 127 Right-impact 0 "Deployed" 1 "Armed";
VAL_ 000 Lock 0 "on" 1 "off";
```

Рис. 3. Пример простого файла определений типа .dbc

ствует сообщению «EngineData» (данные двигателя). Представляющие собой передаваемые в кадре данные «Signals» (сигналы) строятся несколько сложнее. В сообщении «EngineData» имеется пять байтов данных (что задаётся в описании сообщения параметром счётчика длины слова данных DLC = 5), в которых содержатся три сигнала, обозначенные как «Fuel» (уровень топлива в баке), «Temp» (температура охлаждающей жидкости) и «Speed» (скорость). Для каждого сигнала задаётся номер бита начала и длина в битах. Например, сигнал «Temp» начинается с бита 24 и имеет длину 8 бит. С каждым заданным сигналом связаны коэффициенты пересчёта, единицы измерения, минимальное и максимальное допустимые значения и индикатор порядка следования битов (т.е. какой бит соответствует старшему разряду – самый левый или самый правый).

Далее в распечатке приведены примеры определений сигналов с дискретными значениями. Например, в сообщении ABS (АБС) сигнал «Frnt-R» начинается с бита 7 и имеет длину всего 1 бит. Это означает, что он может принимать только одно значение из двух – 0 или 1. Далее в листинге определяется текстовое представление значений этого сигнала. Если его значение равно «0», то на экране осциллографа отображается «Unlocked» (разблокирован), а при значении сигнала, равном «1», на экране осциллографа отображается «Locked» (блокирован).

Файлы .dbc, которые описывают шину CAN для конкретных автомобилей, значительно сложнее этого созданного компанией Agilent примера. К сожалению, в данной статье не представляется возможным рассмотреть используемый в реальном автомобиле файл .dbc. Дело в том, что производители автомобилей рассматривают эти файлы как интеллектуальную собственность, хранящуюся под грифом «совершенно секретно». Они не хотят, чтобы конкуренты знали, как устроены их сети.

Хотя в компании Agilent для создания файла .dbc, показанного на рис. 3, использовался простейший текстовый редактор (Windows Notepad), существуют гораздо более эффективные способы создания таких файлов, особенно для более сложных автомобильных систем. В настоящее время наиболее распространённым средством создания файлов .dbc стала программа CANdb++. Для получения подробной информации о ней следует обратиться в компанию Vector Informatik GmbH, разрабатывающую разнообразное ПО для работы с коммуникационными сетями.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ CAN-dbc для символьного декодирования и запуска в осциллографе

При наличии файла .dbc для шины CAN, подлежащей тестированию и отладке, импорт этого файла в осциллограф выполняется очень легко. Просто скопируйте соответствующий файл на флэш-накопитель USB, а затем загрузите его в память осциллографа. После анализа загруженного файла все основные параметры преобразования сохранятся в осциллографе. (Отметим, что осциллографы Agilent InfiniiVision серии 4000 X в действительности не запоминают содержимое самого файла .dbc.) После этого в меню запуска и декодирования сигналов шины CAN осциллографа появится пункт для включения символьного декодирования и возможность отображения сообщений и значений сигналов в текстовом виде. На рис. 4 показан снимок экрана осциллографа Agilent, выполняющего запуск и декодирование сигнала встроенного генератора тестовых сигналов шины CAN с использованием файла .dbc, распечатка которого приведена на рис. 3. В нижней половине экрана осцилло-

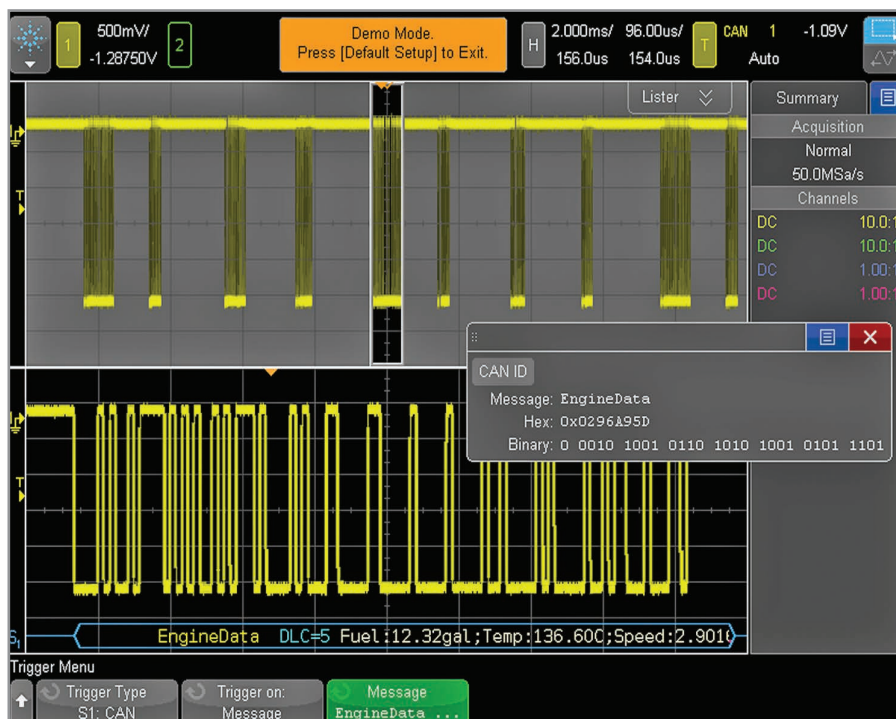


Рис. 4. Загрузка файла .dbc в осциллограф для выполнения символьной отладки и запуска

графа показан увеличенный вид кадра (сообщения) «EngineData» (данные двигателя) с сигналами «Fuel» (уровень топлива в баке), «Temp» (температура охлаждающей жидкости) и «Speed» (скорость).

Как уже говорилось ранее, большинство файлов .dbc, созданных для конкретного автомобиля, являются интеллектуальной собственностью компании-производителя. Работой осциллографов Agilent InfiniiVision серии 4000 X управляет собственная встроенная операционная система, не позволяющая скопировать файл из памяти осциллографа. Даже если осциллограф подключён к Интернету через сетевой порт, пользователи не смогут получить доступ к внутренней памяти осциллографа. Кроме того, из памяти файл можно легко стереть с помощью стандартной функции надёжного стирания, наличие которой требуется большинством заказчиков из аэрокосмической и военной промышленности. Поскольку большинство файлов .dbc защищены и являются объектом интеллектуальной собственности разработчиков, эта функция очень важна и для заказчиков в автомобильной промышленности. В результате выполнения функции надёжного стирания в памяти осциллографа не остаётся никакой информации, связанной с удалённым файлом.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В настоящее время разработчики автомобильной электроники используют множество средств тестирования и отладки систем, в которых применяется шина CAN. Основным инструментом для работы с этой шиной является осциллограф. Для ускорения тестирования и отладки целесообразно использовать осциллограф с возможностью декодирования данных шины CAN и запуска по коду нужного кадра. Применение же осциллографов, способных преобразовывать коды кадров и данные в них в осмысленный текст на основе данных специализированных файлов CAN-dbc делает процесс поиска конкретных кадров и данных в них ещё проще и понятнее. В конце концов, текстовое сообщение «EngineData» (данные двигателя) гораздо понятнее, чем шестнадцатеричное число 0x0296A95D. Осциллографы с функцией символьного декодирования и запуска, конечно, не могут полностью заменить специализированный анализатор протокола CAN, как и анализатор протокола CAN никогда не заменит осциллограф. В результате в большинстве случаев инженеры-автомобилестроители, занимающиеся разработкой и тестированием шин CAN для электронных систем управления автомобилем, для оптимизации процесса отладки будут использовать оба типа приборов.

Новости мира News of the World Новости мира

Создаётся государственный концерн АСУ, связи и разведки

Президент России подписал указ о создании государственного концерна автоматизированных систем управления (АСУ), связи и разведки.

Данный концерн будет входить в состав корпорации «Ростехнологии». Его организация под началом «Ростеха» позволит ускорить процесс создания и внедрения единой системы управления тактического звена (ЕСУ ТЗ) Вооружённых сил РФ.

Президент постановил принять предложения правительства РФ о передаче «Ростеху» 100% акций концернов «Созвездие», «Автоматика» и «Вега», а также компании «Системы управления» и ФГУП «ЦНИИ экономики, информатики и систем управления» (причём ФГУП будет предварительно преобразован в ОАО). Соответствующее решение было принято в целях «повышения эффективности деятельности госкорпорации «Ростехнологии» и совершенствования системы управления организациями радиоэлектронной промышленности».

Кроме того, в состав концернов будут включены свыше 50 акционерных обществ, акции которых находились до настоящего времени в федеральной собственности. На передачу данных компаний отведено 18 месяцев. До развала Советского Союза большая часть этих предприятий входила в состав Министерства промышленности средств связи (МПСС) СССР – одного из девяти ведомств советского Оборонно-промышленного комплекса (ОПК).

«В.В. Путин поддержал наше предложение о создании мощного государственного концерна АСУ, связи и разведки», – написал в своем микроблоге в Twitter вице-премьер Дмитрий Рогозин. «Таким образом, мы завершаем реструктуризацию радиоэлектронной промышленности отечественного ОПК и концентрируем интеллектуальные и производственные ресурсы в области разработки, производства, гарантийного и сервисного обслуживания, модернизации, ремонта и утилизации средств и комплексов связи, шифровальной техники, автоматизированных систем управления, радиоэлектронной и радиолокационной разведки», – добавил он.

Основная специализация входящих в новый холдинг предприятий носит соответствующий характер.

Концерн «Автоматика» ориентирован на разработку защищённых информационно-телекоммуникационных систем.

Основное направление работы концерна радиостроения «Вега» – радиолокационные комплексы авиационного, наземного и космического базирования, а также беспилотные летательные аппараты.

Концерн «Созвездие» разрабатывает системы управления, радиосвязи и радиоэлектронной борьбы.

Компания «Системы управления» занимается созданием АСУ в интересах государства и Вооружённых сил.

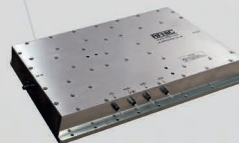
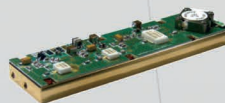
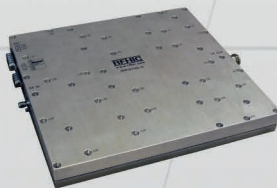
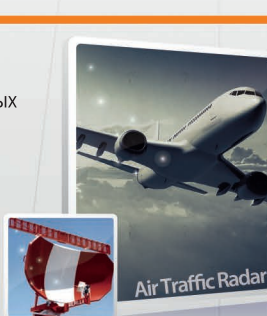
По мнению экспертов, переподчинение концернов «Ростеху» призвано ускорить процесс создания единой системы управления тактического звена (батальон – бригада) ЕСУ ТЗ, необходимой Минобороны для повышения боеспособности войск. Данная система предназначена для комплексного управления войсками с использованием систем разведки, связи и нави-

RFHIC
www.rfhic.com

СВЧ-усилители на основе GaN компании RFHIC — новые возможности для разных применений

Компания RFHIC предоставляет самые эффективные решения на основе твердотельных усилителей мощности для метеорологических, морских и воздушных РЛС

RFHIC – оптимальный выбор по цене и качеству



• Усилитель высокой мощности на основе GaN

1–2 кВт

• SMD/SMT GaN-усилитель для ФАР

2,7...2,9 Гц 50 Вт 9,2...9,5 Гц 25 Вт

• Палетный усилитель мощности

2,7...2,9 Гц 200–400 Вт 5,6...5,7 Гц 200 Вт 9,2...9,5 Гц 50–100 Вт

• GaN Модуль

9,3...9,5 Гц 200 Вт

ОФИЦИАЛЬНЫЙ ДИСТРИБЬЮТОР ПРОДУКЦИИ RFHIC

ProSoft[®]
COMPONENTS

АКТИВНЫЙ КОМПОНЕНТ ВАШЕГО БИЗНЕСА

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



Реклама

Новости мира News of the World Новости мира

гации, а также спутниковых и беспилотных средств наблюдения. Государственная программа вооружения до 2020 года предусматривает поставку в войска 40 бригадных комплектов ЕСУ ТЗ на общую сумму 300 млрд руб.

Автоматизированные системы управления войсками в Советском Союзе разрабатывались ещё в 1970-е и 1980-е. Одна из первых таких систем «Манёвр» была принята на вооружение ещё в 1983 году. По мнению военных экспертов, в настоящий момент полноценно функционирует только АСУ стратегического уровня, но и она уже морально устарела. А на оперативно-тактическом уровне за последние 20 лет российская армия сильно отстала от Запада.

Новое поколение ЕСУ ТЗ разрабатывается воронежским концерном «Созвездие» с 2000 года на основании Указа Президента «О концепции создания единой системы управления войсками (силами) и оружием в тактическом звене на период до 2010 года». В 2007 году базовый комплект ЕСУ ТЗ был передан в опытно-войсковую эксплуатацию, однако до сих пор не в пол-

ной мере отвечает современным требованиям Вооруженных сил. Новое решение позволит расширить и укрепить возможности концерна, основные компетенции которого всегда лежали в области наземной подвижной радиосвязи ТЗУ за счёт специализированных предприятий, в том числе исторически ориентированных на создание АСУ.

<http://tasstelecom.ru/>

«ЭФО» стала дистрибьютором LEM в России

Компания «ЭФО» объявляет о подписании дистрибьюторского соглашения с компанией LEM (Швейцария).

Датчики тока и напряжения являются одной из ключевых групп компонентов для силовой электроники и важнейшим дополнением к перечню продуктов силовой электроники, поставляемых фирмой ЭФО до сих пор.

Благодаря высокому качеству, широкому ассортименту и доступности в России датчики производства LEM давно завоевали признание российских инженеров.

ЭФО будет осуществлять весь комплекс технических, логистических и коммерческих услуг по продвижению продукции LEM с целью повысить удобство их выбора, приобретения и использования российскими потребителями.

Швейцарская фирма LEM, основанная в 1972 году, является признанным мировым лидером в разработке и производстве датчиков тока и напряжения. Диапазон областей применения этой продукции охватывает различные общепромышленные устройства, тяговый привод для железнодорожного, городского и автомобильного транспорта; систем генерации, передачи и учёта электроэнергии. Используя свой огромный опыт и специализацию в области датчиков тока и напряжения, LEM регулярно выделяет существенные средства на НИОКР, постоянно совершенствует свою продукцию, разрабатывая новые серии датчиков под меняющиеся требования рынка. Эти продукты, в результате, становятся эталоном качества и надёжности, а также ориентиром для многих других компаний.

www.efo-power.ru

innodisk

ДЕЙСТВУЙ НА ОПЕРЕЖЕНИЕ

Компактные твердотельные накопители с интерфейсом SATA III, характеризующиеся более высокой скоростью передачи данных

ОФИЦИАЛЬНЫЙ ДИСТРИБЬЮТОР ПРОДУКЦИИ INNODISK

ProSoft®

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

Реклама

Автоматизация кабинета для спелеотерапии

Сергей Шишкин (г. Саров, Нижегородская обл.)

В статье описана система автоматизации кабинета для спелеотерапии (галокамеры).

Спелеотерапия (от греч. *speleon* – пещера, *therapia* – лечение) – метод лечения, суть которого заключается в положительном влиянии среды естественных и искусственных пещер на состояние органов дыхания, сердечно-сосудистой системы, опорно-двигательного аппарата и др. Спелеотерапия

относится к известным с древних времён способам исцеления воздействием соляного климата.

После изучения влияния насыщенного солью воздуха на организм человека был разработан метод оздоровления, основанный на воссоздании атмосферы соляных пещер в обыч-

ном помещении. Это – комната, в которой формируется среда естественной соляной пещеры, обладающая лечебными свойствами за счёт отрицательных ионов и ионов морской соли. Как показывают полувековые исследования, под воздействием отрицательных ионов замедляются вегетативные функции организма, происходит сдвиг кислотности крови в сторону щелочной реакции и нормализуются обменные процессы.

Спелеотерапию можно смело назвать природным способом, не вызывающим осложнений. Воздух спелеокамер действует на все системы человеческого организма, сочетая влияние сразу нескольких факторов среды соляных пещер. Спелеотерапия помогает при целом ряде заболеваний, активируя защитные механизмы адаптации человека к меняющимся условиям внешней среды. Положительный эффект от лечения воспалительных заболеваний бронхолёгочной системы сухим, насыщенным солью воздухом в спелеокамере наблюдается у 95% детей и взрослых. Возможно также успешное лечение аллергии и кожных болезней.

Полное расслабление, эстетическое наслаждение, улучшение общего самочувствия, прилив бодрости и сил испытывает человек, посещающий комнату, в которой создана атмосфера соляной пещеры. Сильвинитовый микроклимат принесёт пользу даже абсолютно здоровому человеку: улучшится сон, уменьшится раздражительность и усталость, поднимется общий тонус организма. Специалисты утверждают, что серию из 7–10 сеансов можно приравнять к отпуску, проведённому на море или горном курорте.

Галокамера (спелеокамера) – помещение, укомплектованное приборами и аппаратами, создающими лечебный микроклимат для процедуры спелеотерапии. Стены и пол в галокамере облицованы морской солью с шероховатой и рельефной поверхностью. Потолок – декоративный, с напылением морской соли и малыми архитектурными формами. На рисунке 1 показана галокамера санатория «Сосновый бор», п. Васильево, Республика Татарстан; на рисунке 2 – галокамера санатория «Чувашия», Республика Чувашия.



Рис. 1. Галокамера санатория «Сосновый бор», п. Васильево, Республика Татарстан



Рис. 2. Галокамера санатория «Чувашия», Республика Чувашия

В настоящее время распространение получили различные типы галоклиматических камер. ЗАО «Санкт-Петербургский институт профилактической медицины» поставляет галокамеры в различных модификациях, где в качестве аэрозоля используется специально приготовленный мелкодисперсный порошок поваренной соли. На рисунке 3 показан галогенератор АГГ-03, применяемый в подобных галокамерах.

Галогенератор АГГ-03 эффективно производит высокодисперсный ионизированный аэрозоль хлорида натрия благодаря модернизированной системе «кипящий слой». Именно такой ионизированный аэрозоль обладает выраженным лечебным эффектом. Запатентованным технологическим новшеством является двухпоточная система формирования и подачи аэрозоля в лечебное помещение.

ООО НПО «Аэровита» поставляет галокамеры, в которых применяются ультразвуковые галогенераторы «Аэровита» (см. рис. 4), производящие сухой высокодисперсный аэрозоль хлорида натрия и работающие с постоянной мощностью. При этом в лечебном помещении можно создать любую концентрацию соли путём регулирования времени работы галогенератора. Прибор работает бесшумно, не требует обслуживания после каждого сеанса и дополнительных расходных материалов.

Основные приборы и системы, задействованные в галокамере:

- галогенератор – устройство для образования и подачи ионизированного аэрозоля;
- музыкальная установка для создания приятного музыкального фона (проигрыватель компакт-дисков);
- цветодинамическая установка;
- приточная вентиляция;
- вытяжная вентиляция;
- измеритель влажности.

Алгоритм работы галокамеры с ультразвуковым галогенератором при создании лечебного микроклимата следующий. Продолжительность сеанса составляет 30–40 минут. Пациенты размещаются в релаксационных креслах, надев бахилы, халаты и шапочки. Дверь в галокамере плотно закрывается. Сеанс начинается с включения галогенератора на 15 минут. Выключается штатное освещение, работает цветодинамическая установка. Звучит приятная, успокаивающая музыка. Всё это создаёт атмосферу отдыха и расслабле-



Рис. 3. Галогенератор АГГ-03



Рис. 4. Галогенератор «Аэровита»

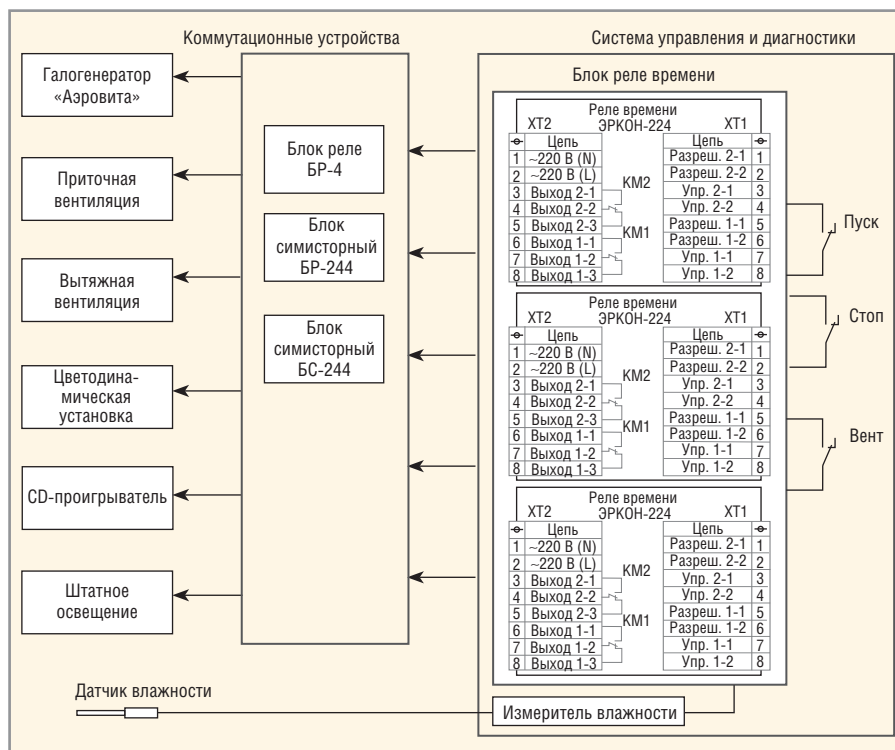


Рис. 5. Функциональная схема системы управления и диагностики галокамеры с ультразвуковым галогенератором

ния. За 5 минут до окончания сеанса включается вытяжная вентиляция на 40% мощности (чтобы при открытой двери галокамеры аэрозоль остался). После окончания сеанса выключаются проигрыватель, цветодинамическая установка и включается штатное освещение. Пациенты покидают галокамеру. Дверь галокамеры закрывают и на полную мощность включают вытяжную и приточную вентиляцию. Во время сеанса в галокамере контролируется температура и влажность. Приведённые временные интервалы относятся к помещению объёмом 50–60 м³.

Фактически, имеется набор устройств, которые включаются и выключаются в определённой последователь-

ности в заданном интервале времени. На базе элементов АСУ ТП (локальных средств автоматизации) можно реализовать простую, относительно недорогую систему управления и диагностики галокамеры. Функциональная схема такой системы галокамеры с ультразвуковым галогенератором представлена на рисунке 5.

Система управления реализует описанный выше алгоритм работы галокамеры. Рабочий цикл начинается с нажатия кнопки «ПУСК». Для останова процедуры и отключения от сетевого напряжения исполнительных устройств необходимо нажать кнопку «СТОП». Для отдельного включения/выключения приточно-вытяж-

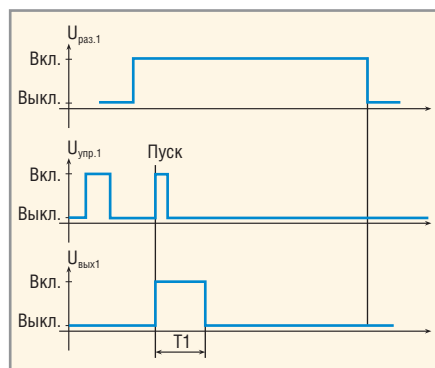


Рис. 6. Временная диаграмма включения галогенератора



Рис. 7. Реле времени ЭРКОН-224



Рис. 8. Измеритель влажности ИВТМ-7 Р-МК-М

ной вентиляции необходимо нажать кнопку «ВЕНТ».

Временные интервалы для исполнительных устройств создаёт реле времени ЭРКОН-224-220-1-1 научно-производственной фирмы «КонтрАвт». Основные функции данного реле:

- формирование временных интервалов и замыкание/размыкание выходных реле;
- светодиодная индикация состояния выходных реле;
- индикация отсчёта временных интервалов в режимах прямого или обратного счёта;
- задание параметров работы реле с помощью кнопок на лицевой панели (с контролем по цифровому дисплею);
- сохранение параметров реле при отключении напряжения питания.

Реле состоит из блока питания, программно-временного контроллера, устройства управления, устройства индикации и исполнительного устройства (выходные устройства). Контроллер предназначен для формирования

выдержек времени и подачи команд на исполнительные устройства в соответствии с обрабатываемыми временными диаграммами и уставками. Устройство управления служит для изменения режимов работы реле, а также значений параметров реле.

Устройство индикации предназначено для отображения отсчитанного времени или времени до изменения состояния исполнительного устройства того канала, для работы с которым в настоящий момент настроены органы индикации и управления. Кроме того, оно отображает состояние исполнительных устройств и значений параметров выбранного канала реле: уставок, номера диапазона уставок, номера временной диаграммы и способа взаимодействия каналов. Выходные устройства коммутируют внешние нагрузки, подключённые к реле.

Выпускаются четыре модификации реле времени, рассчитанные на различные напряжения питания и диапазоны временных уставок. В реле предусмотрено два варианта взаимодействия каналов: независимая работа и зависимая работа. При независимой работе каналов реле ЭРКОН-224 представляет два совершенно независимых реле времени в одном корпусе. В данном случае управление запуском и исполнением временных диаграмм в каждом канале производится при помощи внутренних сигналов управления и разрешения.

Исполнение временной диаграммы в первом канале обеспечивают СИГНАЛ РАЗРЕШЕНИЯ 1 и СИГНАЛ УПРАВЛЕНИЯ 1. Исполнение временной диаграммы во втором канале обеспечивают СИГНАЛ РАЗРЕШЕНИЯ 2 и СИГНАЛ УПРАВЛЕНИЯ 2. При независимой работе каналов каждый канал реле может функционировать в соответствии с одной из одиннадцати временных диаграмм № 0–10, выбираемых пользователем при конфигурировании независимо для каждого канала. Номера заданных при конфигурировании каналов временных диаграмм сохраняются в энергонезависимой памяти. В нашем случае задействованы все шесть каналов трёх реле времени. Диаграмма № 1 представлена для канала № 1 (управление галогенератором) на рисунке 6.

При зависимой работе каналов СИГНАЛ УПРАВЛЕНИЯ 2 заблокирован и не влияет на работу второго канала. СИГНАЛ РАЗРЕШЕНИЯ 2 не заблокирован, при этом его отсутствие запре-

щает исполнение диаграммы во втором канале. Запуск временных диаграмм во втором канале осуществляется внутренним сигналом управления, который вырабатывается в процессе исполнения временных диаграмм в первом канале.

Следует отметить, что питание реле необходимо производить от сети, не связанной с питанием мощных электроустановок. Подключение к источнику питания нескольких реле производится отдельными проводами. Питание одного реле от другого не допускается. Для реле модификаций ЭРКОН-224-220-1-Х при наличии значительных импульсных помех в питающей сети для повышения помехозащищённости рекомендуется использовать разделительный трансформатор с заземлённой экранной обмоткой либо сетевой фильтр. Фотография лицевой панели реле времени ЭРКОН-224 представлена на рисунке 7.

Контроль влажности в галокамере осуществляется термогигрометром ИВТМ-7-Щ-2Р, который можно заменить на ИВТМ-7 Р-МК-М. Измеритель состоит из блока измерения и первичного датчика и предназначен для непрерывной (круглосуточной) работы, регулирования и регистрации относительной влажности и температуры воздуха и других неагрессивных газов. Детальное описание прибора – на интернет-странице изготовителя [1]. Фотография лицевой панели измерителя влажности ИВТМ-7 Р-МК-М представлена на рисунке 8.

Измеритель ИВТМ-7-Щ-2Р в зависимости от рабочего диапазона измеряемой температуры внешней среды, а также конструктивного исполнения может комплектоваться различными первичными преобразователями (измерительными зондами) ИПВТ-03М-ХХ, которые устанавливаются в галокамере. Перед проведением процедуры в измерителе влажности задаётся (программируется) необходимый рабочий диапазон.

Элементы коммутационного блока (четырёхканальный блок реле БР-4 и одноканальные симисторные блоки БС-240) подключают исполнительные элементы к сетевому напряжению. Подробные описания БР-4 и БС-240, а также реле времени ЭРКОН-224 приведены на интернет-странице изготовителя [2].

ЛИТЕРАТУРА

1. www.eksis.ru.
2. www.contravt.ru.



Источники питания для монтажа на плату

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



**5 Вт
AC/DC
с площадью
1"×1"**

Маломощные источники питания AC/DC для установки на плату



Серия ESE

- От 5 до 40 Вт
- Ультракompактные с площадью от 1"×1"
- Герметизированное исполнение
- Одно- и двухканальные модели
- Потребляемая мощность в режиме холостого хода < 0,3 Вт



Серия ECL

- От 5 до 30 Вт
- Ультракompактные
- Одно- и многоканальные модели
- Герметизированное исполнение и открытый каркас
- Потребляемая мощность в режиме холостого хода < 0,3 Вт



**20 Вт
DC/DC
с площадью
1"×1"**

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



Загрузите

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

www.xppower.com/literature_downloads



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

Конвертер сигналов ISM-диапазонов

Виктор Безруков (г. Пушкино, Московская обл.)

Частотные ISM-диапазоны часто перегружены мешающими сигналами различного происхождения. Это приводит к необходимости перехода из одного ISM-диапазона в другой, менее загруженный. В настоящей статье и описана разработка такого частотного конвертера.

Разработанный конвертер частотного диапазона предназначен для переноса спектра частот сигналов от модема ISM, работающего в режиме передачи в диапазоне 902–928 МГц, в ISM-диапазон 2400–2483 МГц. В режиме приёма осуществляется обратное преобразование.

Разработка этого конвертера имеет свою специфику. Дело в том, что производитель модема даёт на своё изделие крайне скудную информацию. Это только рабочий диапазон частот, выходная мощность на передачу, режим работы – полудуплекс. Неизвестен ни тип модуляции, ни длительность преамбулы, ни то, какую её часть можно безболезненно потерять при переключении с приёма на передачу. Также неизвестны требования к стабильности и точности установки частоты синтезированного гетеродина конвертера. Кроме того, выходная мощность модема не регулируется и составляет около 200 мВт. Из-за сжатых сроков (не более трёх месяцев) на разработку и изготовление партии конвертеров получить у производителя модемов ответы на все неясные вопро-

сы не было возможности. Поэтому при разработке конвертера выбиралась такая его структура, которая позволила полностью исключить потерю длительности сигнала при работе на передачу, в частности полностью передать его преамбулу.

Упрощённая структурная схема конвертера приведена на рисунке 1. Рассмотрим кратко его работу. Как только модем начинает работать на передачу, от его СВЧ-сигнала срабатывает пороговый детектор, формирующий команды на отключение питания малошумящего усилителя (МШУ) и включение питания усилителя мощности (УМ). И пока СВЧ-сигнал проходит через аттенуатор с двумя фильтрами на поверхностно-акустических волнах (ПАВ), через двунаправленный смеситель, через делитель Вилкинсона и через два фильтра на ПАВ на входе усилителя мощности, успе- вает включиться сам усилитель мощности. Таким образом, никакой потери по длительности СВЧ-сигнала (преамбулы) от модема не происходит. За это же время происходит выключение малошумящего усилителя, а ключ на

его входе отключает МШУ от антенного входа.

Для сокращения времени переключения с приёма на передачу нам пришлось отказаться от применения микросхемы антенного переключателя. Чтобы антенный переключатель не вносил существенных интермодуляционных искажений в проходящий через него СВЧ-сигнал с мощностью более 500 мВт, уровень мощности при компрессии коэффициента передачи на 1 дБ (P1dB) такого переключателя должен составлять несколько ватт. Такие переключатели существуют, но время их переключения превышает 50 нс, что для нас было неприемлемо, так как это привело бы к потере части преамбулы. Поэтому была применена следующая схема (см. рисунок). Выход УМ и вход МШУ соединяются в одной точке «А» с помощью 50-Ом микрополосковых линий МПЛ1 и МПЛ2. Длина МПЛ1 выбиралась таким образом, чтобы трансформировать низкий выходной импеданс УМ в выключенном состоянии в высокое сопротивление в точке «А». При этом коэффициент шума МШУ ухудшается на величину около 0,5 дБ. Длина МПЛ2 выбиралась так, чтобы трансформировать низкий входной импеданс ключа на входе МШУ в выключенном состоянии в высокое сопротивление в точке «А». МПЛ2 закорачивается ключом на землю.

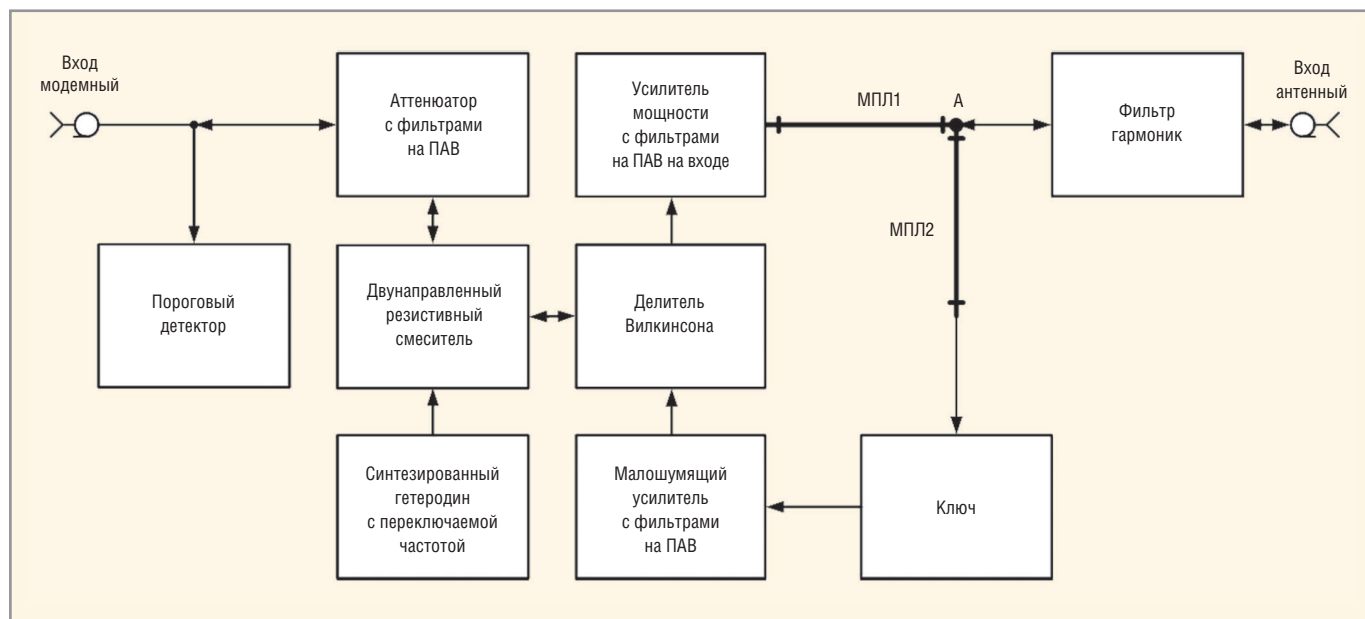


Рис. 1. Упрощённая структурная схема конвертера сигналов ISM-диапазонов

Как только СВЧ-сигнал от модема прекратится, и модем переключится в режим работы на приём, снова срабатывает пороговый детектор, который формирует команды на отключение питания УМ и включение питания МШУ. Но на этот раз детектор срабатывает с задержкой немного большей, чем время распространения СВЧ-сигнала от модемного входа конвертера до его антенного входа. Такая задержка исключает ложное срабатывание порогового детектора при сигналах от модема с QAM-модуляцией, когда в передаваемом пакете может оказаться так называемая «просечка».

Полоса частот в 26 МГц из диапазона 902–928 МГц может переноситься в любую часть диапазона 2400–2483 МГц, поскольку частота гетеродина конвертера может переключаться по команде от внешнего управления. Точность установки частоты гетеродина конвертера – не хуже ± 2 ppm, фазовые шумы гетеродина при отстройке от несущей на 10 кГц – не превышают – 80 дБс.

Основные каскады конвертера выполнены на следующих компонентах:

- пороговый детектор построен на СВЧ диодах HSMS-2865 и сдвоенном компараторе TLV3502AIDCN, характеризующемся малым временем переключения, около 5 нс. Это уменьшает требования к величине задержки в тракте распространения ВЧ- и ПЧ-сигналов;
- аттенуатор с двумя фильтрами – на ПАВ типа TA1042A, с входной допустимой мощностью 250 мВт и суммарным временем задержки около 60 нс. Фильтры на ПАВ, кроме фильтрации сигнала с частотой модема, обеспечивают задержку в тракте распространения ВЧ- и ПЧ-сигналов;
- двунаправленный резистивный смеситель ADL5350ACPZ с входной мощностью компрессии коэффициента передачи на 1 дБ (P1dB) около 80 мВт. Этот смеситель производства Analog Device, на базе pHEMT, обладая двунаправленностью, упрощает структуру конвертера, а встроенный усилитель входа гетеродина снижает требования к величине мощности гетеродина;
- синтезированный гетеродин с переключаемой частотой на микросхеме ADF4360-4BCP объединяет в себе цифровой синтезатор и управляемый напряжением генератор;

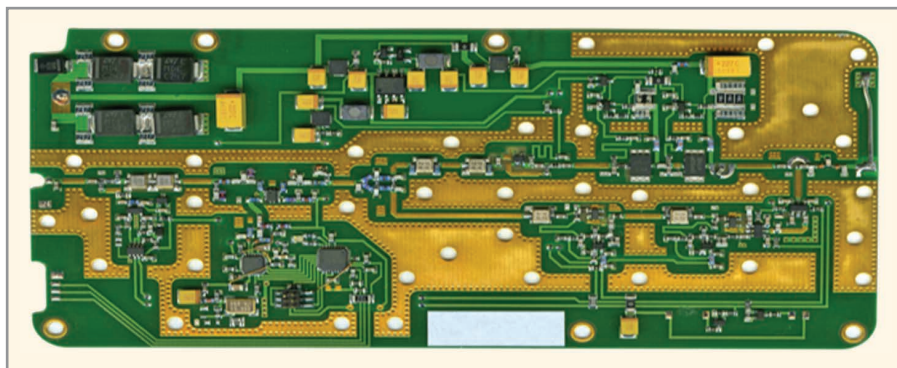


Рис. 2. Фотография печатной платы конвертера сигналов ISM-диапазонов

- делитель Вилкинсона – на RLC-компонентах видоразмера 0603;
- малошумящий усилитель – на транзисторах ATF-54143 с выключением их питания по затворам с помощью микросхемы FSA66P5X с временем переключения около 8 нс (в состав МШУ входят два фильтра на ПАВ типа TA0223A с суммарным временем задержки около 20 нс);
- ключ на входе МШУ на двух микросхемах HMC221A со временем переключения около 10 нс;
- усилитель мощности выполнен на микросхеме MGA-81563, транзисторах MGF0951P и MGF0952P с выключением их питания по затворам (на входе УМ расположены два фильтра на ПАВ типа TA0223A с суммарным временем задержки около 20 нс);
- фильтр гармоник – на LC-компонентах видоразмера 0603, который подавляет гармоники выходного сиг-

нала ещё дополнительно на величину около 30 дБ.

Питание конвертера осуществляется от двух последовательно соединённых литиевых аккумуляторов, при этом выходная мощность конвертера составляет 600 мВт. Если увеличить напряжение питания до 12 В и изменить номиналы резисторов в цепях питания по постоянному току, то можно существенно увеличить выходную мощность конвертера, поскольку последний каскад УМ выполнен на транзисторе MGF0952P с P1dB 4 Вт. Печатная плата двухслойная, из FR4 толщиной 0,5 мм, фотография платы приведена на рисунке 2. Плата располагается в герметичном корпусе из дюрала.

Партия в несколько десятков конвертеров, изготовленная по результатам разработки, показала хорошую повторяемость характеристик. ©

Лаборатория Широкополосных Сигналов

ООО «Деловой прогресс»

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

Контактная информация:
 Московская обл., г. Пушкино,
 ул. Заводская, д.9
 Web: www.wbsl.ru
 E-mail: info@wbsl.ru
 Тел./факс: 8 (496) 531-74-57
 8 (926) 590-78-17

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

Реклама

Mentor Graphics Expedition Enterprise 7.9.4 – разработка стеков контактных площадок и посадочных мест компонентов

Татьяна Колесникова (г. Хмельницкий, Украина)

В статье рассматривается процесс создания посадочных мест для установки электрорадиоэлементов на печатную плату, а также таких составных частей печатной платы, как монтажные и переходные отверстия и контактные площадки. Описываемый процесс осуществляется средствами программы Library Manager, входящей в состав системы проектирования Expedition Enterprise.

ВВЕДЕНИЕ

Компания Mentor Graphics предлагает два маршрута проектирования печатных плат: поддерживающий средства автоматической и интерактивной трассировки Expedition Enterprise и PADS – доступный, интуитивный и производительный маршрут проектирования в области решений для рабочих групп и небольших компаний.

Mentor Graphics развивает и поддерживает оба указанных маршрута, но наибольшее внимание уделяется развитию Expedition. Именно в нём компания старается отразить все самые современные тенденции в проектировании печатных плат.

В состав системы Expedition Enterprise входят графические редакторы, позволяющие создавать и редактировать контактные площадки и посадочные места для установки электрорадиоэлементов на печатную плату.

Посадочное место – это комплект конструктивных элементов печатной платы, предназначенный для монтажа отдельного электрорадиоэлемента. В него входят контактные площадки, металлизированные отверстия, графические представления контура электрорадиоэлементов (монтажные площадки), атрибуты электрорадиоэлементов – позиционные обозначения, надписи типа элементов.

Контактная площадка – это металлизированный участок на печатной плате вокруг вывода электрорадиоэлемента или переходного отверстия. Переходные отверстия служат для электрической связи между слоями платы при переходе трассы из одного слоя в другой.

ОБОЗНАЧЕНИЯ ОТВЕРСТИЙ И КОНТАКТНЫХ ПЛОЩАДОК

При конструировании переходных отверстий и различных контактных площадок для поверхностного монтажа следует присваивать им имена, облегчающие их поиск в библиотеке. Рекомендуется присваивать осмысленные имена, содержащие короткую информацию о размерах и структуре переходных отверстий и контактных площадок. Отверстие/площадку намного легче найти в библиотеке, если имя содержит информацию о конструктивных размерах: диаметр – для переходных отверстий, размер (диаметр) – для контактных площадок. Приведём пример удачных названий отверстий/площадок: Kv 1,2 (квадратная контактная площадка с размером стороны 1,2 мм); Pr 1,34x0,8 (прямоугольная контактная площадка с размером сторон 1,34 и 0,8 мм); Round 0,8 (отверстие диаметром 0,8 мм); Round 2 (отверстие диаметром 2 мм).

ОБОЗНАЧЕНИЯ ПОСАДОЧНЫХ МЕСТ

Присваивая имена посадочным местам, также следует позаботиться об удобстве работы с ними. Для обозначения посадочных мест предлагается использовать имена, состоящие из буквенного кода элемента, типа элемента, установочного размера и дополнительной информации, характеризующей конструктивные особенности элемента.

МЕНЕДЖЕР БИБЛИОТЕК (LIBRARY MANAGER)

Создавать посадочные места и контактные площадки можно при помощи средств редактора Library Manager (Padstack Editor, Cell Editor).

Менеджер библиотек является интерфейсом для различных редакторов, связанных с библиотекой. Он также контролирует создание и управление центральными библиотеками и их разделами.

Менеджер библиотек может быть вызван:

- из Design Capture. В этом случае менеджер библиотек используется для редактирования библиотечных данных, связанных со схемой, например, файлов свойств, символов и компонентов;
 - из Expedition PCB. Здесь менеджер библиотек может быть использован для редактирования библиотечных данных, связанных с платой, таких как компоненты, стеки контактных площадок, посадочные места и шаблоны плат;
 - как самостоятельный продукт. В этом случае с помощью менеджера библиотек редактируются все библиотечные данные: файлы свойств, символы, компоненты, стеки контактных площадок, посадочные места и шаблоны плат.
- Окно Library Manager изображено на рисунке 1. Для работы с менеджером библиотек доступны следующие инструменты:
- 1) File Viewer (просмотр файлов);
 - 2) Partition Editor (редактор разделов);
 - 3) Partition Search Paths (пути поиска разделов);
 - 4) Library Services (библиотечный сервис);
 - 5) Property Definition Editor (редактор атрибутов);
 - 6) Visual IBIS Editor (визуальный редактор IBIS);
 - 7) Parts Manager (менеджер компонентов);
 - 8) Part Editor (редактор компонентов);
 - 9) Cell Editor (редактор посадочных мест);
 - 10) Padstack Editor (редактор контактных площадок);
 - 11) Symbol Editor (редактор символов);
 - 12) Reusable Blocks Editor (редактор повторяемых блоков);
 - 13) Layout Template Editor (редактор шаблонов топологии).

Данные инструменты доступны только после открытия Central Libraries (центральной библиотеки). Более подробно о Library Manager (менеджере библиотек) и о Central Libraries (центральной библиотеке) будет рассказано в одной из следующих статей.

СОЗДАНИЕ КОНТАКТНЫХ ПЛОЩАДОК И ПЕРЕХОДНЫХ ОТВЕРСТИЙ ПРИ ПОМОЩИ РЕДАКТОРА PADSTACK EDITOR

Запуск редактора Padstack Editor производится из программной среды Library Manager, для этого необходимо запустить Library Manager как самостоятельный продукт и в меню Tools выбрать пункт Padstack Editor или нажать соответствующую кнопку на панели инструментов.

Редактор Padstack Editor разделён на отдельные вкладки для создания площадок (Pads), Holes (отверстий), Custom Pads & Drill Symbols (заказных площадок и символов сверления), Padstacks (стеков контактных площадок).

Вкладка Padstacks используется для объединения созданных отверстий и площадок в законченный Padstack (стек контактных площадок). Редактор Padstack Editor открывает базу данных Padstack текущей Central Libraries (центральной библиотеки). Padstacks не могут быть разделены на разделы в центральной библиотеке, однако они отличаются друг от друга по типу. Перед тем как начать создавать стек контактных площадок нужно позаботиться о том, чтобы были готовы все необходимые площадки и отверстия.

СОЗДАНИЕ КОНТАКТНОЙ ПЛОЩАДКИ ПОВЕРХНОСТНОГО МОНТАЖА

Для того чтобы создать новую контактную площадку поверхностного монтажа, необходимо в редакторе Padstack Editor перейти на вкладку Pads (см. рис. 2). Рассмотрим интерфейс вкладки Pads более подробно.

В левой верхней части находится выпадающее меню Filter Pad List (фильтр списка площадок), при помощи которого можно отфильтровать список по типу площадок:

- Round (круглые);
- Oblong (овальные);
- Square (квадратные);
- Rectangle (прямоугольные);
- Octagon (восьмиугольные);
- Elongated Octagon (восьмиугольная вытянутая);

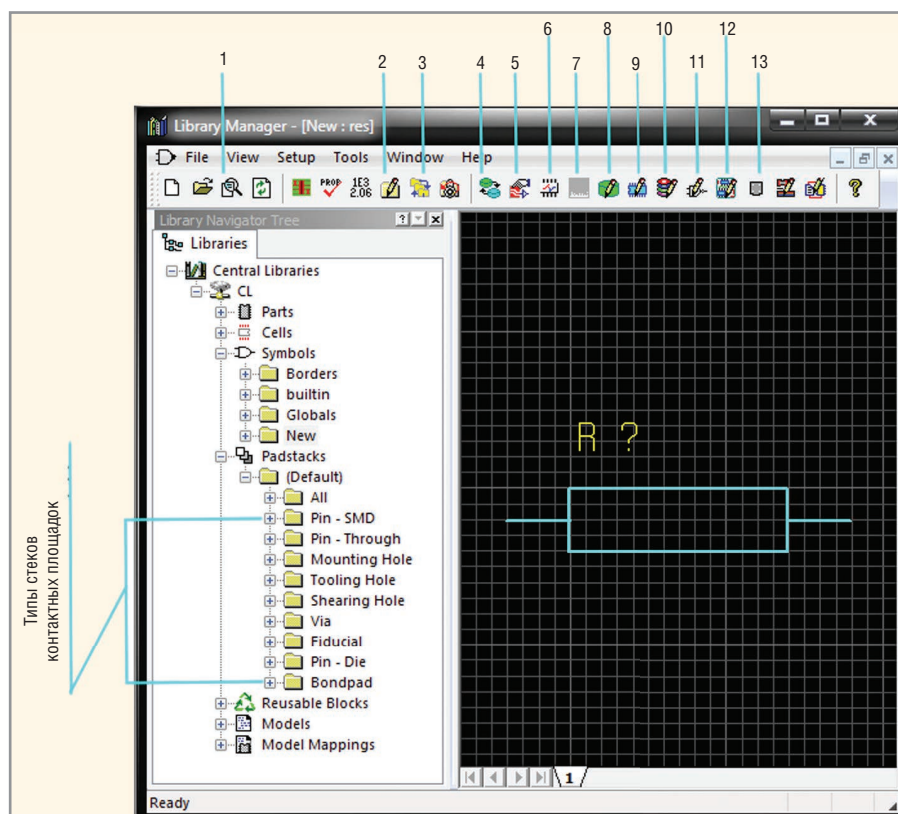


Рис. 1. Окно Library Manager

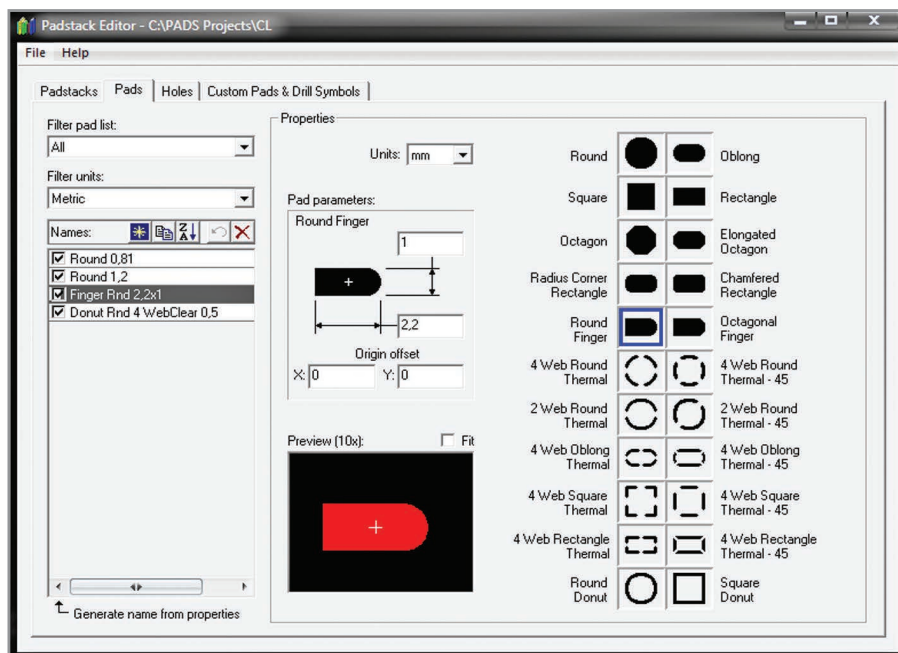


Рис. 2. Вкладка Pads редактора Padstack Editor

- Radius Corner Rectangle (прямоугольная с закруглёнными углами);
- Chamfered Rectangle (прямоугольная со срезанными углами);
- Round Finger (круглый шпиль);
- Octagonal Finger (восьмиугольный шпиль);
- Thermal (термальные);
- Round Donut (круглая полая);
- Square Donut (квадратная полая).

Визуально все типы площадок отображаются в правой части вкладки Pads.

Ниже фильтра списка площадок находится выпадающее меню Filter Units – фильтр списка единиц измерения, позволяющий фильтровать список площадок по единицам измерения: английским или метрическим.

Окно Names отображает список площадок. В верхней части этого окна находятся пять кнопок, с помощью которых можно создавать новую площадку (кнопка New Pad), удалять выбранную площадку (кнопка Delete Pad), отменять

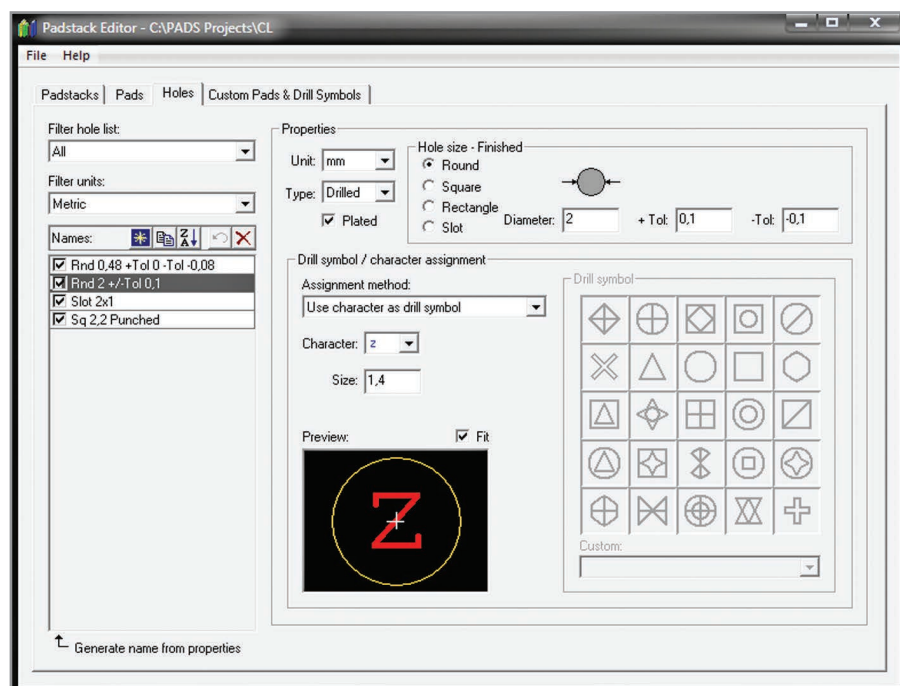


Рис. 3. Вкладка Holes редактора Padstack Editor

удаление (кнопка Undo Delete), сортировать площадки (кнопка Sort Pads), копировать выбранную площадку (кнопка Copy Pad). Площадка не может быть удалена, если она в данный момент используется в стеке контактных площадок.

В правой части вкладки Pads в окне Properties задаются свойства площадок: единицы измерения (Units), размеры площадки (Pad Parameters), форма площадки, сдвиг от начала координат (Origin Offset). Каждая площадка может иметь собственные единицы измерения: дюймы (in), тысячные (th)¹, миллиметры (mm), микроны (um).

Форма площадки выбирается с помощью левой кнопки мыши. В поле Pad Parameters отображается выбранная форма с полями для установки размеров площадки (длины, ширины, диаметра). Отображаемые параметры зависят от формы площадки.

Созданную площадку можно увидеть в окне предварительного просмотра (Preview). Обратите внимание на опцию Generate Name from Properties (генерировать имя по свойствам). В случае если эта опция включена, имена площадок генерируются автоматически на основании заданных параметров, в противном случае имена площадок должны определяться пользователем.

После того как мы ознакомились с интерфейсом вкладки Pads, рассмотрим

процесс создания контактной площадки, который условно можно разбить на пять этапов:

- 1) выбор единиц измерения в поле Units;
- 2) создание новой площадки в окне Names при помощи кнопки New Pad;
- 3) выбор формы площадки;
- 4) установка размеров площадки в поле Pad Parameters;
- 5) сохранение проделанной работы при помощи меню File/Save.

Создание штыревой контактной площадки

Для создания штыревой контактной площадки, необходимо в редакторе Padstack Editor перейти на вкладку Holes (см. рис. 3). В левой верхней части вкладки Holes находится выпадающее меню Filter Hole List – фильтр списка отверстий. При помощи данного меню можно отфильтровать список отверстий по форме:

- Round (круглые);
- Square (квадратные);
- Rectangle (прямоугольные);
- Modified Holes (модифицированные отверстия);
- Slot (гнездо).

Расположенное ниже выпадающее меню Filter Units – фильтр списка единиц измерения позволяет отфильтровать список отверстий по единицам измерения. Окно Names отображает

список существующих отверстий. Так же, как и контактные площадки, отверстия можно создавать, удалять, сортировать, копировать, отменять удаление, используя соответствующие кнопки окна Names.

Имя отверстия не может превышать 64 символа и не должно содержать такие символы, как \, !, (. Следует отметить, что к рассмотренным выше именам контактных площадок предъявляются такие же требования.

Отверстие не может быть удалено, если оно в данный момент используется в стеке контактных площадок.

В правой части вкладки Holes в окне Properties задаются свойства отверстий: единицы измерения (Unit), тип (Type), металлизация (Plated), форма и размер отверстия (Hole Size – Finished), характер назначения символа сверления (Drill symbol / character assignment), графика символа сверления (Drill symbol). Отверстие может иметь собственные единицы измерения: дюймы (in), миллиметры (mm), микроны (um).

Форма отверстия выбирается с помощью левой кнопки мыши в поле Hole Size – Finished. После того как выбор произведён, в этом же поле визуальным образом отображается выбранная форма с полями для установки размеров отверстия (в зависимости от формы – длины, ширины, диаметра) и допуска (+/-).

В поле Type из выпадающего меню можно выбрать тип создаваемого отверстия: сверлёное (Drilled) или перфорированное (Punched). В поле Plated задаётся металлизация отверстия. Установленный в чекбоксе флажок определяет, что отверстие будет металлизировано в процессе изготовления печатной платы.

Поле Assignment Method (назначение метода) может принимать одно из четырёх значений:

- Automatically Assign During Output (автоматически назначать во время вывода) – символ назначается автоматически для каждого отверстия. Назначение производится по размеру сверла;
- None (нет) – символ не назначается;
- Use Character as Drill Symbol (использовать букву как символ сверления) – в качестве символа сверления назначается буквенное значение, которое необходимо выбрать из выпадающего списка в поле Character. Для бук-

¹Тысячная (тысячная доля) — единица измерения расстояния в американской и английской традиционных системах мер, равная 1/1000 дюйма. Используется в электронике, а также для измерения диаметра тонкой проволоки или толщины тонких листов и покрытий. 1 тысячная = 0,254 миллиметра.

венного значения необходимо также задать размер в поле Size;

- Use Drill Symbol from List (использовать символ сверления из списка) – в качестве символа сверления назначается графический символ.

После выбора в поле Assignment Method пункта Use Drill Symbol from List становится активным окно Drill Symbol, в котором можно при помощи левой кнопки мыши выбрать графику символа сверления. При этом размер символа сверления задаётся в поле Size.

Из выпадающего списка в поле Custom, которое находится в правой нижней части окна Holes, альтернативно может быть выбран заказной символ. Размер заказного символа не изменяется, так как он уже определён при создании.

Созданное отверстие можно увидеть в окне предварительного просмотра Preview.

Ознакомившись с интерфейсом вкладки Holes, можно начинать создание штыревой контактной площадки. Процесс включает в себя семь этапов:

1) выбор единиц измерения в поле Units;

2) создание новой площадки в окне Names при помощи кнопки New Hole;

3) выбор типа площадки в поле Type;

4) выбор опции металлизации в поле Plated;

5) выбор формы и установка размеров площадки в поле Hole Size – Finished;

6) определение графики символа сверления на чертеже и настройка его параметров в поле Drill Symbol / Character Assignment;

7) сохранение проделанной работы при помощи меню File/Save.

СОЗДАНИЕ ЗАКАЗНЫХ КОНТАКТНЫХ ПЛОЩАДОК И СИМВОЛОВ СВЕРЛЕНИЯ

При проектировании печатной платы может возникнуть ситуация, когда стандартные контактные площадки не подходят. Для создания нестандартных (заказных) контактных площадок и символов сверления предназначена вкладка Custom Pads & Drill Symbols редактора Padstack Editor, интерфейс которой представлен на рисунке 4.

В левой верхней части вкладки Custom Pads & Drill Symbols располо-

жено поле Display Only (показать только). Оно представляет собой выпадающее меню и может принимать одно из четырёх значений:

- Custom Drill Symbols (заказные символы сверления);
- Custom Pads (заказные контактные площадки);
- Modified Drill Symbols (модифицированные символы сверления);
- Modified Pads (модифицированные контактные площадки).

При помощи данного меню можно отфильтровать список доступных символов и площадок в окне Names по типу. Ниже поля Display Only находится выпадающее меню Filter units – фильтр списка единиц измерения.

В правой части вкладки расположено окно Define Graphics, предназначенное для рисования символа/площадки при помощи инструментов панели Draw. Используя эту панель, можно настроить шаг координатной сетки окна рисования. Для этого в окне инструмента Snap Grid следует выбирать необходимый размер сетки из уже имеющихся либо добавить новый. В панели Draw находятся инструменты рисования.

ИННОВАЦИИ: ЭТО ПЕРВЫЙ БЕСПИЛОТНИК, СПОСОБНЫЙ САДИТЬСЯ НА АВИАНОСЕЦ



Northrop Grumman X-47B

Первый БПЛА «летающее крыло», способный к автономной посадке на палубу авианосца

Первый полет: авиабаза Эдвардс, 29 минут, 4 февраля 2011 года

Корпорация Northrop Grumman выбрала ОС реального времени VxWorks в качестве программной платформы для своей программы UCAS-D, а GE Aviation – в качестве базовой ОС для ядра всех компьютеров UCAS-D (Common Core System), бортовых сетей и электроники сопряжения. Это позволило разработать ответственные системы управления БПЛА в рамках установленных сроков и бюджета. Потому что когда инноваторы работают вместе, даже небо – не предел.

WIND RIVER

ИННОВАЦИИ НАЧИНАЮТСЯ ЗДЕСЬ.

ОФИЦИАЛЬНЫЙ ПОСТАВЩИК ПРОДУКЦИИ WIND RIVER

ProSOFT®

Москва
С.-Петербург

Тел.: (495) 234-0636 • Факс: (495) 234-0640 • info@prosoft.ru • www.prosoft.ru
Тел.: (812) 448-0444 • Факс: (812) 448-0339 • info@spb.prosoft.ru • www.prosoft.ru

Реклама

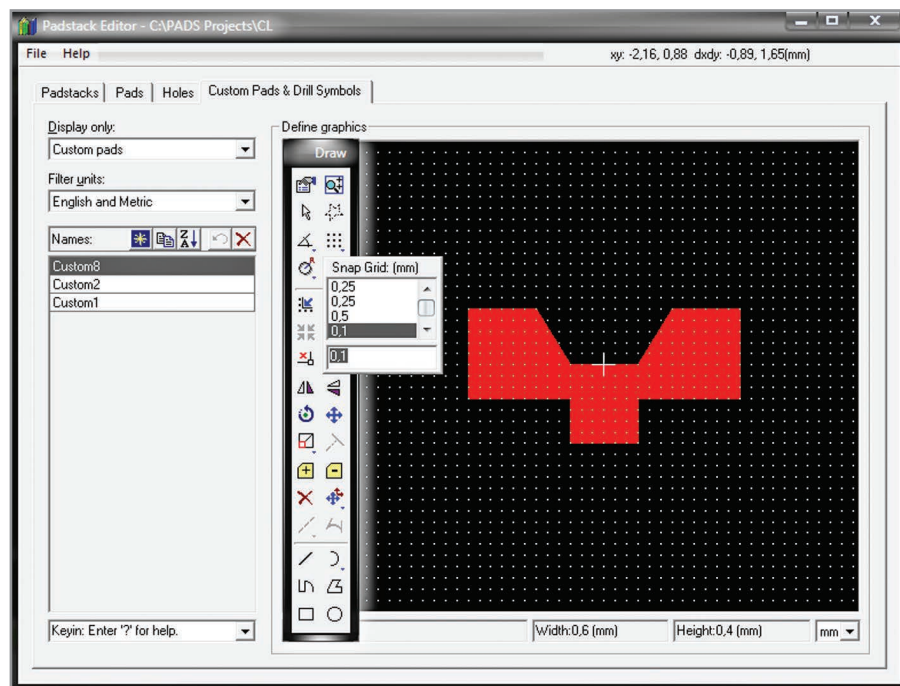


Рис. 4. Вкладка Custom Pads & Drill Symbols редактора Padstack Editor

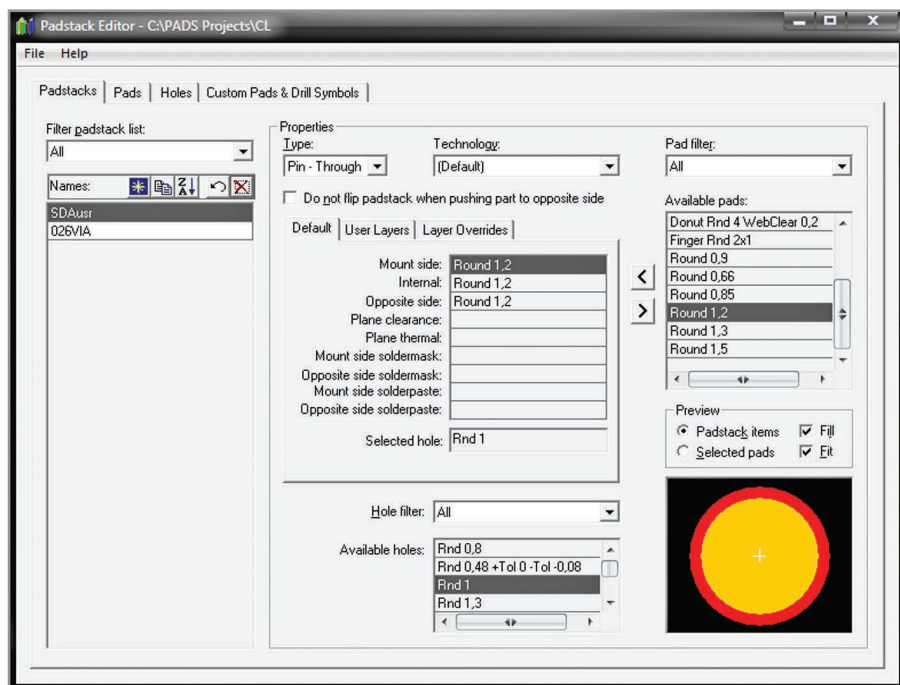


Рис. 5. Вкладка Padstacks редактора Padstack Editor

В нижней части вкладки под окном рисования находятся поля, в которых отображается размер нарисованной площадки/символа. Задать единицы измерения для каждой площадки/символа можно в поле, которое находится в нижней правой части вкладки. После того как площадка/символ создан, его необходимо сохранить при помощи меню File/Save.

Создание стеков контактных площадок

Стеки контактных площадок представляют собой сборку из контактных пло-

щадок на функциональных слоях платы и отверстий для вывода компонента.

Редактор Padstack Editor позволяет создавать стеки контактных площадок (падстек) следующих типов:

- Pin-SMD – планарный вывод, состоит из контактных площадок, не может содержать отверстий;
- Pin-Through – штыревой вывод, состоит из металлизированного отверстия и контактных площадок;
- Mounting Hole – монтажное отверстие, состоит из металлизированного или неметаллизированного отверстия и контактных площадок;

- Tooling Hole – инструментальное неметаллизированное отверстие;
- Shearing Hole – неметаллизированное отверстие;
- Via – переходное отверстие, состоит из металлизированного отверстия и площадок;
- Fiducial – реперный элемент, не может иметь отверстий;
- Pin Die – вывод кристалла;
- Bondpad – контактная площадка, принимающая провод.

Тип падстека задаётся на вкладке Padstacks редактора Padstack Editor. Для этого в окне Properties в поле Type следует выбрать необходимый тип падстека из выпадающего списка.

Рассмотрим интерфейс вкладки Padstacks более подробно.

В левой верхней части находится выпадающее меню Filter Padstack List – фильтр списка падстеков. При помощи данного меню можно отфильтровать список уже имеющихся падстеков по типу. Результат отобразится в окне Names. В этом же окне можно создавать новые падстеки. Падстек не может быть удалён, если он в данный момент используется в компоненте.

От выбранного в поле Type типа падстека зависит отображаемый на вкладке Default набор слоёв. В слои назначаются контактные площадки. Поле Selected Hole отображает назначенное в падстек отверстие. Окно Available Pads отображает все созданные ранее контактные площадки поверхностного монтажа, а также заказные контактные площадки и символы сверления. Окно Available Holes отображает штыревые контактные площадки. Над данными окнами находятся поля фильтров – поле Pad Filter (фильтр контактных площадок поверхностного монтажа) и Hole Filter (фильтр отверстий), которые позволяют отфильтровать отображаемые в окнах Available Pads и Available Holes контактные площадки по форме.

В нижнем правом углу находится окно Preview (окно предварительного просмотра). Расположенные в нём два переключателя Padstack Items и Selected Pads позволяют выбирать между предварительным просмотром создаваемого падстека и просмотром контактной площадки, определённой в окне Available Pads.

Для того чтобы начать сборку падстека, необходимо в окне Names нажать на кнопку New Padstack и задать имя для нового падстека. По умолчанию вновь

создаваемому стеку контактных площадок присваивается имя New. Для переименования падстека, нужно дважды кликнуть левой кнопкой мыши на имени падстека в окне Names и ввести с клавиатуры новое имя.

Далее необходимо задать свойства падстека, для этого сначала в поле Type выберем тип падстека. Затем назначим контактные площадки в слои падстека, выбирая на вкладке Default слой или слои при помощи левой кнопки мыши (для того чтобы выбрать несколько слоёв одновременно, необходимо нажать и удерживать клавишу Ctrl на клавиатуре и перемещать мышью, удерживая левую кнопку). После чего необходимо с помощью левой кнопки мыши выбрать контактную площадку из списка в окне Available Pads и в заключение нажать на кнопку левой стрелки Assign Pads (назначить площадку). Для того чтобы убрать контактную площадку из падстек-слоя, необходимо при помощи левой кнопки мыши выбрать нужное поле на вкладке Default и нажать на кнопку правой стрелки Remove Pad Assignments (снять назначение).

Далее необходимо назначить в падстек штыревую контактную площадку (кроме тех случаев, когда окно Available Holes будет неактивным при создании определённого типа падстека). Для этого выберите с помощью левой кнопки мыши отверстие из списка в окне Available Holes. Для сохранения созданного падстека используйте пункт меню File/Save. На рисунке 5 изображена вкладка Padstacks редактора Padstack Editor.

СОЗДАНИЕ ПОСАДОЧНЫХ МЕСТ ЭЛЕКТРОРАДИОЭЛЕМЕНТОВ ПРИ ПОМОЩИ РЕДАКТОРА CELL EDITOR

Посадочное место – это графическое изображение компонента или сгруппированная графика. Разработка посадочного места в среде Library Manager производится при помощи редактора Cell Editor, который запускается из меню Tools/Cell Editor. Также редактор посадочных мест можно открыть, нажав соответствующую кнопку на панели инструментов Library Manager.

Окно редактора Cell Editor представлено на рисунке 6. Редактор разделён на отдельные вкладки для создания корпусных (Package), механических (Mechanical), графических (Drawing) посадочных мест, а также посадочных мест Panel для FablinkXE.

Корпусные посадочные места состоят из падстеков и контура компонента и связаны с компонентом в базе данных. Механические представляют собой объекты типа гаек, болтов, шайб и не связаны с компонентом в базе данных. Графические используются только для документации и состоят из графики и текста, в основном это логотипы и штампы чертежей.

Перед тем как начать создавать корпусное посадочное место, нужно позаботиться о том, чтобы были готовы все необходимые падстеки. После этого необходимо в редакторе Cell Editor перейти на вкладку Package.

Рассмотрим интерфейс вкладки Package более подробно.

В верхней части находится выпадающее меню Partition (раздел), в котором отображается список всех разделов посадочных мест в Central Libraries (центральной библиотеке). В конце поля Partition находится кнопка Browse for Partition, предназначенная для вызова окна Partition Editor (редактор разделов), с помощью которого создаётся новый раздел. Окно Package Cells отображает список доступных посадочных мест активного раздела. В верхней части этого окна находятся шесть кнопок, с помощью которых можно:

- создавать новое посадочное место в разделе (кнопка New Cell);
- удалять выбранное посадочное место (кнопка Delete Cell);
- отменять удаление (кнопка Undo Delete);
- копировать выбранное посадочное место (кнопка Copy Cell);
- изменять свойства посадочного места (кнопка Properties);
- редактировать графику посадочного места (кнопка Edit Graphics).

В нижней левой части вкладки Package находится окно Available Columns (Drag & Drop). В нём размещён список доступных информационных колонок, которые могут быть добавлены в окно Package Cells посредством перетаскивания мышью. Для того чтобы удалить колонку из окна Package Cells необходимо перетащить её мышью обратно в окно информационных колонок.

В нижней правой части вкладки Package расположено окно предварительного просмотра графики посадочного места.

Вкладки Mechanical, Drawing и Panel редактора Cell Editor имеют подоб-

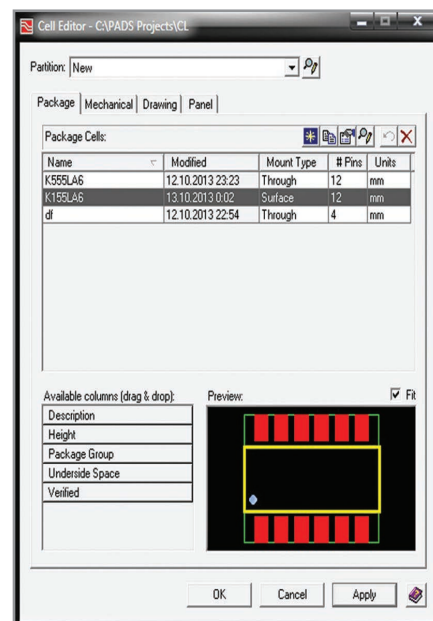


Рис. 6. Окно редактора Cell Editor

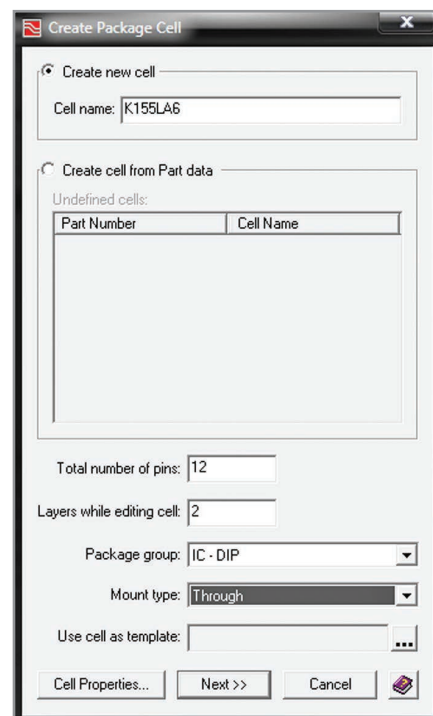


Рис. 7. Диалог Create Package Cell

ный интерфейс. После того как мы ознакомились с интерфейсом вкладки Package, можно начинать создание корпусного посадочного места. Для этого в первую очередь нужно выбрать из выпадающего списка Partition раздел посадочных мест или при необходимости создать новый.

Далее в окне Package Cells нажать на кнопку New Cell (новое посадочное место), после чего откроется диалог Create Package Cell (создание корпусного посадочного места), показанный на рисунке 7. Данный диалог содержит две опции: Create New Cell и Create Cell from Part Data. Для создания нового поса-

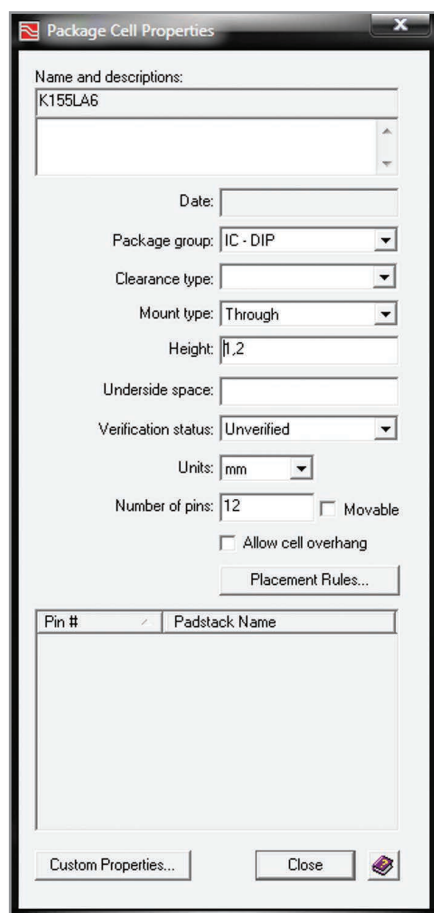


Рис. 8. Окно Package Cell Properties

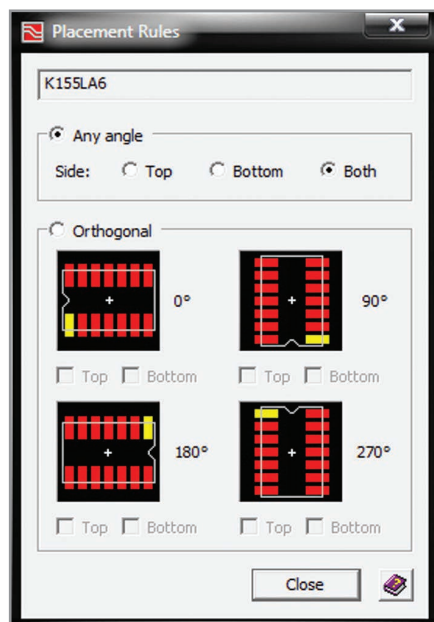


Рис. 9. Окно Placement Rules

дочного места нужно выбрать опцию Create New Cell и в поле Cell Name ввести имя создаваемого посадочного места. В нижней части диалога расположено пять полей:

- Total Number of Pins (общее число выводов);
- Layers While Editing Cell (общее число слоёв посадочного места);
- Package Group (тип корпуса);

- Mount Type (тип монтажа – зависит от типа корпуса);
- Use Cell as Template (использовать другое посадочное место как шаблон).

После заполнения этих полей следует нажать на кнопку Cell Properties, в результате откроется новое окно Package Cell Properties (свойства посадочного места), приведённое на рисунке 8, в котором необходимо заполнить следующие поля:

- Name and Descriptions (имя и описание) – содержит имя посадочного места и его описание. Это поле является редактируемым, максимальная длина имени посадочного места – 128 символов;
- Date (дата) – дата последнего редактирования посадочного места, устанавливается автоматически;
- Package Group (тип корпуса посадочного места);
- Mount Type (тип монтажа);
- Height (максимальная высота);
- Underside Space (пространство между поверхностью монтажа и низом посадочного места) – используется как проверочное значение при размещении компонентов друг над другом;
- Verification Status (статус проверки) – поле может принимать два значения: Unverified – посадочное место ещё не проверено, Verified – проверено;
- Units (единицы измерения) – каждое посадочное место может иметь собственные единицы измерения (in, mm, um, th);
- Number of Pins (число выводов).

Флажок в чекбоксе Allow cell overhang устанавливается только для посадочных мест компонентов, которые могут выходить за границу платы (разъёмы, картридеры).

Некоторые поля в диалогах Create Package Cell и Package Cell Properties общие: изменения, внесённые в одном диалоге, отражаются в другом.

Список Pin# Padstack Name отображает номера выводов и имена падстек в данном посадочном месте. Над списком расположена кнопка Placement Rules, после нажатия на которую, открывается окно Placement Rules (правила размещения), изображённое на рисунке 9, в котором можно задать угол размещения посадочного места и слой размещения (Top, Bottom или Both). Для размещения посадочного места на любом слое и под любым углом необходимо выбрать опцию Any

Angle, а в поле Side выбрать переключатель Both.

После того как все опции настроены, необходимо закрыть поочерёдно окна Placement Rules и Package Cell Properties при помощи кнопки Close, после чего в окне Create Package Cell нажать на кнопку Next, в результате откроется окно Place Pins. Рассмотрим интерфейс этого окна, представленный на рисунке 10 более подробно. В левой части окна находится список Pins, в верхней части которого размещены четыре кнопки:

- New Pin (новый вывод);
- Padstack Properties (свойства падстек);
- Select All Pins (выбрать все выводы);
- Delete Pin (удалить вывод).

Список Pins состоит из шести колонок. Первая колонка списка отображает состояние вывода (P – размещённый, U – не размещённый). Колонка Pin # отображает номер вывода. Номера выводов можно изменять вручную в самой колонке. Если требуется одновременно изменить нумерацию большого количества выводов, можно воспользоваться кнопкой Renummer Pins (перенумеровать контакты), которая находится в нижней левой части окна Place Pins. Если посадочное место связано с компонентом, то перенумеровать контакты нельзя.

Колонка Padstack Name позволяет выбрать из выпадающего списка падстек для каждого вывода посадочного места. В том случае, если необходимо назначить один и тот же падстек для всех выводов, можно воспользоваться кнопкой Select All Pins. Нажатие на эту кнопку выделяет сразу весь список Pins. Удерживая клавишу Shift на клавиатуре, выберите из выпадающего списка в колонке Padstack Name нужный падстек в верхней строке списка – падстек будет назначен всем выводам. Таким же способом можно задать и угол поворота (колонка Rotation), стиль монтирования (Side), класс цепи (Net Class) сразу для всех выводов разрабатываемого посадочного места.

В правой части окна Place Pins находятся две вкладки: Parameter Place и Pattern Place. На вкладке Parameter Place задаются параметры размещения выводов: количество рядов и колонок, расстояние между центрами выводов, схема нумерации. После задания всех параметров необходимо выбрать все выводы из списка выводов, нажать на кнопку Place

и разместить выводы в посадочном месте, используя графическое окно Cell Editor.

На вкладке Pattern Place можно задать параметры размещения выводов, используя стандартные шаблоны, которые можно выбрать из выпадающего меню в поле Pattern Type (тип шаблона). Каждый тип шаблона имеет поля ввода, позволяющие задать размеры контура корпуса компонента, расстояние между контактами в посадочном месте (соседними и противоположными).

Установка флажка в чекбоксе Include Assembly Outline позволяет включить или выключить контур сборки. Контур сборки представляет собой вид компонента сверху и используется в сборочных чертежах. Этот контур определён на слое Assembly.

Установка флажка в чекбоксе Include Silkscreen Outline позволяет включить или выключить контур шелкографии, который используется для представления шелкографии компонента на печатной плате. Этот контур определён на слое Silkscreen. В поле Rotation можно задать необходимый угол поворота. Если угол поворота выбран, то всё посадочное место будет размещено с выбранным углом поворота.

Для размещения шаблона в графическом окне Cell Editor необходимо нажать на кнопку Place. Графическое окно Cell Editor предоставляет возможность редактировать посадочное место (добавлять или перемещать выводы, добавлять линии шелкографии или сборки). Для добавления текста, линий шелкографии или сборки нужно нажать кнопку Draw Mode (режим рисования) на панели инструментов Standard и воспользоваться командами меню Edit/Place/:

- Assembly Outline (определяет графику для сборочного чертежа);
- Placement Outline (определяет контур посадочного места);
- Silkscreen Outline (определяет графику, которая будет нанесена как шелкография на печатную плату);
- Assembly Ref Des (определяет позиционное обозначение компонента на сборочном чертеже);
- Silkscreen Ref Des (определяет позиционное обозначение компонента на печатной плате);
- Assembly Part Number (определяет номер компонента на сборочном чертеже);

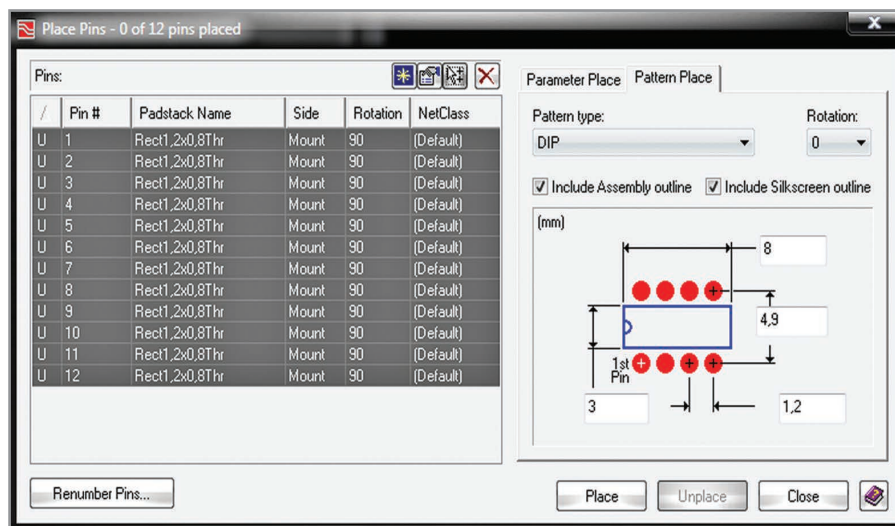


Рис. 10. Окно Place Pins

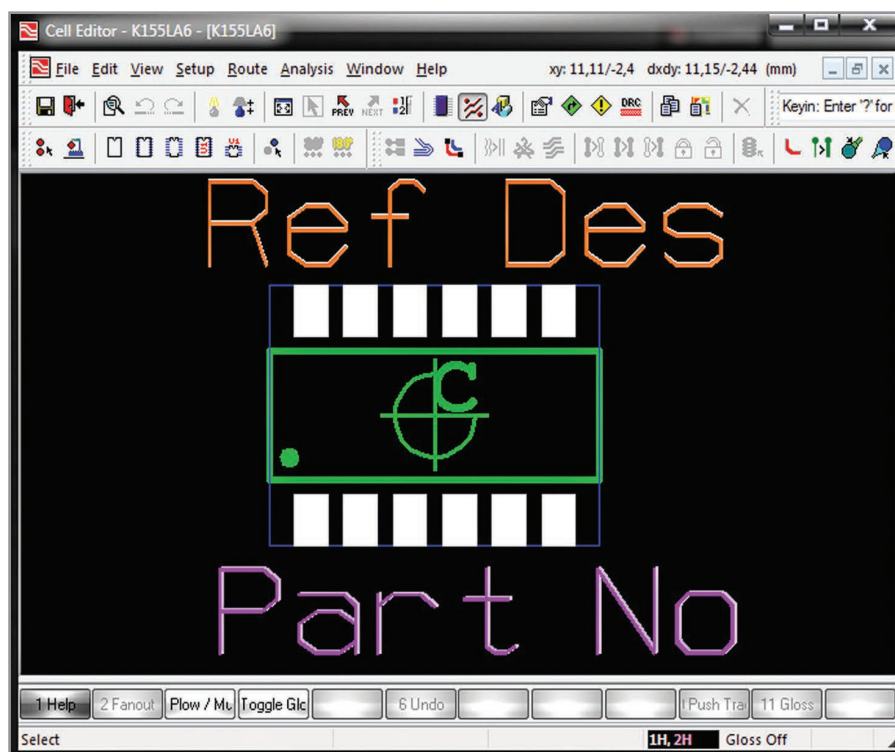


Рис. 11. Графическое окно Cell Editor

- Silkscreen Part Number (определяет номер компонента на печатной плате).

Изменить свойства вывода или его номер можно при помощи меню Edit/Place/Pin. Для перемещения вывода предназначена кнопка Move Pins, которая находится на панели инструментов Cell Editor.

В результате выполненных действий мы получим законченное посадочное место, которое можно сохранить при помощи меню File/Save. Для выхода из графического окна Cell Editor нужно выбрать в меню File пункт Exit Graphics, в результате вы вернётесь обратно в редактор Cell Editor.

Графическое окно Cell Editor представлено на рисунке 11. После окон-

чания создания посадочного места, ему необходимо назначить статус проверенного. Для этого в редакторе Cell Editor необходимо нажать на кнопку Properties, после этого в окне Package Cell Properties в поле Verification Status необходимо установить значение Verified.

Теперь, когда мы научились создавать символы и посадочные места, можно приступать к созданию компонентов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Expedition Enterprise. The technology leader for today's most complex PCB systems designs. Mentor Graphics. 2013.

Торр 6.0: шесть шагов навстречу

Оксана Воробьёва, Константин Кноп (г. Санкт-Петербург)

Статья посвящена описанию новой версии российской программы топологической трассировки **ТороR (Topological Router)**, предназначенной для проектирования печатных плат, предварительно подготовленных в других САПР. Реализованные в программе **ТороR** алгоритмы и инструментальные средства позволяют эффективно использовать ресурсы монтажно-коммутационного пространства, что в ряде случаев обеспечивает существенное превосходство автоматического трассировщика **ТороR** по сравнению с другими программными средствами аналогичного назначения [1–7].

Между выходом предыдущей версии (5.4) автотрассировщика ToroR и появлением версии 6.0 прошёл год. Результаты внесённых изменений говорят сами за себя: пользоваться программой стало существенно удобнее, в ней появились новые возможности, а реализация некоторых старых операций изменилась до неузнаваемости. Практически все эти изменения делались по просьбам и пожеланиям пользователей.

ШАГ ПЕРВЫЙ. ВСТРЕЧАЕМ ПО ОДЕЖКЕ

Если воспользоваться автомобильной аналогией, то ToroR прежних версий можно сравнить с мощным внедорожником, а ToroR 6.0 при тех же «ходовых характеристиках» приобрёл ещё и черты стильного спорткара. Это выражается в массе хорошо продуманных мелочей, которые даже и не бросаются в глаза, а некоторые – оставляют ощущение «а что, разве раньше было как-то иначе?». Вот всего несколько примеров.

Панель проекта, ранее единая, разделена на две вкладки: Проект и История (см. рис. 1).

Чтобы пользователю не приходилось вспоминать, где именно у него был сохранён тот или иной проект, появилась функция «Показать в папке» (см. рис. 2).

Фильтры выбора объектов с ToolBar переключались на панель управления отображением (см. рис. 3). При этом теперь можно выбирать по отдельности те объекты, которые раньше были объединены: связи, контур платы, детали компонентов, области металлизации.

Создание файлов для шаблонов или документации перемещено в меню «Файл». Пункт «Файлы для производства» (см. рис. 4) содержит Gerber, Drill и DXF файлы, а «Файлы отчётов» – BOM и ECO.

Изменения интерфейса затронули практически все панели инструментов, а также главное меню. Появились новые панели – например, панель управления автотрассировкой, на которой можно выбирать цепи для трассировки, а также менять настройки автотрассировки (подробнее см. в разделе «Шаг четвёртый»).

Статистика по плате из меню «Вывод» перенесена в пункт «Сводная информация» в меню «Дизайн» (см. рис. 5).

В панели инструментов изменены изображения на кнопках, при этом некоторые инструменты с панели убраны – они доступны теперь через меню или горячие клавиши.

Одна из самых востребованных новаций – возможность редактирования вкладки «Горячие клавиши» (см. рис. 6) в диалоге настроек программы. Для



большинства команд и операций теперь можно назначить горячую клавишу либо изменить уже назначенные.

ШАГ ВТОРОЙ. НОВЫЙ РЕДАКТОР ТОПОЛОГИИ

Если во всех прежних версиях у программы ToroR было три редактора, то теперь они объединены в один. При этом некоторые функции редактора Freestyle теперь реализованы через панель инструментов, что позволяет существенно ускорить работу с платой.

Покажем новые возможности редактора топологии на примере кнопки , задающей режим перемещения объектов, аналогичный режиму Freestyle. Если щёлкнуть по этой кнопке правой клавишей мыши, то появляется контекстное меню, в котором можно выбрать один из трёх вариантов перемещения объектов – «Без подталкивания и соблюдения зазоров» (см. рис. 7), «С подталкиванием переходов», «С подталкиванием компонентов и переходов».

Ранее эти настройки располагались в редакторе параметров дизайна и требовали переключения между редакторами.

Кнопка «Прокладка проводника» , которая с помощью правой клавиши мыши может переключаться в прокладку дифференциальной пары .

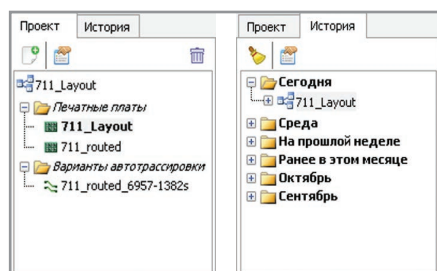


Рис. 1. Внешний вида панелей «Проект» и «История»

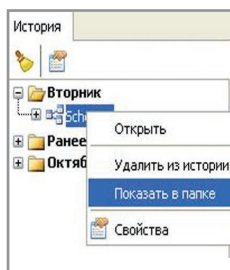


Рис. 2. Функция «Показать в папке»



Рис. 3. Меню фильтра выбора объектов

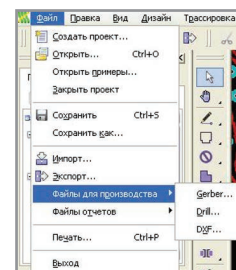


Рис. 4. Пункт «Файлы для производства»

Под ней удобно расположились другие часто используемые инструменты – формирование контура платы, запретов, областей металлизации и вырезов в них, деталей на механическом слое, текста и переходов. Каждый из этих инструментов существует в нескольких подрежимах, между которыми можно переключаться с помощью правой клавиши мыши. Чтобы создать несколько одинаковых объектов, можно зафиксировать выбор подрежима, удерживая клавишу Shift при выборе режима.

У линейки , ранее измерявшей только расстояние между точками, появился второй режим измерения – расстояние между объектами . В этом режиме вычисляется расстояние между двумя ближайшими точками пары выбранных объектов.

После изменения проводников в ручном режиме для пересчёта их формы раньше переходили в режим Freestyle. Теперь для пересчёта формы проводников служит отдельная функция . С её помощью можно выбрать дугообразный или аппроксимированный вид проводников. В предыдущих версиях при переходе в ручной режим все дуги заменялись аппроксимированными прямыми. Теперь дуги сохраняются, а аппроксимированные отрезки появляются только для конкретной редактируемой дуги.

Под правой клавишей мыши теперь находится контекстное меню. Из него можно запустить подвигу объектов, произвести ряд действий с компонентом, проводником или переходом. На рисунке 8 представлен фрагмент расчёта формы проводников.

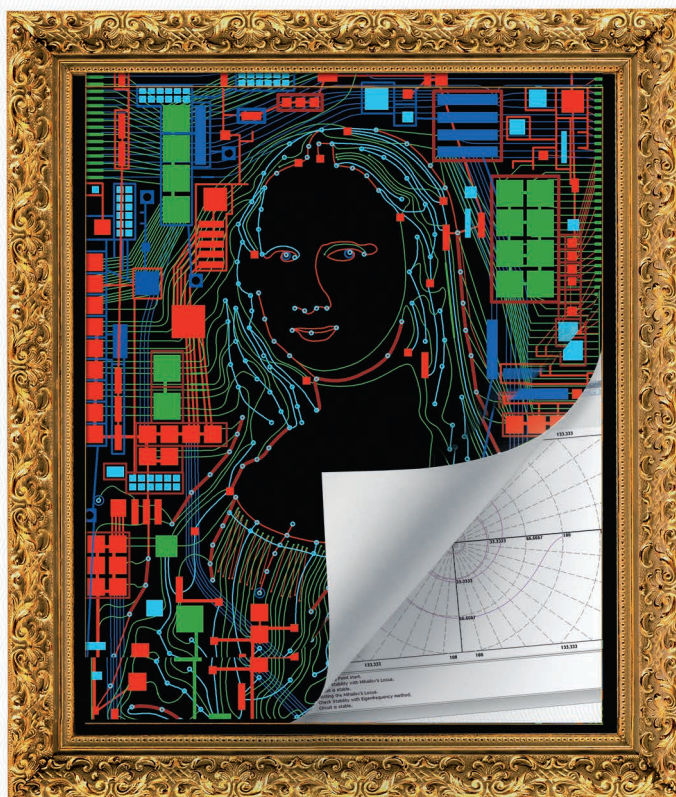
Одно из очень приятных новшеств – автоматический поиск и индикация пути проводника в текущем слое, реализованный в режиме ручной прокладки проводника. Если принять найденный путь (нажав горячую клавишу “;”), то проводник будет проложен автоматически.

Если необходимо проложить проводник не к тому контакту, который был выбран автоматически, а к другому, то подводится курсор ближе к нужному контакту (см. рис. 9) и нажимается горячая клавиша смены цели (Q).

Искать путь можно не только от контакта, но и от любой последней поставленной точки (см. рис. 10). То есть можно начать прокладывать проводник вручную, вывести его с нужной стороны или провести между нужными контактами, а потом уже нажать автоматиче-

EREMEX
Инновационный подход к проектированию электроники

САПР



Вер. 6.0 **NEW**

Топологический
трассировщик
печатных плат



Вер. 2.0

Пакет моделирования
электронных схем



info@eremex.ru • www.eremex.ru

г. Москва, ул. Профсоюзная, д. 108

Тел.: +7 (495) 232-18-64

г. Санкт-Петербург, ул. Ивана Черных, д. 29А

Тел.: +7 (812) 448-04-44

Реклама

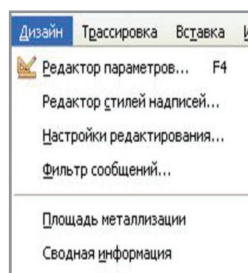


Рис. 5. Статистика по плате в пункте «Сводная информация» (меню «Дизайн»)

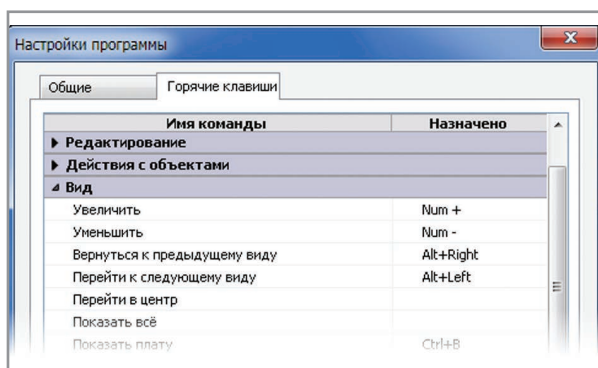


Рис. 6. Вкладка «Горячие клавиши»

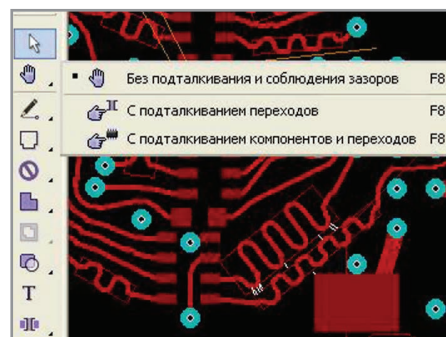


Рис. 7. Контекстное меню «Без подталкивания и соблюдения зазоров»

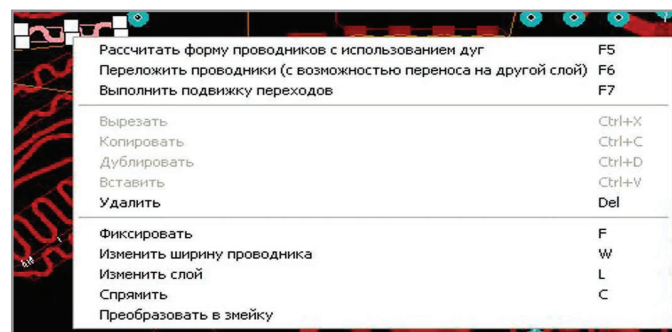


Рис. 8. Фрагмент расчёта формы проводников

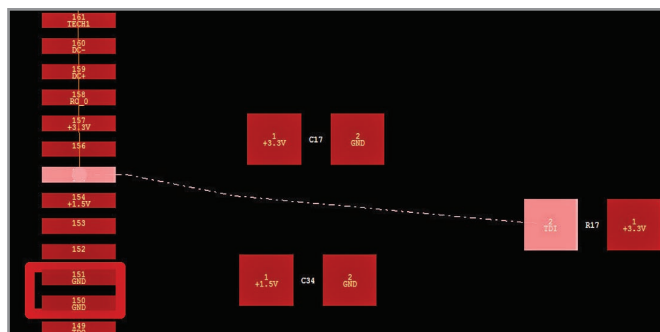


Рис. 9. Автоматический поиск и индикация пути проводника в текущем слое

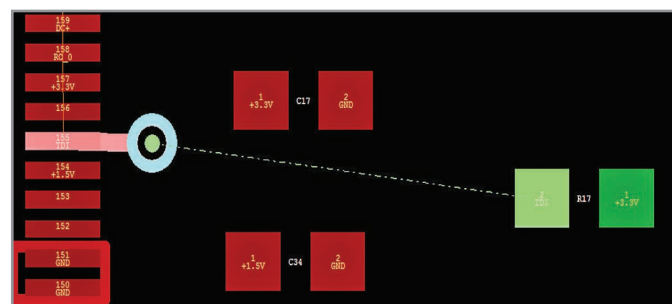


Рис. 10. Прокладывание проводника вручную

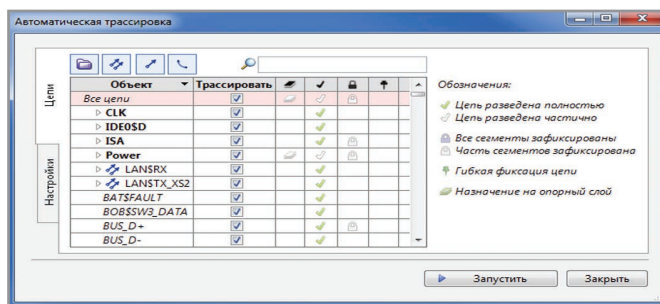


Рис. 11. Окно автоматической трассировки

ское завершение прокладки. Можно сменить слой проводника, и тогда новый путь будет искаться уже в другом слое.

ШАГ ТРЕТИЙ. Мы работаем, пользователь отдыхает

Давайте ещё немного пофантазируем на автомобильную тему. Представьте, что мы с вами на внедорожнике свернули со скоростной трассы и проехали по бездорожью к заранее намеченной точке. Осмотревшись, убедились, что ничего интересного там нет... Взмах волшебной палочки – и автомобиль вернулся по своему маршруту обратно на трассу, а вместо следов протекторов вновь образовалась снежная целина. Фантастика? Разумеется. Но при работе с автотрассировщиком ToroR 6.0 эту фантастику легко сделать былью.

Во-первых, реализован многоуровневый откат действий пользователя. Во-вторых, «мусор» в виде созданных программой избыточных переходов

теперь тоже удаляется автоматически (а все остальные виды мусора автоматически собирались и раньше). Если же переходные отверстия были созданы пользователем, то на панели сообщений появляется предупреждение о числе избыточных переходов, а удалить их можно через пункт «Удалить избыточные переходы» меню инструментов. В-третьих, инструмент «быстрой проверки» (Online-DRC) стал более интеллектуальным и теперь не заставляет пользователя устранять ошибки там, где на самом деле их и не было.

Или вот ещё пример. Вспомните, как часто приходилось копировать файлы проекта в другое место. Теперь это можно делать одной командой – «Скопировать проект».

Для автоматических процедур «перекладка проводников» и «подвижка переходов» созданы отдельные кнопки запуска – и . У обеих процедур есть варианты (подрежимы) – например, перекладку проводников можно

выполнить с переносом или без переноса проводников на другой слой.

Кроме того, реализовано восстановление данных после сбоя системы, а также восстановление автотрассировки, если сбой произошёл во время работы автотрассировщика.

ШАГ ЧЕТВЁРТЫЙ. Трассировка по частям

Запустим режим автотрассировки (см. рис. 11).

Мы видим список цепей проекта. Наверху расположены фильтры, позволяющие включать и выключать отображение в списке групп цепей и сигналов, дифференциальных пар, сигналов и цепей.

Используя «галочку», можно отметить в таблице трассируемые и не трассируемые цепи. Используя правую клавишу мыши, можно удалить разводку отдельной цепи, группы цепей или всей платы. Остальные колонки таблицы вспомогательные – подсказывают

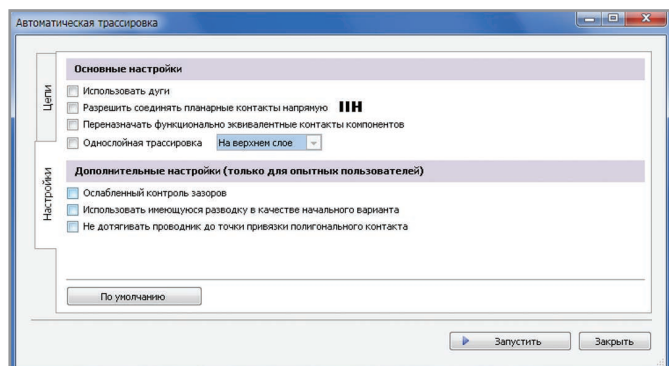


Рис. 12. Настройки автотрассировки

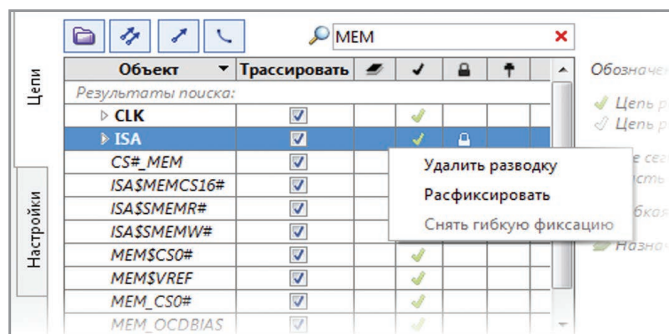


Рис. 14. Управление гибкой фиксацией из окна автотрассировки

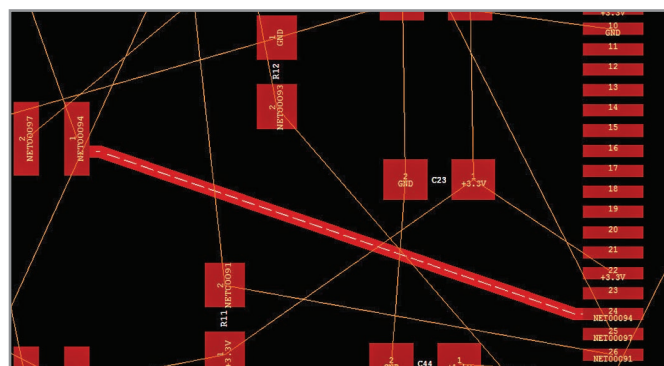


Рис. 13. Гибкая фиксация цепи

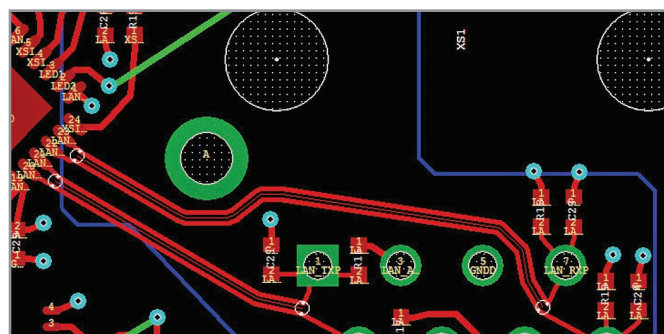


Рис. 15. Трассировка дифференциальных пар

дополнительную информацию о цепях: назначение на опорный слой, уже осуществлённая полная или частичная разводка, фиксация всей или части цепи, гибкая фиксация цепи.

На вкладке «Настройки» (см. рис. 12) присутствуют те настройки автотрассировки, которые раньше находились в редакторе параметров дизайна.

Гибкая фиксация цепи – новая возможность, заменившая свойство цепи «фиксированное дерево» из предыдущих версий. Гибкая фиксация (см. рис. 13) распространяется на всю цепь, а не на отдельный её сегмент, поэтому если цепь разведена не полностью, при автотрассировке она такой и останется. Задача гибкой фиксации – не позволить перекладывать уже разведённую цепь. При этом точные координаты проводника не фиксируются и могут быть изменены, но его топология (порядок соединения контактов, слой прокладки и задействованные переходы) сохраняется.

Установить гибкую фиксацию можно только на панели инструментов , а снять её можно ещё и в окне автотрассировки. На рисунке 14 показано, как это правильно сделать.

Шаг пятый. Автотрассировка дифференциальных пар и BGA

Наш любимый «внедорожник» стал ещё более универсальным.

Продemonстрируем это на примере трассировки дифференциальных сиг-

налов. На рисунке 15 показаны две дифференциальные пары, которые разводятся автоматически и без ошибок.

Также ведутся работы над улучшением трассировки BGA. Сейчас стала возможной автоматическая трассировка с установкой несвязных переходов на контакте (см. рис. 16).

Кроме того, для трассировки BGA реализовано подключение нескольких контактов одной цепи к одному переходу в том случае, если не хватает свободных ячеек, а также размещение перехода ближе к «своему» контакту, если по центру переход не помещается.

Шаг шестой. Если приходится читать мануал...

Руководство пользователя разбито на четыре больших раздела (A-D) – вводный, основной, дополнительный и справочный.

«Вводный раздел» содержит только самые необходимые сведения о системе ТороR. Все пользователи, работавшие с предыдущими версиями программы, могут его безболезненно пропустить.

«Основной раздел» включает базовые сведения о работе в ТороR и предназначен как для начинающих, так и для опытных пользователей.

Многие менее востребованные функции системы описаны в разделе «Дополнительные возможности».

И, наконец, в «Справочник» помещена самая разнообразная информа-

ция преимущественно справочного характера.

Многие страницы и главы руководства существенно изменились по сравнению с руководством пользователя к версии 5.4. Ряд глав создан заново, потому что в прежних версиях системы описываемые в этих главах возможности ТороR ещё не были реализованы.

ЛИТЕРАТУРА

1. Лузин С.Ю., Полубасов О.Б. Система трассировки ТороR: быстрый старт. Часть 1. Современная электроника. № 5. 2008.
2. Лузин С.Ю., Полубасов О.Б. САПР ТороR. Задание конструктивно-технологических ограничений. Современная электроника. № 6. 2008.
3. Лузин С.Ю., Полубасов О.Б. САПР ТороR: трассировка печатных плат с BGA-компонентами. Современная электроника. № 7. 2008.
4. Лузин С.Ю., Петросян Г.С., Полубасов О.Б. САПР ТороR. Размещение компонентов. Современная электроника. № 8. 2008.
5. Лузин С.Ю. САПР ТороR. Трассировка и оптимизация. Современная электроника. № 9. 2008.
6. Лузин С.Ю., Петросян Г.С., Полубасов О.Б. САПР ТороR. Редактирование в стиле FreeStyle. Современная электроника. № 1. 2009.
7. Лузин С.Ю., Петросян Г.С., Полубасов О.Б. САПР ТороR. Ручное редактирование. Современная электроника. № 2. 2009.

Расчёт зеркальных параболических антенн с помощью современных САПР СВЧ

Александр Курушин, Евгений Лаврецкий, Сергей Чадов (Москва)

Для анализа и расчёта характеристик излучения зеркальных антенн большого электрического размера существуют приближённые методы. В последнее время всё большую популярность приобретает метод физической оптики, который используется в программах GRASP, Mirror и FEKO.

ВВЕДЕНИЕ

Зеркальные антенны, используемые в спутниковой связи и радиоастрономии, имеют размеры от десятков сантиметров до сотен метров [1]. Это означает, что электрические размеры антенн могут составлять сотни длин волн. Расчёт таких больших структур строгими электродинамическими методами потребовал бы больших вычислительных затрат. Поэтому для анализа и расчёта характеристик излучения зеркальных антенн большого электрического размера используют приближённые методы, к которым относятся методы геометрической оптики и геометрической теории дифракции, а также методы физической оптики и физической теории дифракции [2–4].

В настоящее время, благодаря высокой эффективности и точности, большую популярность приобрёл метод физической оптики, который даёт аппроксимацию поверхностного электрического тока для идеально проводящих рассеивателей (рефлекторов). Этот метод использует в качестве ключевого алгоритма численного расчёта формулу:

$$\vec{J}^s = 2[\vec{H}, \vec{n}], \quad (1)$$

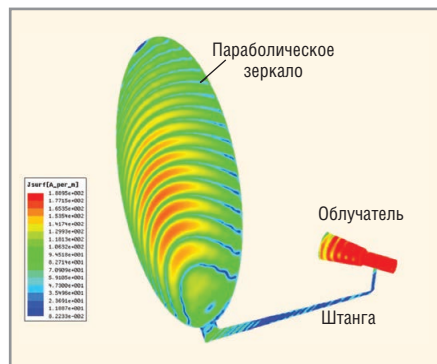


Рис. 1. Облучаемая рупором зеркальная параболическая антенна с рассчитанными поверхностными токами

где $\vec{n}$ – вектор нормали для каждой точки поверхности рефлектора, $\vec{H}$ – вектор магнитного поля, создаваемого в данной точке первичным облучателем ($[A/m]$), $\vec{J}^s$ – поверхностный электрический ток на металлическом рефлекторе ($[A/m]$). Далее по известному электрическому току (1) находят поле излучения зеркальной антенны (вторичное поле), а сам расчёт вторичного поля сводится к вычислению соответствующих двумерных интегралов Фурье от поверхностного электрического тока. Таким образом, в отличие от большинства электродинамических методов, которые сводятся к решению системы уравнений Максвелла, метод физической оптики не требует решения системы линейных алгебраических уравнений большого порядка.

По сравнению с методом физической оптики, метод физической теории дифракции [3, 4] позволяет учесть более тонкие эффекты дифракции первичного поля облучателя на кромке зеркала. Как правило, это даёт уточнение уровня дальних боковых лепестков поля излучения антенны. Однако численная реализация метода физической теории дифракции является более сложной и менее универсальной, а его применение, с практической точки зрения, не является необходимым для анализа больших антенн.

Заметим, что метод геометрической оптики даёт меньшую точность при анализе зеркальных антенн, чем метод физической оптики, так как не учитывает поляризационные эффекты (в частности, при анализе зеркальных антенн апертурным методом). Метод геометрической теории дифракции по точности примерно эквивалентен методу физической оптики.

Анализ и проектирование зеркальных антенн обычно выполняют с помощью уникальных программ, приспособленных для решения конкретных задач.

Программа GRASP, разработанная в компании TICRA [5], является коммерчески распространяемой специализированной программой для расчёта зеркальных антенн и представляет собой промышленный стандарт точного моделирования зеркальных антенн.

Программа Mirror [6] также предназначена для решения специализированных задач, в том числе, задачи облучения рефлектора системой излучателей. Как правило, скорость решения задач в подобных программах очень высокая, что позволяет просчитывать большое число вариантов на этапе эскизного проектирования.

Ещё одной программой, с помощью которой может быть эффективно рассчитана зеркальная антенна (см. рис. 1), является одна из самых мощных САПР СВЧ – система FEKO [7]. Эта универсальная система позволяет создавать, проектировать и оптимизировать разнообразные излучающие структуры. Однако, по нашему опыту, время расчёта бывает значительным.

В программах GRASP, Mirror и FEKO для расчёта зеркальных антенн используется метод физической оптики.

РАСЧЁТ ОСЕСИММЕТРИЧНОЙ ЗЕРКАЛЬНОЙ АНТЕННЫ В ПРОГРАММЕ MIRROR

Программа Mirror предназначена для расчёта характеристик излучения рефлекторных антенн с одиночным или многоэлементным облучателем. Работа в программе Mirror начинается с выбора параметров задачи. По команде *Reflector* выводится диалог, приведённый на рисунке 2. Для анализа антенны, близкой по размерам к офсетной зеркальной антенне [8], выберем в этом диалоге размер зеркала диаметром 268 см с фокусным расстоянием 138 см. Затем, по команде *Array Feed System*, появляется диалог, в котором можно задать самые разнообразные способы возбуждения зеркальной антенны (см. рис. 3).

В программе Mirror предусмотрено создание до 32 произвольно расположенных и ориентированных в пространстве объектов класса *Feed* (пита-

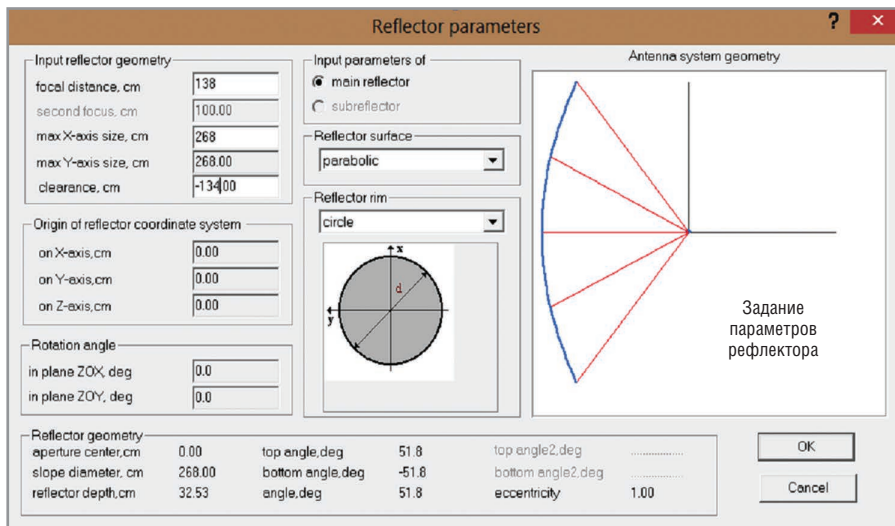


Рис. 2. Выбор геометрии рефлектора в диалоге программы Mirror

ющих антенн). Функции этого класса рассчитывают электрический ток, наводимый объектом на поверхности рефлекторов, и поле излучения объекта в ближней или дальней зоне (для электродинамических моделей). Каждый из объектов этого класса, как и элемент фазированной антенной решетки (ФАР), может быть выбран следующим образом:

- табулированной диаграммой направленности (ДН), например, полученной экспериментальным путем;
- ДН, аппроксимированной аналитической функцией;
- простой моделью пирамидального рупора;
- электродинамической моделью гладкого конического рупора и конического рупора с изломом;

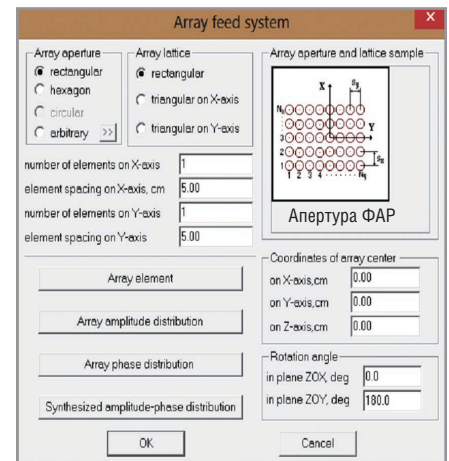


Рис. 3. Диалог задания характеристик антенной решетки, облучающей зеркальную антенну

- электродинамической моделью многосекционного круглого и прямоугольного волноводов, которая позволяет реализовать любую геометрию рупорного облучателя, включая рупор с канавками.

Диаграмму направленности элемента возбуждения, рассчитанную в программе, можно сохранить в файле с расширением *.dat. Впоследствии этот файл

Тратите время на обработку недостоверных результатов моделирования?

При использовании программы FEKO, вам становятся доступны:

Непревзойденная точность комплексных электромагнитных расчетов

Высокая скорость вычислений

Полный комплекс численных методов по оптимальной цене

Поддержка всех форматов САПР – теперь бесплатно!



FEKO
Comprehensive Electromagnetic Solutions

Дизайн-проекты, техническая поддержка и обучение
Тел.: +7 (499) 613-7001, www.rodnik.ru

С 1991 года
РОДНИК
СИСТЕМНЫЙ ИНТЕГРАТОР



Рис. 4. Сечение диаграммы направленности (слева) и ток в раскрыве апертуры зеркальной антенны (справа), рассчитанные в программе Mirror

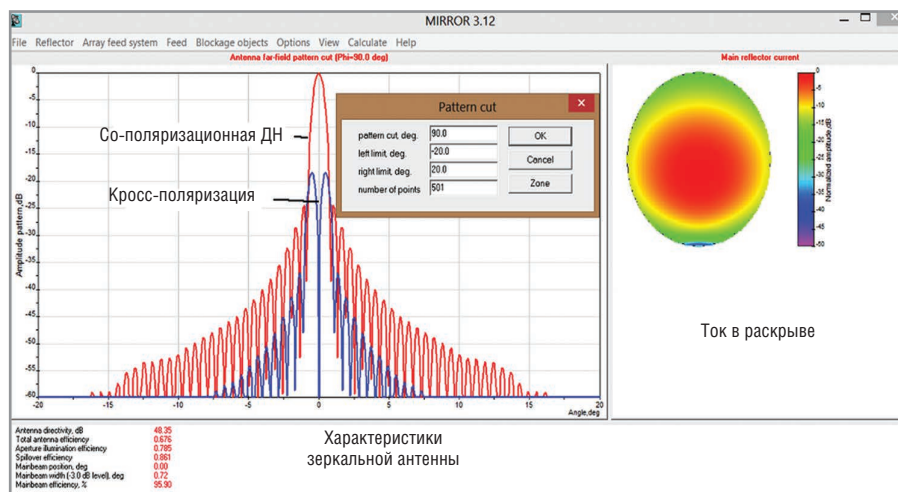


Рис. 5. График расчёта кросс-поляризации

можно использовать для расчёта в других программах. Полученные поля облучателя используются для расчёта токов на зеркале (см. рис. 4).

После расчёта распределения токов производится расчёт диаграммы излучения, которая строится в окне отображения ДН. Для сечения диаграммы излучения строится компонента по основной поляризации и кросс-поляризационная компонента. В окне диалога (см. рис. 4) выводится диаграмма направленности, ток в сечении зеркала и параметры зеркальной антенны. Для нашей антенны получаем коэффициент направленного действия (КНД), равный 47,9 дБ.

Расчёт офсетной зеркальной антенны в программе MIRROR

В зеркальной антенне с осесимметрическим расположением облучателя, последний и его штанги затеняют лучи прямого прохождения и таким образом ухудшают КНД. Поэтому на практике часто применяется офсетная зеркальная антенна [8]. Анализируемая антен-

на подсвечивается снизу под углом $\approx 50^\circ$. Сечение антенны также повернуто по отношению к вертикальной плоскости примерно на 26° . Рабочая поверхность рефлектора является вырезкой из параболоида вращения, описываемого уравнением $z = (x^2 + y^2)/4F$, где $F = 138$ см. Центр вырезки расположен на расстоянии 134,5 см от фокальной оси.

Антенна имеет следующие паспортные параметры [8]:

- размеры 240×267 см (раскрыв $\varnothing 240$ см);
- диапазон частот 10,7...12,75 ГГц;
- ширина диаграммы направленности не более $0,7^\circ$ (11,3 ГГц);
- коэффициент усиления 47,6 дБ (11,3 ГГц);
- уровень боковых лепестков не более -25 дБ.

Рассчитаем офсетную антенну, облучаемую открытым концом круглого волновода. В программе Mirror воздействие осуществляется по дальнему полю. Вначале рассчитывается излучающий элемент и его дальнее поле на каждом элементе сетки зеркальной

антенны. Эта процедура даёт диаграмму направленности зеркальной антенны, а также её кросс-поляризационную составляющую [9,10] в диалоге сечения диаграммы направленности *Pattern cut* (см. рис. 5). В результате расчёта офсетной антенны получаем КНД = 48,35 дБ, коэффициент использования поверхности 67,6% и ширину луча по уровню -3 дБ, равную $0,72^\circ$. Эти результаты близки к паспортным данным антенны [8].

Расчёт облучаемой круглым волноводом осесимметричной зеркальной антенны в программе FEKO

Программа FEKO тоже позволяет рассчитать зеркальную антенну большого размера методом физической оптики [2], когда токи на поверхности зеркальной антенны рассчитываются по формуле (1). Эти токи находятся в центре каждого элемента декомпозиции зеркальной антенны (треугольник), в центре которого FEKO рассчитывает нормаль. Конечный размер треугольника, а также замена плавной поверхности параболоида срезанными плоскостями, являются источником погрешности численного расчёта методом физической оптики.

Начертим параболоид $\varnothing 240$ см с помощью команды *Draw* $\rightarrow$ *Paraboloid*. В появившееся окно (см. рис. 6) вводим фокусное расстояние 138 см. Для черчения излучателя в другой системе координат создадим рабочую систему координат, смещённую на 138 см относительно глобальной системы координат.

Для ускорения расчёта на первом этапе выполним анализ открытого конца круглого волновода и рассчитаем ближнее поле в сечении раstra. Плотность точек, в которых рассчитывается ближнее поле, зависит от шага *Increment* (см. рис. 7). Чтобы рассчитанные поля *E* и *H* в этих точках сохранить для дальнейшего расчёта, в закладке *Advanced* выберем вариант сохранения параметров поля в этих точках в файлы с расширением *.efe и *.hfe. Используем эти данные для создания плоской апертуры для возбуждения зеркала, а точки апертуры поместим в точки, где рассчитывалось ближнее поле.

Программа FEKO довольно долго производит разбиение металлического зеркала на треугольники. От каждого элемента апертуры, указанной на рисунке 7 как перекрестие, рассчитывается луч, по которому распространя-

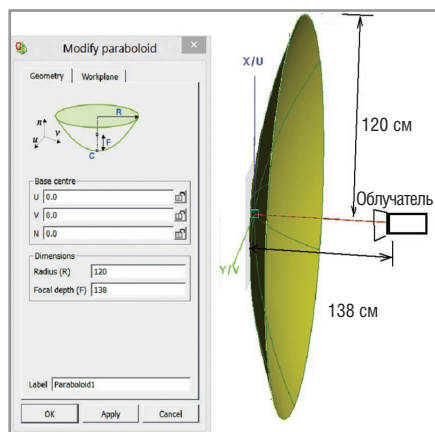


Рис. 6. Вид параболоида с фокусным расстоянием 138 см и диаметром 240 см, вычерченного в программе FEKO

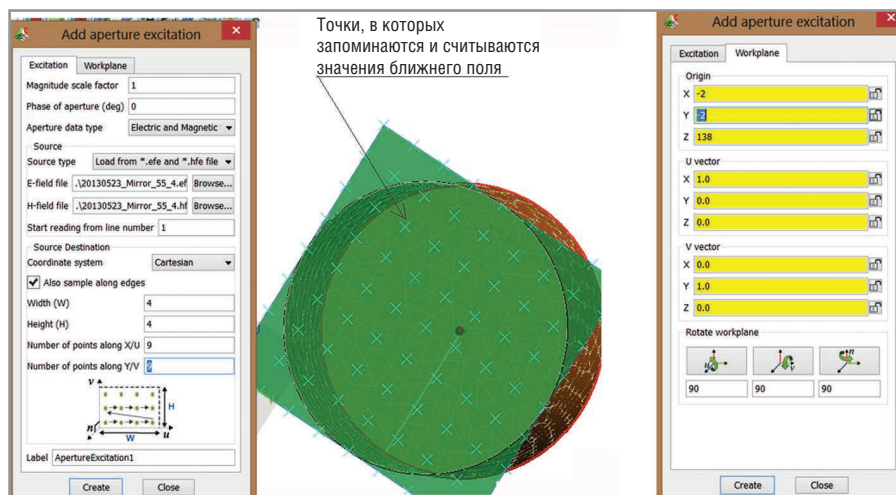


Рис. 7. Диалоги установки апертуры облучателя

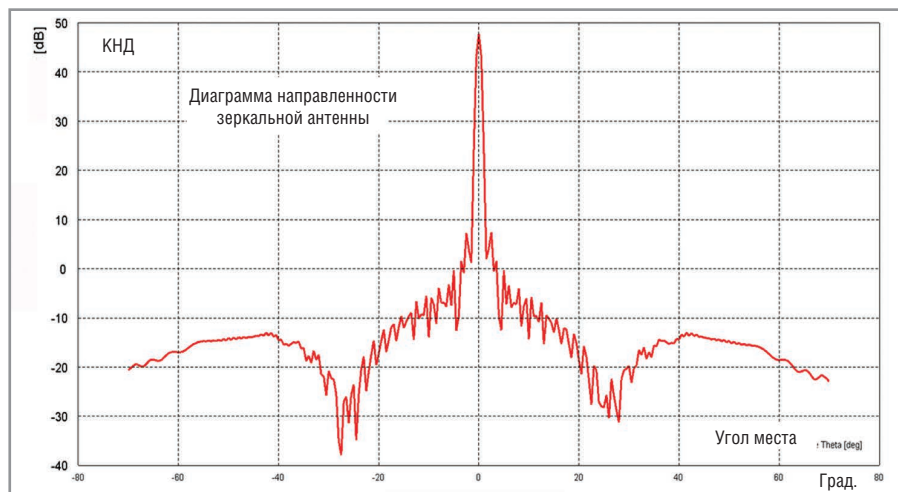


Рис. 8. Диаграмма направленности осесимметричной зеркальной антенны (расчёт в программе FEKO)

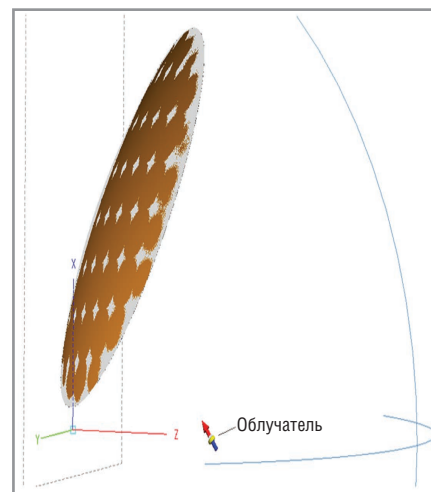


Рис. 9. Зеркальная антенна со смещением облучателя

ется волна H , создающая токи на зеркале. Затем, используя интегральные уравнения и функции Грина, программа FEKO рассчитывает характеристики в дальней зоне, в том числе направленность.

Из диаграммы направленности, показанной на рисунке 8, следует, что КНД зеркальной антенны равен 48 дБ. Результаты расчёта зеркальной антенны, показанные на рисунках 5 и 8, совпадают с расчётами в программе Mirror. При прочих равных условиях, скорость расчёта в программе Mirror оказалась в 5 раз выше, однако система FEKO является более гибким инструментом решения подобных задач. Кроме того, она позволяет рассчитывать структуры с диэлектриками и структуры с потерями в металлических и диэлектрических средах.

РАСЧЁТ ОФСЕТНОЙ ЗЕРКАЛЬНОЙ АНТЕННЫ В ПРОГРАММЕ FEKO

Рассмотрим структуру офсетной антенны, показанную на рисунке 9.

Облучатель устанавливается в фокус параболоида. Зеркало вырезается из параболоида с помощью объёмного цилиндра, в результате чего оно приобретает эллиптическую форму. В сечении круглого волновода, выполняющего функцию облучателя, установим сферу, на поверхности которой можно сохранить значения ближнего поля. Это позволит нам разделить задачу на две: расчёт облучателя и построение падающего на зеркало поля на основе полученных данных. В программе FEKO такое разделение можно выполнить и по дальнему полю, как в программе Mirror.

Эту систему можно рассчитать и «в целом», без связи между облучателем и зеркалом. В качестве облучателя используем отрезок круглого волновода (см. рис. 7), на котором также приводится сечение ДН. В результате получаем ширину ДН такого облучателя по уровню -3 дБ, равную 80° . Выполнив (методом физической оптики) расчёт зеркала, облучённо-

го такой круглой антенной, получаем КНД = 48 дБ по основной поляризации (см. рис. 10).

Кросс-поляризацию следует учитывать в антенне системы связи с поляризационным уплотнением, когда паразитный сигнал может привести к нарушению приёма. Типовое требование к уровню кросс-поляризации в максимуме ДН антенны составляет -30 дБ (в системах с двумя линейными ортогональными поляризациями). Значение кросс-поляризации в максимуме равно 28 дБ (см. рис. 11), что на 20 дБ меньше сигнала в максимуме ДН основной поляризации.

Выводы

В статье продемонстрировано разделение сложной задачи проектирования антенны на более простые задачи, с заменой облучателя зеркальной антенны на апертурные излучатели. Для осесимметричной и офсетной зеркальной антенн получено хорошее совпадение результатов расчёта

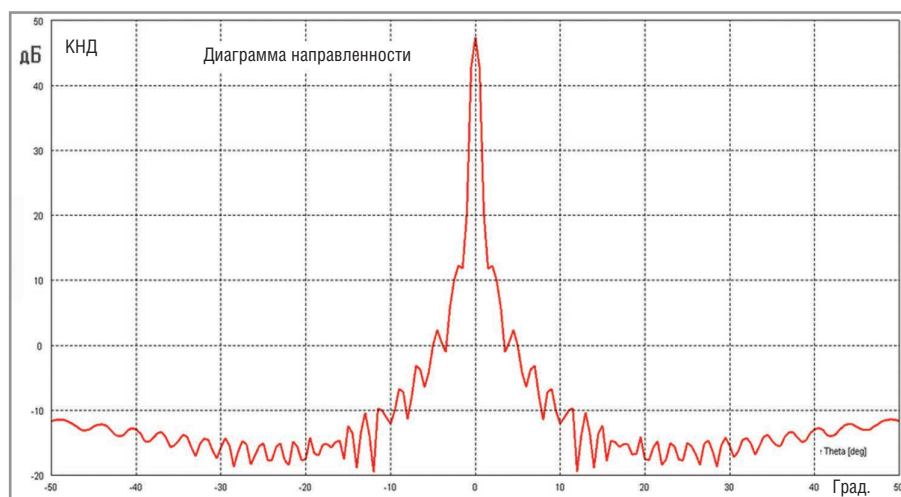


Рис. 10. Диаграмма направленности офсетной зеркальной антенны [8] (расчёт в FEKO)



Рис. 11. Кросс-поляризационная составляющая диаграммы направленности офсетной зеркальной антенны [8] (расчёт в FEKO)

в программе Mirror и в программе FEKO с данными, приведёнными изготовителем антенны. В обоих случаях использован метод физической оптики.

ЛИТЕРАТУРА

1. Baars J. The Paraboloidal Reflector Antenna in Radio Astronomy and Communication. Springer. 2007.
2. Хенл Х., Мауэ А., Вестгфаль К. Теория дифракции. Мир. 1964.
3. Уфимцев П.Я. Метод краевых волн в физической теории дифракции. Советское радио. 1962.
4. Shore R.A., Yaghjian A.D. Incremental Diffraction Coefficients for Planar Surfaces. IEEE Trans. AP. 1988. Vol. 36, № 1. P. 55–70.
5. www.ticra.com.
6. Программа «Mirror» (авторы-разработчики: Чадов С.Е., Кондратьев А.С., Лаврецкий Е.И. Особое Конструкторское бюро МЭИ). www.kiasystems.ru.
7. www.feko.com
8. Паспорт офсетной зеркальной антенны СТБ-2,4-1.1 АУМ. ОАО «АлМет». www.supral.ru.
9. Parkinson J.R., Mehler M. Convergence of PO Integrals by Ludwig Technique. Electronics Lett. Vol. 22. № 22. 1986. P. 1161–1162.
10. Ludwig A.C. The Definition of Cross Polarization. IEEE Trans. Antennas Propagat. Vol. AP-21. Jan. 1973. P. 116–119.



Электроника → Транспорт

2014

8-я МЕЖДУНАРОДНАЯ ВЫСТАВКА

Одновременно с выставкой:

<http://www.electrotrans-expo.ru>

ТЕМАТИКА:

- Системы диспетчеризации и управления транспортным парком (грузовые автоперевозки, пассажирский транспорт, такси, спецтранспорт)
- Комплексы навигации и связи
- Системы безопасности и видеонаблюдения
- Системы контроля пассажиропотока и оплаты проезда
- Технологии снижения расхода топлива
- Рекламно-информационные комплексы
- Автоматика, телемеханика
- Измерительные и диагностические приборы
- Силовая электроника для транспорта
- Электронные, электротехнические компоненты

КОНФЕРЕНЦИИ:

- “Практические особенности внедрения информационно-навигационных технологий на современном транспортном предприятии”
- “Электронные модули для транспортного приборостроения и машиностроения”
- “Технологии оплаты проезда и учета пассажиропотока”
- “Развитие систем АЛС-АРС и АСДУ на метрополитене и ГЭТ”

Информационные технологии для транспорта и транспортной инфраструктуры

ПОДДЕРЖКА:

КОНТАКТЫ:

тел.: +7(495) 287-4412
E-mail: info@e-transport.ru

http://www.e-transport.ru

72 h

Реклама

Weidmüller 

Получите ваш персональный комплект образцов OMNIMATE® за 72 часа

Let's connect.

Специально для разработчиков печатных плат мы предлагаем уникальный сервис заказа образцов за 72 часа. Теперь вы можете самостоятельно заказать наши коннекторы или корпуса для электроники и испытать их на соответствие вашим задачам.

Мы пришлем выбранные вами образцы за 72 часа. В любую точку земного шара. Бесплатно.



www.sample-service.com

Высокоселективный микрополосковый фильтр на плавно-нерегулярных линиях передачи

Денис Клименко (г. Новосибирск)

Описаны варианты использования плавно-нерегулярных линий передачи в фильтрах на параллельно связанных линиях передачи с целью повышения селективности за счёт подавления паразитных резонансных частот. Характеристика разработанного СВЧ-фильтра показывает эффективность предложенного подхода, обеспечивая уровень внеполосного подавления в широкой полосе частот более 40 дБ.

ВВЕДЕНИЕ

Современные сверхширокополосные радиолокационные системы и системы беспроводной связи требуют высокoeffективных и перестраиваемых радиочастотных систем, в том числе и полосно-пропускающих фильтров [1]. Микрополосковые фильтры на параллельно связанных линиях (СПЛП), впервые предложенные в 1958 году [2], являются одними из самых часто используемых типов фильтров в СВЧ- и ВЧ-системах. Такие фильтры имеют множество преимуществ, таких как простая процедура проектирования, планарная структура и широкий диапазон относительных полос пропускания. Фильтры на СПЛП могут быть с лёгкостью изготовлены и показывают достаточно хорошие характеристики. Однако, наряду с достоинствами, эти фильтры имеют и некоторые недостатки. Наиболее существенным из них для микрополоскового исполнения является снижение величины подавления за полосой пропускания, в результате чего появляются паразитные полосы пропускания на частотах $2f_0$, $3f_0$, $4f_0$ и т.д. (f_0 – центральная частота фильтра). Эти нежелательные полосы возникают из-за различных фазовых скоростей для чётных и нечётных мод секций связанных линий. Именно подавление таких нежелательных полос пропускания стано-

вится в последние годы важной задачей для конструкторов фильтров [3].

Для решения этой задачи вместо последовательных четвертьволновых соединительных линий мы использовали в фильтре эквивалентные Т-образные плавно-нерегулярные шлейфы, разомкнутые на конце, тем самым осуществив преобразование полосно-задерживающих фильтров в полосно-пропускающий фильтр. Получаемые таким образом фильтры имеют компактные размеры и широкую полосу заграждения: эквивалентные Т-образные плавно-нерегулярные линии передачи обеспечивают хорошую характеристику полосы пропускания на основной гармонике и отчётливую характеристику полосы задерживания на паразитных гармониках.

Нами был рассчитан микрополосковый фильтр на параллельно связанных линиях передачи с предлагаемой структурой на центральную частоту 2,5 ГГц и полосой пропускания 100 МГц. Экспериментальные результаты показали хорошие характеристики фильтра: величина подавления достигает 40 дБ в полосе до 6 ГГц.

ПРОЕКТИРОВАНИЕ ФИЛЬТРА С ШИРОКОЙ ПОЛОСой ЗАГРАЖДЕНИЯ

Фильтр был реализован на подложке RT/Duroid 6010LM, имеющей следующие характеристики: $\epsilon = 10,2 \pm 0,25$, $b = 0,64 \pm 0,1$ мм, $t = 35$ мкм, $\text{tg}\delta = 0,0023$ при 10 ГГц. Расчётная центральная частота — 2,5 ГГц, полоса пропускания 100 МГц. Входной и выходной порты имеют сопротивление 50 Ом.

Для того чтобы подавить паразитные полосы пропускания в полосе задерживания без увеличения размеров фильтра, последовательные линии передачи были заменены Т-образными плавно-

нерегулярными линиями, разомкнутыми на концах. Такие шлейфы имеют лучшее ослабление на резонансных частотах и малые вносимые потери на других полосах частот. Фотография получившегося после трансформации полосно-пропускающего фильтра приведена на рис. 1. Следует отметить, что три плавно-нерегулярных шлейфа, разомкнутых на концах, добавляют несколько нулей передачи в полосу задерживания, позволяя устранить паразитные гармоники.

СИСТЕМА ИЗМЕРЕНИЙ И ХАРАКТЕРИСТИКИ

Для разработанного микрополоскового фильтра шпилечного типа были произведены измерения S-матриц и получены характеристики импеданса при комнатной температуре. Схема измерений представлена на рис. 2. Измерительной системой является векторный анализатор цепей компании *Robde & Schwarz*, позволяющий одновременно производить измерения S-матрицы в полосе от 9 кГц до 10 ГГц в различных режимах мощности и согласованный с 50-омным волновым сопротивлением. Отметим, что все измерения производились при комнатной температуре.

Параметры S-матрицы в диапазоне частот от 9 кГц до 10 ГГц представлены на рис. 3. Кривые S21 и S12 показаны чёрным цветом, S11 и S22 — серым.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В процессе поиска методов улучшения характеристик СВЧ-фильтров мы смогли интегрировать полосно-задерживающую характеристику в стандартный фильтр, тем самым получив полосно-пропускающий фильтр с широкой полосой заграждения. Более того, более высокие характеристики не потребовали увеличения размеров фильтра. Экспериментальные измерения параметров фильтра подтвердили, что предлагаемая комбинированная структура имеет полосу пропускания 100 МГц на центральной частоте, обеспечивая при этом внеполосное затухание не менее 40 дБ в полосе частот от 3 до 10 ГГц.

Достигнутые характеристики позволяют сделать вывод, что одним из наи-

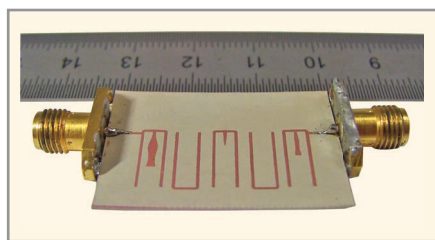


Рис. 1. Внешний вид фильтра с плавно-нерегулярными шлейфами

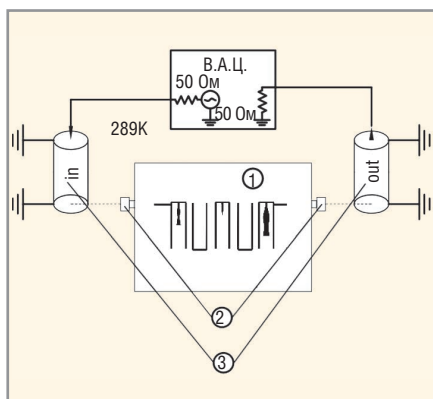


Рис. 2. Схема измерений характеристик полосно-пропускающего фильтра шпилечного типа:

1 – фильтр на подложке, 2 – 50-Ом разъёмы SMA, 3 – гибкий 50-Ом коаксиальный кабель

более перспективных направлений использования таких фильтрующих структур является частотная селекция во входных СВЧ-цепях измерения характеристик состояний трёхконтактных кубитов на частотах 1...10 ГГц.

ЛИТЕРАТУРА

1. Hunter I.C. Microwave Filters Applications and Technology. IEEE Trans. on Micro-

wave Theory Tech. 2002. Vol. 50, № 3. P. 794–805.

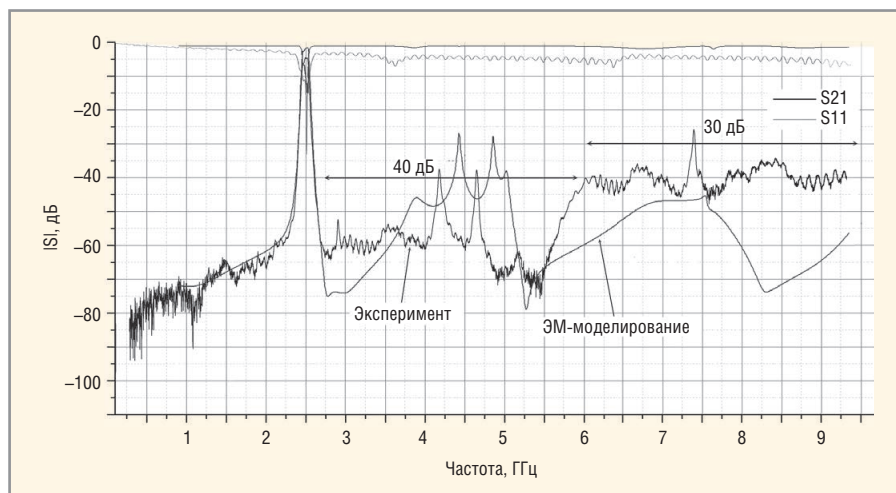
2. Cohn S.B. Parallel-Coupled Transmission-Line Resonator Filters. IRE Trans. Microw. Theory Tech. 1958. Vol. 6, № 2. P. 223–231.

3. Kuo J.T. and Jiang M. Suppression of Spurious Resonance for Microstrip Band Pass Filters Via Substrate Suppression. Asia-Pacific Microwave Conf. Kyoto, Japan. 2002. P. 497–500.

4. Микрополосковые фильтры шпилечного типа для криогенных высокочувствительных систем измерений / Б.И. Иванов, Д. Н. Клименко // Научный вестник НГТУ. 2011. № 4 (45). С. 155–160.

5. Narrow Bandpass Cryogenic Filter for Microwave Measurements / B.I. Ivanov, D.N. Klimenko, E. Il'ichev, A.N. Sultanov, H. Meyer // Review of Scientific Instruments. – Rev. Sci. Instrum. 84. 054707 (2013). ©

Рис. 3. S-параметры полосно-пропускающего фильтра шпилечного типа при комнатной температуре





Программируемые аналоговые микросхемы:

весь спектр электроники на одном кристалле!



ОФИЦИАЛЬНЫЙ ПОСТАВЩИК ПРОДУКЦИИ ANADIGM

АКТИВНЫЙ КОМПОНЕНТ ВАШЕГО БИЗНЕСА

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



Новости мира News of the World Новости мира

IBM превратит чипы в кремниевую пыль

Концепция самоликвидации чипов (например, в назначенный срок или радиокомандой) по понятным причинам становится востребованной в современных сражениях. В разработку военной микроэлектроники вкладываются значительные ресурсы, и крайне нежелательно, чтобы «умная» аппаратура досталась инженерам противника.

Военное агентство передовых исследований США (DARPA) выделило \$8,1 млн на соответствующий проект Vanishing Programmable Resources, который защитит хайтековские наработки от реверс-инжиниринга:

- IBM изобретает схему разрушения полупроводникового чипа через механическое воздействие стекланной прослойки;
- Херох придумывает «напряжённые» конструкции, уничтожающиеся по электрическому сигналу;
- Honeywell трудится над материалами для чипов, которые будут разлагаться через заданное время естественным путём.

www.pcweek.ru

Анализатор цепей серии ENA, оптимизированный для тестирования ВЧ-компонентов

Компания Agilent Technologies Inc. представила новый недорогой анализатор цепей E5063A серии ENA, предназначенный для проведения испытаний в процессе производства.



Анализатор E5063A обеспечивает оптимальное сочетание характеристик и функциональных возможностей для тестирования простых пассивных ВЧ-компонентов, таких как антенны сотовых телефонов и базовых станций сотовой связи, ВЧ-кабели и фильтры. Кроме того, он может использоваться в процессе исследований и разработок для определения параметров пассивных ВЧ-устройств и диэлектриков.

Анализатор E5063A обеспечивает наилучшее соотношение цены и производительности. Он имеет отличные ВЧ-характеристики,

включая низкий уровень зашумлённости графика (0,002 дБ среднеквадратичного значения) и высокую температурную стабильность (0,005 дБ/°С), что помогает сократить затраты на тестирование без ущерба качеству продукции.

Использование анализатора E5063A совместно с коаксиальным коммутатором с шиной USB U1810B даёт возможность создать экономичное испытательное решение для тестирования нескольких устройств одновременно, которое позволяет с помощью одного прибора измерять характеристики сразу четырёх антенн, что также способствует снижению расходов на испытания.

Благодаря широким возможностям по калибровке и анализу данных, включая функцию моделирования влияния тестовой оснастки, анализатор E5063A обеспечивает высокую производительность измерений, сопоставимую со ставшим отраслевым стандартом анализатором цепей Agilent E5071C серии ENA.

В сочетании с комплектом диэлектрического пробника 85070E анализатор E5063A представляет собой недорогое решение для определения характеристик диэлектриков, что идеально подходит для лабораторий по исследованию новых материалов с ограниченным бюджетом.

Дополнительную информацию об анализаторе цепей Agilent E5063A серии ENA можно найти на странице www.agilent.com/find/e5063a.

www.agilent.ru

«Микрон» – серийное производство ИМС по 65-нм технологии уже в 2014 году

ОАО «НИИМЭ и Микрон», один из крупнейших производителей и экспортёров микросхем и RFID-продукции в Восточной Европе и СНГ, входящий в отраслевой холдинг ОАО «РТИ», завершил разработку собственной технологии создания интегральных схем по топологии 65 нм и планирует в 2014 году начать их серийное производство на своём заводе в Зеленограде.

Разработка 65-нм технологии, занявшая около двух лет, успешно завершилась в декабре 2013 года: были получены первые работающие тестовые кристаллы. Исследования показали, что транзисторы в новых кристаллах работают в 1,5 раза быстрее, чем выполненные по уже освоенной в производстве 90-нм технологии, при одновременном снижении потребляемой энергии более чем в 2 раза.

В технологическом процессе использовалась ультрафиолетовая фотолитография с длиной волны излучений 193 нм, которая применяется для серийного производства 90-нм чипов. Для получения транзисторов по топологии 65 нм специалистами «Микрона» были разработаны специальные алгоритмы внесения оптической коррекции фотолитографии, проведена оптимизация плазмохимических процессов, химико-механической обработки, ионной имплантации, операций термического окисления, а также разработаны модели работы транзисторов и других элементов. После завершения разработки правил проектирования (PDK) и описания экспериментальных моделей работы всех элементов, предназначенных для оптимизации процесса проектирования, они будут переданы российским дизайн-центрам.

Процесс производства по технологии 65-нм совместим с основной инфраструктурой и оборудованием существующей линии по производству интегральных схем на пластинах диаметром 200 мм. Завершив в апреле 2014 года установку дополнительного технологического и контрольно-измерительного оборудования и проведя сертификацию 65-нм процесса, «Микрон» сможет приступить к серийному производству микросхем по принципиально новым для России технологиям.

«В рамках нашей технологии разработчикам будут доступны три типа транзисторов ядра с различным соотношением производительности и энергопотребления, что даст им широкие возможности и гибкость в проектировании интегральных схем, — отметил заместитель генерального директора ОАО «НИИМЭ и Микрон» по научной работе Николай Шелепин. — С открытием серийного производства на «Микроне» наши дизайн-центры, разрабатывающие элементную базу по топологии 65 нм, смогут перенести её производство из стран ЮВА на территорию России».

Первое изделие по 65-нм технологии планируется запустить в производство уже в апреле 2014 года. Это будет универсальная память ОЗУ ёмкостью 16 Мб (100 млн транзисторов), используемая в различных вычислительных системах. В дальнейшем планируется освоить в серийном производстве другие логические и аналогово-цифровые полупроводниковые приборы, в том числе с встроенной памятью: процессоры и микропроцессоры, ЦАП/АЦП, программируемая матричная логика и др.

www.mikron.ru

VIII МЕЖДУНАРОДНЫЙ НАВИГАЦИОННЫЙ ФОРУМ

WWW.GLONASS-FORUM.RU



23-24 апреля 2014

Тематика:

- Состояние и перспективы развития системы ГЛОНАСС и зарубежных навигационных спутниковых систем
- Основные тенденции развития российского рынка навигационных услуг и оборудования
- Практический опыт использования технологий спутниковой навигации в различных отраслях российской экономики
- Навигационные технологии в интеллектуальных транспортных системах
- Информационно-навигационные услуги, системы и оборудование для массового рынка
- Навигационные технологии на пассажирском транспорте
- Навигационное и навигационно – связанное оборудование ведущих российских и зарубежных производителей
- Геоинформационные системы различного применения



РЕГИСТРАЦИЯ: +7(495) 66 324 66; OFFICE@PROCONF.RU

Россия, Москва,
ЦВК «Экспоцентр»

N 55°44.984' E 37°32.762'

www.navitech-expo.ru

МЕЖДУНАРОДНАЯ СПЕЦИАЛИЗИРОВАННАЯ ВЫСТАВКА

НАВИТЕХ

НАВИГАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ,
ТЕХНОЛОГИИ И УСЛУГИ

**23-25
апреля
2014**

12+

Реклама

Готовите
новую
продукцию?

Стартовая
площадка для
демонстрации!

Премьерные
показы мировых
разработок

Заброниро-
вать стенд
on-line



ОРГАНИЗАТОР:



Тел.: 8(499) 795-28-13
NAVITECH@EXPOCENTR.RU

ПРИ ПОДДЕРЖКЕ:



Забывтое изобретение А.С. Попова, или Первый в мире детекторный радиоприёмник

155-летию со дня рождения А.С. Попова посвящается

Владимир Бартенев (Москва)

Статья рассказывает о детекторном радиоприёмнике, изобретённом и запатентованном нашим великим соотечественником.

ВВЕДЕНИЕ

Хорошо известно, что 7 мая 1895 года Александр Степанович Попов продемонстрировал на заседании Русского физико-химического общества первый в мире действующий радиоприёмник [1]. И лишь летом 1897-го Гульельмо Маркони получил в Англии патент на аналогичное устройство. А.С. Попов первым продемонстрировал опыт радиотелеграфии, передав радиотелеграмму 24 марта 1896 года, что также произошло до патентной заявки Маркони. И наконец, радиостанции А.С. Попова применялись на морских судах ВМФ России.

Сторонники приоритета Г. Маркони считают, что 7 мая 1895 года А.С. Попов продемонстрировал не радиоприёмник, а всего лишь грозоотметчик, который был не более чем усовершенствованным прибором Лоджа. Поэтому А.С. Попов, в отличие от Г. Маркони, патент на свой приёмник не стал оформлять. В данной статье не анализируются эти аргументы, поскольку в США, например, по решению Верховного суда в 1943 году изобретателем радио признан Никола Тесла.

К сожалению, в борьбе за приоритет изобретения первого в мире радиоприёмника научная общественность, как в нашей стране, так и за рубежом, не уделила должного внимания не менее важному изобретению А.С. Попова – детекторному радиоприёмнику, на который он получил патенты в России, Англии и Франции. Более того, благодаря документу, недавно найденному в Мемориальном музее А.С. Попова в Санкт-Петербурге, выяснилось, что первый в мире детекторный приёмник был запатентован А.С. Поповым также и в Швейцарии, Испании и даже в США.

СОЗДАНИЕ ПЕРВОГО В МИРЕ ДЕТЕКТОРНОГО РАДИОПРИЁМНИКА В 1899 ГОДУ

Сравнивая первые радиоприёмники А.С. Попова и Г. Маркони, можно заметить, что их сходство, прежде всего, заключается в том, что индикация принимаемых сигналов производилась на слух, по звукам электромагнитного ударника, встряхивающего металлические опилки в когерере Бранли. И в том, и в другом случае включение электромагнита ударника осуществлялось чувствительным реле. А.С. Попов использовал реле и для приведения в действие самописца, который регистрировал принимаемые сигналы на бумаге, и в грозоотметчике в 1895 году, и в телеграфном аппарате, когда в 1896 году впервые в мире была передана радиотелеграмма «Генрих Герц».

Но настоящий прорыв в увеличении дальности радиосвязи был связан с применением электромагнитных телефонных трубок. Впервые идея воспользоваться наушником от телефона пришла сотрудникам, работавшим с А.С. Поповым, – П.Н. Рыбкину и Д.С. Троицкому – во время проверки радиоприёмной аппаратуры. Пётр Николаевич Рыбкин так описывает это событие [2]: «Последние дни перед отъездом Александра Степановича были посвящены разработке с ним программы наших летних опытов. Инструкция, которую он оставил, гласила – Испытание трубок с новыми опилками...». Однако новый когерер в этих испытаниях не срабатывал, и тогда вместо реле подключили наушники, в которых были услышаны передаваемые сигналы.

П.Н. Рыбкин констатирует, что после приёма сигналов на телефоны «...было установлено новое свойство

чувствительной трубки, построенной А.С. Поповым. ...чувствительность нового способа приёма вскоре получила новое подтверждение. 11 июня 1899 года были приняты сигналы на расстоянии 38 км...». После этого П.Н. Рыбкин решил немедленно известить Попова телеграммой: «Открыто новое свойство когерера».

Срочно вернувшись из командировки, А.С. Попов продолжил изучение эффекта детекторного действия когерера с металлическим окисленным порошком, позволившем отказаться от встряхиваемой молоточком трубки Бранли. Им было проведено множество опытов с различными типами радиокондукторов (так А.С. Попов стал называть когерер без встряхивания). Им самим даётся такое описание радиокондуктора [1]: «Для передачи на большие расстояния я употребляю «радиокондуктор», состоящий из стеклянной трубки, внутри которой приклеены две ленточки из платины, на которых находятся крупинки стали, обладающие многочисленными участками с окисленной поверхностью. Трубка хорошо просушенная, закрывается герметически... Я показал, с той же целью, что можно комбинировать микрофонный уголь с разными металлами. Простые электроды из металла или графита с металлическими стержнями, иглами и т.д. позволяют воспроизвести это интересное явление».

Именно такого типа радиокондуктор был установлен в радиоприёмниках А.С. Попова, применявшихся в операции по спасению броненосца «Генерал-адмирал Апраксин», который наскочил на скалы вблизи о. Гогланд в Финском заливе. Когда Николай II узнал об аварии броненосца, он распорядился: «Главному морскому штабу разработать к весне 1900 года проект соединения главнейших пунктов южного берега Финского залива телеграфной линией между Кронштадтом и Ревелем». Из предписания понятно,

что телеграфный кабель можно было проложить только весной, но к тому времени броненосец был бы раздавлен льдами. Единственным выходом было применение беспроводного телеграфа. К этому времени А.С. Попов уже располагал усовершенствованной радиоаппаратурой с телефонными трубками и новым радио-кондуктором.

В 1899 году французская фирма «E. Dukretet – Paris» изготовила три комплекта радиостанций конструкции А.С. Попова. Несмотря на большое расстояние (47 км) для передачи радиосообщений в спасательной операции, А.С. Попов приступает к решению поставленной перед ним задачи. Уже 25 января 1900 года с о. Гогланд была послана на Котку (о. Кутсало) первая радиотелеграмма. Обмен радиотелеграфными сообщениями продолжался до апреля 1900 года, когда броненосец «Генерал-адмирал Апраксин» был снят со скал. Всего было передано 440 радиотелеграмм. Используемая в спасательной операции радиоаппаратура, изобретенная А.С. Поповым, доказала свою надежность в сложнейших зимних условиях. За это советом Электротехнического института А.С. Попов был удостоен звания «почётного инженера-электрика», получил высочайшую благодарность и вознаграждение от Морского министерства.

Первый детекторный радиоприёмник Попова, на который он получил патенты в России, Англии и Франции (см. рис. 1), был награждён золотой медалью на Всемирной выставке в Париже в 1900 году. У английского патента № 2797, выданного 25 февраля 1900 года, было уточняющее название: "Improvements in Cohere-ers for

Telephonic and Telegraphic Signalling". Русский патент (привилегия № 6066) имел более общее название: «Приёмник депеш, посылаемых с помощью электромагнитных волн» [3].

ПАТЕНТ А.С. ПОПОВА НА ДЕТЕКТОРНЫЙ ПРИЁМНИК В США

К сожалению, как в отечественной, так и зарубежной литературе по истории радио имеются ссылки только на патенты в России, Англии и Франции. И вот недавно на заседании исторической комиссии при РНТОРЭС им. А.С. Попова, в работе которой автор принимал участие, директором Санкт-Петербургского Мемориального музея А.С. Попова, Ларисой Игоревной Золотинкиной было сделано сенсационное сообщение. При переводе с французского языка писем Э. Дюкрете, полученных А.С. Поповым, выяснилось, что французский коллега запатентовал изобретение А.С. Попова с когерером, не требующим встряхивания, в США, Испании и Швейцарии. В недавно вышедшей книге «История отечественных средств связи» [4] приведены номера этих патентов с переводами названий: в Швейцарии – № 21905 на «Приёмник для телеграфии без проводов», выдан 9 апреля 1900 года; в США – № 722139 на «Самодекорирующуюся когерерную систему», заявлен 8 марта 1900 года, выдан 8 марта 1903 года; патент Испании № 25816 был выдан 11 апреля 1900 года.

Особый интерес вызывает американский патент А.С. Попова, на который нигде и никогда не было ссылок. По номеру патента удалось отыскать его описание. Оригинальное название патента "SELF-DECOHERING COHERER SYSTEM". При этом декогерировующий



Рис. 1. Российский патент А.С. Попова на телефонный приёмник депеш (1900 г.)

прибор (в нашем понимании, детектирующий прибор), подробно описанный в патенте, назван А.С. Поповым радио-кондуктором (radioconductor), как и в российском патенте.

Патент был заявлен в 1900 году, а получен в 1903 году, но поскольку действие патента в США начинается с момента его выдачи, то можно считать, что американскому патенту А.С. Попова исполнилось немногим более 110 лет. В связи с этим следует подчеркнуть, что детекторный приёмник А.С. Попова может считаться первым в мире, так как был запатентован в США раньше детекторных приёмников Г. Данвуди (Dunwoody H.H.C. "Carborundum Detector" U.S. patent 837616, March 23, 1906), Г. Пикарда (Greenleaf Whittier Pickard "Means for receiving intelligence communicated

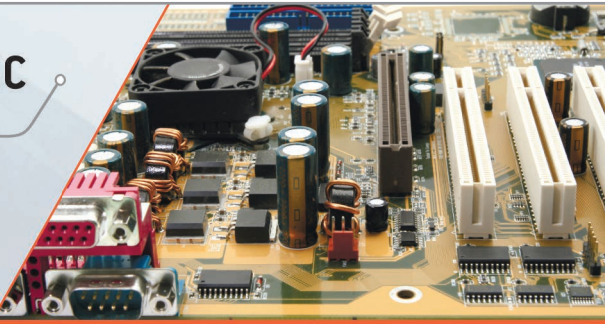


КОМПАС ЭЛЕКТРОНИКС

ВАШ ПРОВОДНИК В МИРЕ ПРОИЗВОДСТВА

- РАЗРАБОТКА ДИЗАЙНА ЭЛЕКТРОННОГО ИЗДЕЛИЯ;
- ПОСТАВКА ПЕЧАТНЫХ ПЛАТ ЛЮБОЙ СТЕПЕНИ СЛОЖНОСТИ;
- ПОСТАВКА КОМПЛЕКТУЮЩИХ;
- ИЗГОТОВЛЕНИЕ ЖГУТОВ ПРОВОДОВ;
- МОНТАЖ ПЕЧАТНЫХ ПЛАТ;

- КОРПУСНАЯ СБОРКА БЛОКОВ И ШКАФОВ;
- РАЗРАБОТКА ТОПОЛОГИИ ПЕЧАТНЫХ ПЛАТ;
- ЗАЛИВКА И ГЕРМЕТИЗАЦИЯ ИЗДЕЛИЙ;
- ВНУТРИСХЕМНОЕ ТЕСТИРОВАНИЕ И ПРОГРАММИРОВАНИЕ;
- ЕДИНИЧНЫЕ ОБРАЗЦЫ И СЕРИЙНОЕ ПРОИЗВОДСТВО



Юридический и почтовый адрес:
125565, г. Москва,
Ленинградское шоссе, д. 92А
Тел.: +7 (495) 228-47-85
info@kompas-electronics.ru

Адрес производства:
119619, г. Москва,
ул. Производственная, д. 6, стр. 35
Тел.: +7 (495) 435-37-83
www.kompas-electronics.ru

Реклама

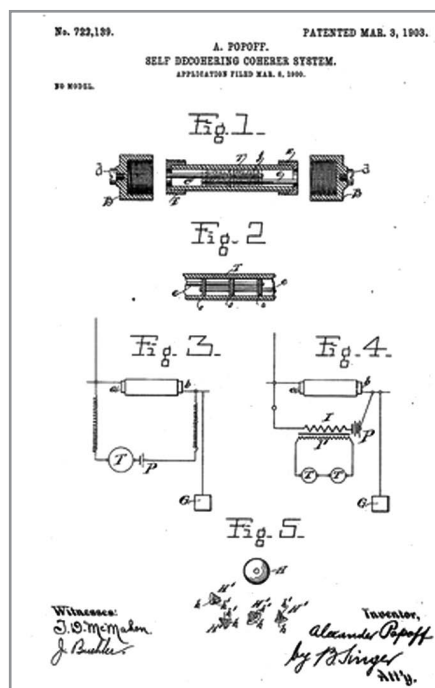


Рис. 2. Фото из американского патента А.С. Попова (фамилия Poroff)

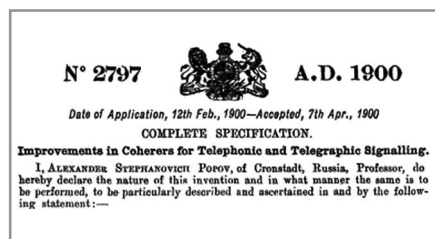


Рис. 3. Начало описания английского патента А.С. Попова (фамилия Porov)

by electric waves" U.S. Patent 836,531, 1906) и индийского учёного Д. Боше, который в 1904 году получил патент США с названием "Detector for electrical disturbances" (заявка от 1901 года). Д. Боше не смог отказаться от термина «когерер» и поставил его в один ряд с детектором: "This invention has reference to *detectors* and so-called *coherers* for the reception of electrical disturbances, Hertzian waves...". Тем не менее, именно Боше ввёл в обиход слово «детектор».

Важно отметить, что американцы, говоря о первенстве своих соотечественников Г. Пикарда и Г. Данвуди в изобретении детекторных приёмников, совершенно забыли о А.С. Попове и его запатентованном в США детекторном приёмнике. На рисунке 2 представлено фото из американского патента А.С. Попова. Обратите внимание на две схемы приёмника, заявленные А.С. Поповым. Первая – с радиокондуктором, подключённым к наушнику последовательно с батареей, вторая – с наушником, подключённым к вторич-

ной обмотке согласующего трансформатора (сам он называет его индукционной бобиной), первичная обмотка которого включена в цепь радиокондуктора. А.С. Попов отмечает: «В этом случае звуки слышатся в телефоне громче и отчётливее, нежели в отсутствии индукционной бобины, обычно употребляемой в микротелефонных станциях».

Как видно из рисунка 2, при оформлении патента французом Э. Дюкрете фамилия А.С. Попова была написана как Poroff, в то время как в английском патенте, оформленном самим А.С. Поповым, указана фамилия Porov (см. рис. 3). Возможно, это и явилось причиной, по которой его американский патент оказался забыт.

Часто задают вопрос: если первыми приём на слух осуществили П.Н. Рыбкин и Д.С. Троицкий, почему их не считают изобретателями детекторного приёмника? Для ответа на этот вопрос следует обратиться к описанию русского патента, составленного самим А.С. Поповым. В самом начале он пишет: «Основанием для устройства нового приёмника депеш, посланных по системе Морзе с помощью электромагнитных волн, служит вновь открытое свойство когерера... употребление телефона уже применялось для изучения электрических колебаний». И, наконец, о новом свойстве когерера: «Это новое свойство случайно обнаружено с трубкой (имеется в виду когерер – прим. автора), мной изобретённой для телеграфа без проводников, моими непосредственными помощниками – ассистентом Минного класса П.Н. Рыбкиным и капитаном Д.С. Троицким во время опытов, проводимых в Кронштадте в начале июня сего года». Таким образом, новый тип когерера или радиокондуктора (т.е. детектора), который и составляет предмет всех патентов А.С. Попова в разных странах, был предложен лично им.

А.С. Попов поручил своим помощникам провести испытания нового когерера в начале июня 1899 года, а сам отправился в командировку за границу. Помощники в качестве измерительного прибора выбрали наушник от телефона, который и раньше использовался в опытах Минного класса, по утверждению А.С. Попова. Но в данном случае телефон помог им открыть положительный эффект от применения нового когерера, не требующего встряхивания. А.С. Попов,

получив телеграмму от П.Н. Рыбкина, срочно возвратился из командировки и уже в начале июля 1899 года (через месяц) направил документы с прошением на выдачу патента на своё изобретение. Таким образом, А.С. Попов изобрёл новый тип когерера (детектора), который в силу своих новых свойств позволил осуществлять приём сигнала на слух с помощью телефона, и именно поэтому в качестве свидетелей в описании американского патента А.С. Попова фигурируют П.Н. Рыбкин и Д.С. Троицкий.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Можно надеяться, что предание гласности американского патента нашего соотечественника А.С. Попова законным путём расширит область приоритетов в истории радиотехники нашей страны. И как бы ни назывался детектор – трубка Бранли, когерер Лоджа, радиокондуктор Попова, ртутный когерер Маркони и даже двухэлектродная лампа Флеминга, все эти приборы в современном понимании являются детектирующими устройствами. С исторической точки зрения следует их различать по свойствам и времени появления. В этом ряду – твёрдотельные «карборунд» Г. Данвуди и «кошачий ус» Г. Пикарда, и даже детектор Д. Боше не опережают детектирующий радиокондуктор А.С. Попова.

Именно поэтому Александра Степановича Попова можно по праву считать изобретателем первого в мире детекторного приёмника, в котором окисные плёнки в контакте с платиной определяли детектирующие свойства радиокондуктора, а принятый сигнал регистрировался с помощью телефонов.

ЛИТЕРАТУРА

1. А.С. Попов в характеристиках и воспоминаниях современников. Академия наук СССР. 1958.
2. Рыбкин П.Н. Десять лет с изобретателем радио. Связьиздат. 1945.
3. Бартенев В.Г. 110 лет детекторному приёмнику. Современная электроника. № 4. 2010.
4. Быстров Ю.А., Золотинкина Л.И. Санкт-Петербургский государственный электротехнический университет «ЛЭТИ» – первая научно-образовательная школа электроники России. «История отечественной электроники», т. 2. М.: ЗАО Издательский дом «Столичная энциклопедия». 2012. С. 529–548.



Лидер в области разработки и производства высоковольтных реле и контакторов



Вакуумные реле



Газонаполненные реле



Герконовые реле



Контакторы

«Встраиваемые технологии 2014. Современные программные и аппаратные решения»

16 апреля 2014 года в Москве, в гостинице Рэдиссон САС Славянская пройдет VII Ежегодная конференция «Встраиваемые технологии 2014. Современные программные и аппаратные решения». Конференция собирает более 400 гостей и 20 партнёров и является крупнейшим в России и СНГ мероприятием по программным решениям для рынка встраиваемых систем.

Конференция посвящена тематике производства современных интеллектуальных устройств и решений. Анализ аудитории ранее проведённых конференций показал, что большинство посетителей занимаются разработкой и производством компьютерного оборудования и комплексных решений. Затем следуют разработчики программного обеспечения и системные интеграторы.

Помимо операционных систем, мероприятие охватывает новейшие аппаратные решения от ведущих мировых и российских производителей, современные средства разработки приложений, ПО для аналитики, «облачные» решения, решения для защиты информации и управления устройствами.

В программе конференции заявлены следующие темы:

- Мировые тенденции развития электроники. Технологии Microsoft для

производителей интеллектуальных устройств.

- Встраиваемые решения и технологии компании Intel.
- Интеллектуальные системы – новые возможности для производителей.
- Обновлённая линейка продуктов Windows Embedded. Решения российских партнёров.
- Windows Embedded 8.1 Industry – новый игрок на рынке встраиваемых систем.
- WanPulse – решение для централизованного управления Embedded устройствами.
- Windows Embedded Compact 2013 – новые горизонты для разработчиков.
- Продукты Texas Instruments для рынка встраиваемых устройств.

В рамках конференции запланировано проведение выставки решений российских и зарубежных партнёров на базе встраиваемых технологий Microsoft и других производителей. Традицион-



но активное участие в работе конференции примут, как ожидается, компании Microsoft, Intel, Texas Instruments, IPC2U, «Кварта Технологии», Advantech, «РТСофт», «Ниешпанц» и др.

В этом году в рамках конференции будет организован практический мастер-класс, на котором любой желающий сможет оценить возможности ОС Windows Embedded под руководством наших специалистов.

Организатором конференции выступает компания «Кварта Технологии» – авторизованный дистрибьютор и тренинг-партнёр Microsoft Windows Embedded на территории России и СНГ.

Спонсоры конференции: Microsoft, Intel, WanPulse, AOpen, Симметрон.

Освещают мероприятие более 70 информационных источников.

Участие в конференции бесплатное при условии предварительной регистрации.

www.embeddedday.ru



16 апреля 2014
Москва, Рэдиссон Славянская
Площадь Европы, д.2



Генеральный партнер конференции



Организатор: Кварта Технологии
www.quarta-embedded.ru

© Владелец товарного знака Microsoft, зарегистрированного на территории США и/или других странах, и владельцем авторских прав на его дизайн является корпорация Microsoft






VII Ежегодная конференция
«Встраиваемые технологии 2014. Современные программные и аппаратные решения»

www.embeddedday.ru

ЭкспоЭлектроника: олимпийские достижения

15 апреля 2014 года в Москве в МВЦ «Крокус Экспо» начнут свою работу 17-я Международная выставка «ЭкспоЭлектроника», 12-я Международная выставка «ЭлектронТехЭкспо» и 4-я Международная выставка «LEDTechExpo». Организаторы этих мероприятий – ООО «ПРИМЭКСПО» и Группа компаний ITE – приглашают специалистов посетить выставки и принять участие в деловой программе.

Выставка «ЭкспоЭлектроника 2014» пройдет в павильоне 1 в зале 3.

Более 330 компаний из 20 стран мира представят полупроводниковые устройства, электромеханические компоненты и технологии соединений, встроенные системы, дисплеи и источники питания, печатные платы и другие модули для монтажа, пассивные компоненты, оборудование и программное обеспечение (тестирование измерений), узлы и подсистемы, встраиваемые и бортовые соединения. Специалисты компаний-экспонентов квалифицированно проконсультируют по теме автоматизации управления предприятием, расскажут об информационных технологиях в промышленности, гибридных технологиях, нанотехнологиях для предприятий радиоэлектроники и приборостроения. Посетители выставок смогут получить исчерпывающие ответы по вопросам микроэлектроники и применения предложенных компонентов и модулей в кабельной промышленности, электроэнергетике и ВПК, металлургии и нефтегазовой промышленности, отрасли автомобилестроения, авиа- и аэрокосмического строения, транспорта и железнодорожной отрасли, фотовольтаики, телекоммуникации и связи, медицины. Особое внимание будет уделено работе НИИ и проблематике образовательных учреждений.

Впервые в выставке примут участие такие компании, как: Авив Групп, Альтелион, Вектор, Дана-НН, ДипКом, Завод электрохимических преобразователей, Интеграл СПб, Лазерформ, ИЗАГРИ, МостНИК-ЗИРАСТ, КОДО, Sages электроникс, Тронитек, ЕврОлюкс Групп, НТЦ Модуль, Руссервис, Руднев-Шилев, Светодиодные решения, Промтехкомплект, Селифонтово КФХ, Центр Перспективных Технологий и Аппаратуры, ЭМСИ, группа компаний Этимарк, Воздушные фильтры М, Юста, МФарм, Фортэкс, ОЭЗ «Зеленоград»,

Stockmeier Urethanes GmbH, Cosmo Ferrites, Bethlux Electronics Co., Reliance Technology Development, Kyocera, Rohm Semiconductor, Chipital Ltd., EA Elektro-Automatik GmbH & Co.KG, Tommy-Invest Elektronik KFT, MLB Electronics Ltd.

В рамках объединённой экспозиции Департамента радиоэлектронной промышленности и ГК «Ростехнологии» будут представлены более 60 российских предприятий – производителей и разработчиков радиоэлектронной аппаратуры. На выставке также можно будет увидеть национальные стенды Китая и Тайваня, Великобритании и Русско-американской торгово-промышленной палаты.

Планируется насыщенная деловая программа:

- Рынок микроэлектроники России;
- Фотовольтаика – новый вектор развития электроники;
- Электроника в медицине.

Участники выставки порадуют посетителей многочисленными новинками, продемонстрируют новейшие разработки, а специалисты предоставят профессиональные и исчерпывающие консультации по продукции и её применению.

Компания «ГАММА Санкт-Петербург» на стенде 3D01 представит сразу несколько новинок, одна из которых – уникальная система резервного питания для терминалов «ЭРА-ГЛОНАСС» с диапазоном рабочих температур –40...+85°C от производителя VARTA Microbattery GmbH. На правах официального дистрибьютора компании Microchip Technology Inc. специалисты ГАММЫ продемонстрируют новые драйверы управления бесколлекторным двигателем постоянного тока (БДПТ, BLDC), а также микросхему MCP8024, предназначенную для применения в промышленных и автомобильных устройствах (именно это решение позволяет управлять сразу шестью N-канальными ключами, что

значительно увеличивает эффективность и сокращает себестоимость приложения). Здесь же будет анонсирована расширенная серия DSP микроконтроллеров dsPIC®. Новое семейство отличается от уже существующих dsPIC33EP семейств увеличенной до 512 кбайт программной и до 48 кбайт ОЗУ памятью, четырьмя интегрированными операционными усилителями, расширенной аналоговой периферией. Семейство PIC32MZ специально разработано для современных встраиваемых применений, где требуются высокая производительность, большой объём памяти и мощная периферия. PIC32MZ позволяет разработчикам решить такие задачи, как работа с графикой, приложения реального времени и реализация высоконадёжных систем. Особое место на экспозиции будет уделено новой серии транзисторов NXP Semiconductors N.V. и транспортным маршрутизаторам DIGI Transport WR44RR класса Enterprise.

Компания «АВИТОН» на стенде 3F02 представит источники питания от компании Mean Well для применения в медицинской аппаратуре. Приборы новой серии MSP-600 обеспечивают КПД до 89%, что позволяет им работать с полной мощностью в диапазоне температур от –40 до +50°C. Отдельная презентация будет посвящена конвертеру DAP-04, который при помощи интерфейса DALI управляет светодиодным источником питания с ШИМ-входом.

На стенде 3E36 «Завод электрохимических преобразователей» сотрудники компании предложат свои инновационные разработки: гипертеплопроводящие материалы, фильтры тонкой очистки газов, фильтрующие элементы ФЭН-С, ФЭН-ПР, ФЭН-ПА, высокоэффективные фильтры для очистки газов.

Более 110 участников «ЭлектронТех Экспо 2014» расположатся в залах 1 и 2 павильона 1.

Выставка «ЭлектронТехЭкспо» – это известные российские и международные бренды технологического оборудования и материалов для производства полупроводников, микросистемные технологии, оборудование для обработки материалов и кабелей, технологии производства печатных плат и монтажа компонентов на поверхность, технологии пайки, чистовая обработка изделий, оборудование для чистых помещений,

контрольно-измерительные системы, испытания и измерения.

Свое участие в «ЭлектронТехЭкспо» подтвердили: Абсолют Электроникс, Agilent Technologies, Pfarr Stanztechnik GmbH, Миллаб, Ай Ви Тек Электроникс, Базальт, Вилком Холдинг, Глобал Инжиниринг, Дарском, Диал, ГК «Диполь», Евроинтех, КБ «Икар», Иммертехник, Квант Минерал, КВС, Клевер Электроникс, Аргус-икс, АСК-Рентген, Ассемрус, Инженерные технологии, ТПК, Компания НТНК, Лазерформ, Лайн-тест, Ламинарные системы, Лионтех, Лекрой Рус, Лассо-центр, Мастер-тул, Мостник-Зираст, National Instruments Russia, НИЦЭВТ, Новые технологии, Нордсон EFD, ГК «ОСТЕК», Петрокоммерц, Планар, Прист, Радуга КВП, НПП, РТС Инжиниринг, Симметрон группа компаний, Синеркон, Совтест АТЕ, Спецтехоборудование, Спринг Электроникс, ТЕСТПРИБОР, Технический центр «Виндэк», Техно-Альянс Электроникс НТФ, ТСК-инжиниринг, Фармстронг, ЭлектТрейд-М, Эликс+, Элма, ЭлТех СПб, Эм Эс Эйч Техно, Этимарк группа компаний, ЮЕ-Интернейшнл и многие другие.

В рамках выставки планируется проведение более 35 технических семинаров и презентаций производителей и поставщиков оборудования и материалов для производства изделий электронной и электротехнической промышленности.

На многофункциональной демонстрационной площадке «ПРОФ-АРЕНА» состоятся мастер-классы профессионального мастерства, будут представлены действующие оснащённые классы и лаборатории, презентации успешно реализованных проектов в области подготовки кадров для радиоэлектронного комплекса России. Здесь же впервые пройдёт конкурс ручной пайки.

ГК «ОСТЕК» в зале 2 на стендах 2C02, 2B02 и 2A04 предложит решения:

- для производства радиоэлектронной аппаратуры, электронных компонентов и микросборок;
- по системному управлению качеством и планированием на предприятиях;
- для обработки и маркировки проводов;
- для изготовления жгутов и моточных изделий;
- для организации электрического контроля, испытаний и тестирования;
- для производства печатных плат, гальванических и химических покрытий;

- для оснащения рабочих мест и автоматизации складов.

В зале 1 на стенде 1A01 сотрудники компании ОСТЕК продемонстрируют новейшие технологические решения для производства трёхмерных схем на пластике и новые разработки в области печатной электроники – гибкие печатные электролюминесцентные и электрохромные дисплеи, солнечные батареи, антенны для различных частотных диапазонов, батарейки.

Технология 3D-MID сегодня переживает второе рождение, основанное на удовлетворении спроса по миниатюризации электроники, снижению себестоимости и повышению её функциональности за счёт использования пластиковых элементов конструкции для сборки электронных схем или организации системы соединений.

Здесь же будут представлены результаты совместного проекта с ИРЭ РАН по исследованию характеристик печатных излучателей на бумаге и полиимиде. Для этого каждый день в течение выставки планируется доклады:

- 1) о технологиях – материал посвящён сравнительному обзору методов нанесения и сушки/спекания функциональных материалов;
- 2) о потенциальной области применения изделий печатной электроники, включая системы освещения, солнечную энергетику, автоэлектронику, медицину, элементы одежды, розничную торговлю, спецтехнику;
- 3) о примерах успешной коммерциализации печатной электроники.

Впервые в выставке на стенде 2C07 (зал 2) примет участие немецкий производитель заливочной массы Stobicast Stockmeier Urethanes. Изоляционный материал для различных электротехнических и электронных компонентов подходит для производства трансформаторов, конденсаторов, сетевых фильтров, преобразователей тока и напряжения, печатных плат, а также для заливки сенсоров или LED.

Группа компаний «Диполь» на стенде 2A04 и 2A06 (зал 2) продемонстрирует:

- оборудование компании Schleuniger для качественной подготовки проводов и кабелей всех типов и автоматизации производственных процессов, связанных с подготовкой этих материалов для последующего изготовления кабельных сборок и жгутов, а также при модернизации действующих производств. Основные заказчики компании Schleuniger – пред-

приятия автомобильной, железнодорожной и промышленной отраслей;

- высокопроизводительные установщики компонентов MY200 (MYDATA, Швеция) с новыми камерами линейного сканирования и скоростными монтажными головками HYDRA 4 (ещё больше повышающими точность монтажа);
- промышленную антистатическую мебель производства VIKING, напольные покрытия, средства ESD-мониторинга, антистатические принадлежности VKG-tools.

Компания ЗАО «ЭлектТрейд-М» на стенде 1D02 (зал 1) представит технологическое оборудование для производства электронных модулей, в том числе американской компании Mapncorp.

Mapncorp является крупным производителем оборудования для поверхностного монтажа компонентов. В линейку выпускаемой компанией продукции входит широкий спектр разнообразных систем: начиная с ручных инструментов и заканчивая полностью автоматизированными станками, предназначенными для использования в поточных технологических линиях на крупносерийных производствах электроники.

В 4-й международной выставке «LEDTechExpo 2014» примет участие более 70 компаний из 10 стран мира.

Посетителям и гостям будут представлены светодиоды, а также инновационные решения в области их разработки. На стендах участников можно будет получить подробную информацию о светодиодных кластерах и сборках, источниках и системах питания и управления для светодиодов, материалах и компонентах для производства светодиодов. Специалисты покажут элементы вторичной оптики и подробнее остановятся на оборудовании для производства светодиодов. В рамках деловой программы будут рассмотрены вопросы метрологии и испытаний, оборудования. Особое внимание будет уделено методикам и стандартам. В рамках выставки пройдёт 3-я Международная конференция «Светодиоды: чипы, продукция, материалы, оборудование» при поддержке НП ПСС.

Бесплатные пригласительные билеты можно получить на сайтах –
www.expoelectronica.ru,
www.electrontechexpo.ru,
www.ledtechexpo.ru.

0+

15–17 АПРЕЛЯ | 2014

МЕСТО
ПРОВЕДЕНИЯ

**МОСКВА
КРОКУС ЭКСПО**

ПАВИЛЬОН 1, ЗАЛЫ 1, 2, 3

Реклама

**Обладатель
звания «Лучшая
выставка России»**

**по тематике «Электроника
и комплектующие»
во всех номинациях***

ВСЕ ЦВЕТ
ЭЛЕКТРОНИКИ

ufi
Approved
Event

**Е • Х • Р • О
ELECTRONICA**



**17-Я МЕЖДУНАРОДНАЯ ВЫСТАВКА
ЭЛЕКТРОННЫХ КОМПОНЕНТОВ
И КОМПЛЕКТУЮЩИХ**



* по итогам Общероссийского
рейтинга выставок 2011 - 2012 гг.
www.exporating.ru

Организаторы:



primexpo



ITE GROUP PLC

т. (812) 380 6003/07/00,

ф. (812) 380 6001,

e-mail: electron@primexpo.ru

Совместно с выставками:



electronech

**LEDTECH
EXPO**

Получите электронный билет на сайте
www.expoelectronica.ru



ЗАО «НАУЧНО-ПРОИЗВОДСТВЕННАЯ ФИРМА «ДОЛОМАНТ»

КОНТРАКТНОЕ ПРОИЗВОДСТВО ОТВЕТСТВЕННОЙ ЭЛЕКТРОНИКИ
ОБЩЕГО И СПЕЦИАЛЬНОГО НАЗНАЧЕНИЯ

ВЕРНЫМ ПУТЕМ РАЗВИТИЯ — К УСПЕХУ ЗАКАЗЧИКОВ!

Открыт дополнительный прием заявок на производство в 2014-2015 гг.



Завершен крупный этап модернизации в 2013 г.:

- ★ Умножены мощности производственной базы по всем направлениям деятельности на основе самого современного оборудования
- ★ Реализованы меры жесткого контроля качества процессов и прослеживаемость циклов производства изделий

**В 2014 г. — дополнительная линия автоматизированного монтажа
и современные программы управления производством**

Постановка на серию и серийное производство / ОКР, макеты, адаптация документации и технологий /
Тестирование, испытания, спецпроверки / Ответственное комплектование / Сервисная и технологическая поддержка

Приглашаем на наши семинары и в офисы компании (дизайн-центр, производство). Подробнее на сайте

WWW.DOLOMANT.RU / +7 (495) 739 0775