

СОВРЕМЕННАЯ ЭЛЕКТРОНИКА

WWW.SOEL.RU

4

2018

HANNOVER MESSE 2018: INDUSTRY 4.0 + ЛОГИСТИКА 4.0

СОЕДИНЕНИЯ «ШТОЙБЛИ»
ДЛЯ ТЕПЛОНОСИТЕЛЕЙ

МОДУЛЬНЫЕ СИСТЕМЫ
НА ОСНОВЕ СТАНДАРТА VPX

СОЕДИНИТЕЛИ MOLEX
ДЛЯ ЭЛЕКТРОМОБИЛЕЙ

МАЛОШУМЯЩИЕ
ВЧ-ГЕНЕРАТОРЫ НА ПАВ

МОДЕЛИРОВАНИЕ
КЛЮЧЕВЫХ ЭЛЕМЕНТОВ
БЕСПРОВОДНЫХ СИСТЕМ

и многое другое



App Store



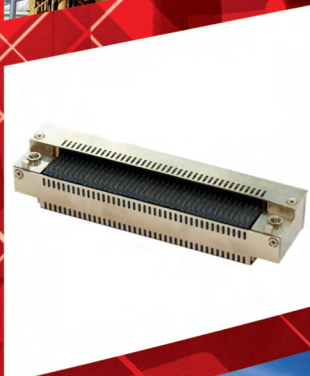
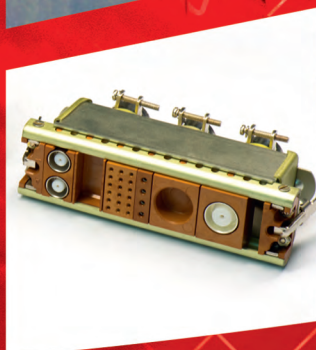
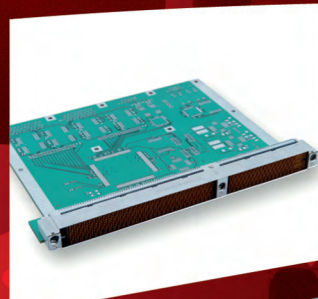
Google Play





АО «Карачевский завод «Электродеталь»

разрабатывает и производит большой ассортиментный ряд полных и функциональных аналогов импортных изделий, в том числе украинских производителей, с категорией качества "ВП" и приемкой ОТК. Внедрение новых технологий на производстве, современный подход к проектированию оснастки, использование специализированных материалов, изготовление высокоточных деталей, позволяют работать предприятию как с крупными многомиллионными партиями изделий, так и уникальным, мелкосерийным производством.



Реклама

242500, Россия,
Брянская область,
г. Карачев, ул. Горького, 1

☎ 8 (48335) 2-61-75
e-mail inbox@elektrodetal.com
www.elektrodetal.com



АКЦИОНЕРНОЕ ОБЩЕСТВО «КАРАЧЕВСКИЙ ЗАВОД «ЭЛЕКТРОДЕТАЛЬ»

ЭЛЕКТРОДЕТАЛЬ

РАЗРАБОТКА И ПРОИЗВОДСТВО ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СОЕДИНИТЕЛЕЙ

ОДНА ПЛАТФОРМА, БЕЗ ПРЕГРАД.

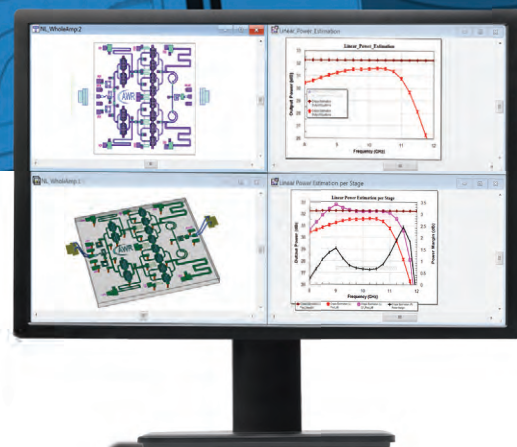
Простота гениальна

NI AWR DESIGN ENVIRONMENT

NI AWR Design Environment™ - это единая платформа, объединяющая системный, схемотехнический и электромагнитный анализ, для разработки продвинутых современных беспроводных систем: от базовых станций и мобильных телефонов до систем спутниковой связи. Интуитивно понятный пользовательский интерфейс, проверенные технологии симуляции и доступная архитектура с поддержкой сторонних решений – всё это устраняет преграды на пути к вашей успешной разработке! Проектирование стало гениально проще.



Более подробно см. на awr.com/ru



 **NATIONAL
INSTRUMENTS™**

Microwave Office | Visual System Simulator | Analog Office | AXIEM | Analyst | AntSyn

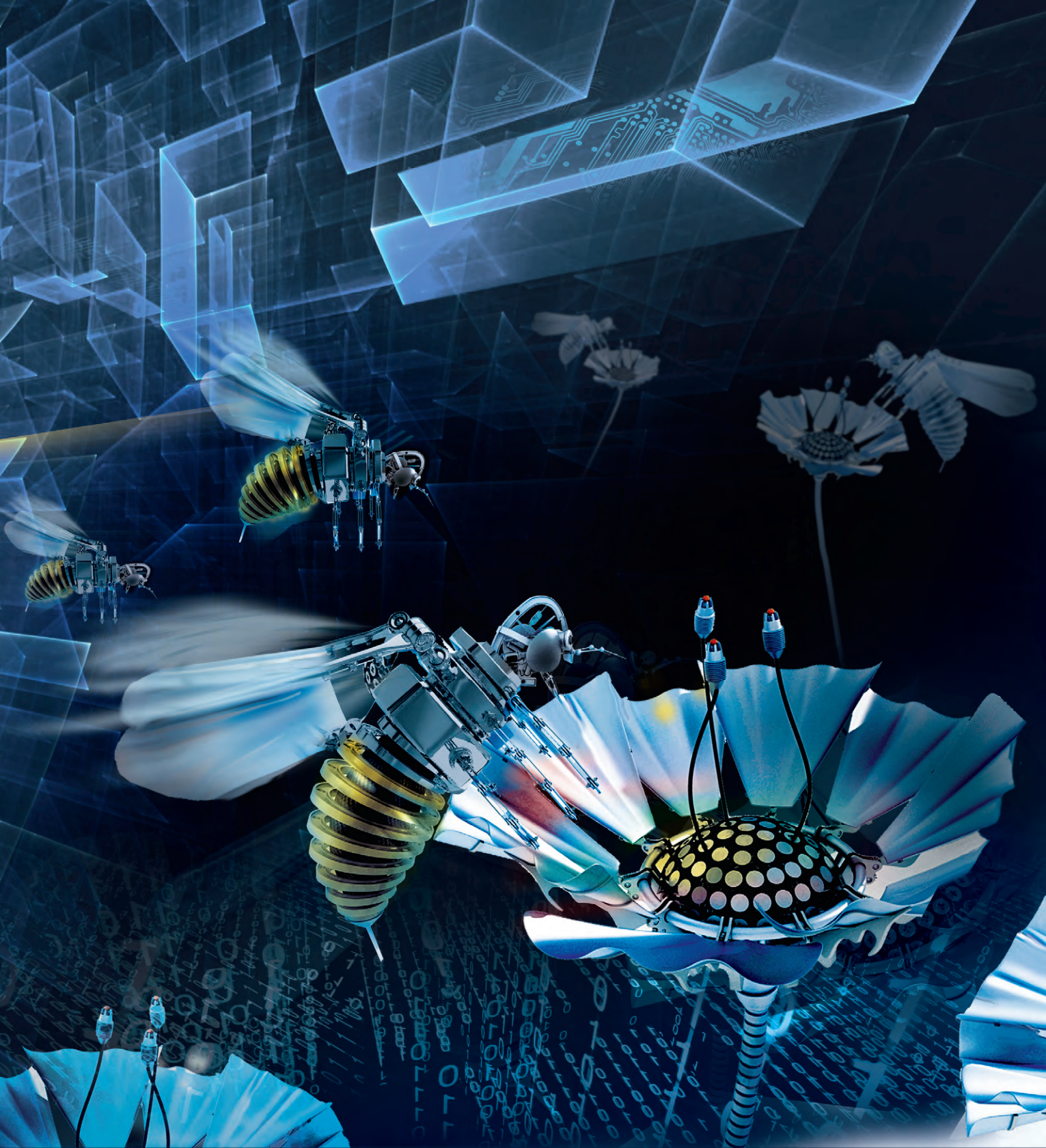
Успех —
это сумма маленьких
достижений,
повторяющихся изо дня в день



exiton-ek.ru
ЭКСИТОН

Комплексные поставки
электронных компонентов

МОСКВА: +7(495) 229-47-95  С.ПЕТЕРБУРГ: +7(812) 309-38-24  СМОЛЕНСК: +7(481) 229-91-97
БЕЛАРУСЬ (МИНСК): +375(17) 336-00-79  БЕЛАРУСЬ (ВИТЕБСК): +375(212) 238-000



В наличии более 1 100 наименований продукции



Поставка комплектующих в кратчайшие сроки



АО «Экситон» является крупным поставщиком продукции, изготавливаемой белорусскими ОАО «Интеграл», ОАО «Конструкторское бюро «Дисплей», ОАО «ВЗРД «Монолит», ОАО «ВЗЭП», ОАО «МНИПИ», УП «Завод СВТ», ОАО «Электроаппаратура и др., а также АО «НИИ Гириконд», ОАО «Смоленский завод радиодеталей», АО «Протон», ОАО «Завод «Мезон», ЗАО «Воронежский конденсаторный завод», АО «Ангстрем» и многих других.

THE ISSUE PERSON

- 4** «ALEXANDER ELECTRIC power supplies» – 20 Years on the Market
8 HARTING in the Era of Industry 4.0

MARKET

- 10** Russian Market News
16 The Automotive Industry as an Engine of Progress in Electronics. Part 1. Cars and Electronics *Sergey Volkovoy*

MODERN TECHNOLOGIES

- 20** Silicon and Gallium-Aluminum Arsenide Technology. Part 8. Design and Technological Development of Information and Computing Devices Based on 3D M M FEF Modules

Valeriy Svede-Shvets, Vladislav Svede-Shvets, Maksim Zinoviev

ELEMENTS AND COMPONENTS

- 26** Modern Hamamatsu Products and Technologies: Linear and Two-Dimensional CMOS, N-MOS and InGaAs Image Sensors
Yuriy Petropavlovskiy
34 Quick-Release Stäubli Connections for Coolant in Liquid Cooling Systems *Alexander Bekmachev, Andrey Yurikov*
38 SP388 High Speed Connectors for Modular Electronic Equipment of VPX Standard *Natalya Alexashina*
40 Molex Imperium & MAX-LOC High-Voltage/High-Current Pluggable Connection System for Vehicle Electrification *Lev Chemakin*
46 ADP1A Coaxial Adapters *Vladimir Guba, Olesya Bykova, Olga Mosina*
52 Prospects for Using Drift Step Recovery Diodes in Power Electronics
Vasily Borovikov, Yuriy Krasnikov, Ivan Krasnikov

DEVICES AND SYSTEMS

- 58** AEPS-GROUP Low-Profile Converters *Alexander Goncharov, Alexander Surkov*
62 Low-Noise High-Frequency Generators for SAW
Dmitriy Astapenko, Alexey Lozhnikov
64 Ten Fundamentals You Need to Know About Your DC Power Supply. Part 2

ENGINEERING SOLUTIONS

- 72** Logical Analyzer in One Evening. Part 2. Working with the Saleae Logic Software *Pavel Redkin*

DESIGN AND SIMULATION

- 78** Preparing for Production with Delta Design 2.5 *Sergey Popov*
82 Interactive Routing in Altium Designer. Part 2. Tracing of Differential Pairs and Groups of Circuits *Alexey Yakubenko*
88 Supply Circuit Analysis Opportunities in Altium Designer *Yuriy Legan*
94 Understanding and Correctly Predicting Critical Metrics for Wireless RF Links *Joel Kirshman*
98 Analog-to-Digital Converters with Decreasing Frequency. Part 1
Viktor Alexeev

MAN AND LAW

- 106** Technical Regulation of the Civil Turnover of Intellectual Property as the Foundation for the Growth of Russia's Innovative Economics. Part 2 *Gennady Fokin*

PAGES OF HISTORY

- 112** V.K. Lebedinsky, M.A. Bonch-Bruyevich, O.V. Losev: Scientific School, the Historical Continuity and Patriotism *Vladimir Bartenev*

EVENTS

- 118** HANNOVER MESSE 2018: Industry 4.0 + Logistics 4.0 *Olga Romanovskaya*

Журнал «Современная электроника»

Издаётся с 2004 года

Главный редактор А.А. Смирнов
Заместитель главного редактора Д.А. Карлов
Редакционная коллегия А.Е. Балакирев, В.К. Жданкин, С.А. Сорокин, А.Н. Туркин, Р.Х. Хакимов
Литературный редактор/корректор О.И. Семёнова
Вёрстка А.М. Бабийчук
Обложка Д.В. Юсим
Распространение И.С. Лобанова (info@soel.ru)
Реклама И.Е. Савина (advert@soel.ru)

Учредитель и издатель ООО «СТА-ПРЕСС»

Генеральный директор К.В. Седов

Адрес учредителя и издателя:

ул. Чертановская, д. 50, корп. 1, г. Москва, 117534

Почтовый адрес: 119313, Москва, а/я 26

Тел.: (495) 232-0087 • Факс: (495) 232-1653

info@soel.ru • www.soel.ru

Производственно-практический журнал

Выходит 9 раз в год. Тираж 10 000 экз. Цена свободная

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 г.)
Свидетельство № 00271-000 о внесении в Реестр надёжных партнёров ТПП РФ

Отпечатано: ООО «МЕДИАКОЛОР».

Адрес: Москва, Сигнальный проезд, 19, бизнес-центр Вэлдан
Тел./факс: (499) 903-6952

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. Мнение редакции не обязательно совпадает с мнением авторов. Все упомянутые в публикациях журнала наименования продукции и товарные знаки являются собственностью соответствующих владельцев.

© СТА-ПРЕСС, 2018

МОБИЛЬНОЕ ПРИЛОЖЕНИЕ «СОВРЕМЕННАЯ ЭЛЕКТРОНИКА»

можно скачать в **Google Play** в разделе «Приложения/Бизнес» (пользователям устройств на платформе Android) и в **App Store** в разделе «Бизнес» (пользователям iOS). С помощью этого приложения можно бесплатно читать с экрана номера наших журналов. К новым номерам журнала доступ в приложении платный.

ПОДПИСКА 2018

Концепция распространения журнала – **БЕСПЛАТНАЯ ПОДПИСКА ДЛЯ СПЕЦИАЛИСТОВ.**

Предусмотрена подписка на печатную или электронную версию журнала. Условие сохранения такой подписки – своевременное её продление каждый год.

ПЛАТНАЯ ПОДПИСКА С ГАРАНТИРОВАННОЙ ДОСТАВКОЙ
Преимущества:

- гарантированная доставка журнала, тогда как при бесплатной подписке редакция гарантирует только отправку, но не доставку журнала;
- подписка доступна любому желающему по всему миру.

ОФОРМЛЕНИЕ ПЛАТНОЙ ПОДПИСКИ

В любом почтовом отделении России, подписное агентство «Роспечать»:
Тел.: (495) 921-2550. Факс: (495) 785-1470
Индексы на полугодие – 46459, на год – 36280.

Подписное агентство «Урал-Пресс»:

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

Дальнее зарубежье: «МК-Периодика» • info@periodicals.ru
Тел.: +7 (495) 672-7012 • Факс: +7 (495) 306-3757

СОДЕРЖАНИЕ 4/2018

РЕКЛАМОДАТЕЛИ

AVD Systems	13, 14
CRANE	11
EREMEX (Delta Design)	79
Fastwel	97
Grayhill	77
ICAPE	15, 32
IEE	24
JTAG	37
LUMILEDS	50
Micrometals	71
National Instruments	1
RADIOTECH	43
TiePie	25
Wolfspeed	76
XLight	70
XP Power	10, 69, 110
АЕПС-ГРУПП	59
АйДиЭс	15, 83
АРБЕЛОС	68
Гириконт	6–7
ДОЛОМАНТ	51
Завод «Марс»	10, 61
Интермера	14
Карачевский завод «Электродеталь»	2-я стр. обл.
Компонента	11, 19
Магнитные приборы	75
Микроволновая Электроника	14, 15
МИКРОН	45
Морион	10
ОНИИП	63
ПЛАНАР	3-я стр. обл.
ПЛАТАН	12, 44
Радиокомплект-ВП	33
Роде и Шварц	4-я стр. обл.
СИММЕТРОН	41
Фаворит-ЭК	35
ЭКСИТОН	клапан обложки, 6–7
ЭЛЕКОНД	103

ПЕРСОНА НОМЕРА

- 4** «АЛЕКСАНДЕР ЭЛЕКТРИК источники электропитания» – 20 лет на рынке
8 HARTING в эпоху Индустрии 4.0

РЫНОК

- 10** Новости российского рынка
16 Автопром как двигатель прогресса в электронике.
Часть 1. Автомобили и электроника *Сергей Волковой*

СОВРЕМЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

- 20** Кремниевая и арсенид-галлий-алюминиевая технология.
Часть 8. Конструкторские и технологические разработки
информационно-вычислительных устройств на базе 3D М ФЭФ М
Валерий Сведе-Швец, Владислав Сведе-Швец, Максим Зиновьев

ЭЛЕМЕНТЫ И КОМПОНЕНТЫ

- 26** Современные продукты и технологии Hamamatsu: линейные и двумерные
КМОП-, N-MOP- и InGaAs-датчики изображения *Юрий Петропавловский*
34 Быстроразъёмные соединения «Штойбли» для теплоносителей
в системах жидкостного охлаждения *Александр Бекмачев, Андрей Юриков*
38 Высокоскоростные соединители SP388 для модульной РЭА
стандарта VPX *Наталья Алексахина*
40 Силовые электрические герметичные соединители Molex Imperium
и MAX-LOC для электромобилей *Лев Чемакин*
46 Коаксиальные переходы серии ADP1A *Владимир Губа, Олеся Быкова, Ольга Мосина*
52 Перспективы использования диодов с резким восстановлением
в силовой электронике *Василий Боровиков, Юрий Красников, Иван Красников*

ПРИБОРЫ И СИСТЕМЫ

- 58** Низкопрофильные преобразователи «АЕПС-ГРУПП»
Александр Гончаров, Александр Сурков
62 Малошумящие высокочастотные генераторы на ПАВ
Дмитрий Астапенко, Алексей Ложников
64 10 принципов, которые необходимо знать
при работе с источником питания постоянного тока. Часть 2

ИНЖЕНЕРНЫЕ РЕШЕНИЯ

- 72** Логический анализатор «за один вечер».
Часть 2. Работа с программой Saleae Logic *Павел Редькин*

ПРОЕКТИРОВАНИЕ И МОДЕЛИРОВАНИЕ

- 78** Подготовка к производству с помощью Delta Design 2.5 *Сергей Попов*
82 Интерактивная трассировка в среде Altium Designer.
Часть 2. Трассировка дифференциальных пар и групп цепей *Алексей Якубенко*
88 Возможности анализа цепей питания в Altium Designer *Юрий Леган*
94 Моделирование ключевых элементов беспроводных систем *Джозел Киршман*
98 Аналого-цифровые преобразователи с понижением частоты. Часть 1
Виктор Алексеев

ЧЕЛОВЕК И ЗАКОН

- 106** Техническое регулирование гражданского оборота интеллектуальной
собственности как фундамент роста инновационной экономики России.
Часть 2 *Геннадий Фокин*

СТРАНИЦЫ ИСТОРИИ

- 112** В.К. Лебединский, М.А. Бонч-Бруевич, О.В. Лосев: научная школа,
историческая преемственность и патриотизм *Владимир Бартенев*

СОБЫТИЯ

- 118** HANNOVER MESSE 2018: Industry 4.0 + Логистика 4.0 *Ольга Романовская*



«АЛЕКСАНДЕР ЭЛЕКТРИК источники электропитания» – 20 лет на рынке

На правах рекламы

В этом году предприятию «АЛЕКСАНДЕР ЭЛЕКТРИК источники электропитания» исполняется 20 лет. О компании и её успехах рассказывает научный консультант Игорь Васильевич Твердов.

ООО «АЛЕКСАНДЕР ЭЛЕКТРИК источники электропитания» (АЭИЭП) было образовано в 1998 году как специализированное предприятие по разработке и производству унифицированных модулей и блоков вторичного электропитания для бортовой и стационарной аппаратуры, авиационной и космической техники, телекоммуникационных и связных систем.

В 1998 году в компании работало всего 15 специалистов, силами которых в первый месяц были изготовлены и отгружены в курское ОКБ «Авиаавтоматика» шесть преобразователей. В настоящее время предприятие выпускает несколько сотен тысяч изделий в год по заказам более 1000 предприятий. Это свыше 2000 типоминималов модулей и блоков электропитания, модулей и дросселей фильтрации радиопомех, источников бесперебойного питания и т.д. Сейчас в коллективе АЭИЭП трудится более 450 сотрудников: это конструкторы, технологи, монтажники, регулировщики, контролёры, испытатели, рабочие и ИТР других специальностей.

В качестве научных консультантов работают дипломированные сотрудники одного из центральных институтов.

Общую динамику поступательного роста и становления предприятия крас-

норичиво отражают графики, представленные на рисунке 1.

За последние годы предприятие в несколько раз увеличило объём выпускаемой продукции. При этом качество продукции остаётся на очень высоком уровне, превышающем качество продукции конкурентов на российском рынке.

Наиболее востребованной продукцией компании являются модули класса DC/DC серий МДМ и МДМ-ЕП мощностью от 3 до 480 Вт [1, 2], предназначенные для питания электронной аппаратуры стабилизированными напряжениями от 1,5 до 80 В и рассчитанные на входные сети в диапазоне от 9 до 350 В (см. рис. 2). Модули выпускаются серийно с приёмками ОТК и «5», включены в Перечень ЭКБ. В последние годы по многим параметрам DC/DC-модули специального назначения приближаются к зарубежным по стоимости в 3–4 раза ниже.

Ещё одна востребованная линейка преобразователей – модули класса AC/DC серии МАА мощностью от 20 Вт до 2 кВт [2] для однофазных и трёхфазных сетей переменного тока, которые выпускаются серийно с приёмками ОТК и «5» (см. рис. 3). В настоящее время проводятся испытания и готовятся материалы для включения модулей МАА в Перечень ЭКБ.

Выпуск продукции ведётся по 18 техническим условиям, четыре вида изде-

лий прошли госиспытания и включены в Перечень ЭКБ. Кроме уже упомянутых модулей серий МДМ и МДМ-ЕП, предприятие выпускает также модули защиты и фильтрации серий МРМ, МРО и МРР, дроссели фильтрации серий ДФ, ДФП, ДФК и ДФПК [3].

В компанию часто обращаются потребители, которые заинтересованы в приобретении не модуля, а законченного блока питания. Для таких организаций разработан целый ряд блоков питания класса AC/DC от 50 Вт до 12 кВт на базе модулей МАА и блоков класса DC/DC от 1,5 до 3 кВт на базе модулей МДД [2].

Компанией разработан и выпускается унифицированный ряд источников бесперебойного питания (ИБП) постоянного тока в широком диапазоне мощностей от 150 до 900 Вт со временем работы от встроенных аккумуляторных батарей до 240 минут. [2].

Работы по совершенствованию ИБП ведутся непрерывно.

В настоящее время реализована возможность питания от трёхфазной сети переменного тока, модифицирован ИБП для подвижных объектов, а также разработан ИБП с микропроцессорным управлением.

Успешная работа предприятия определяется его оснащением современным производственным, технологическим и испытательным оборудованием. Это, прежде всего, оборудование для поверхностного монтажа: дозаторы паяльной пасты, вакуумные пинцеты, автоматические установщики, печи оплавления припоя, паяльные станции, а так-

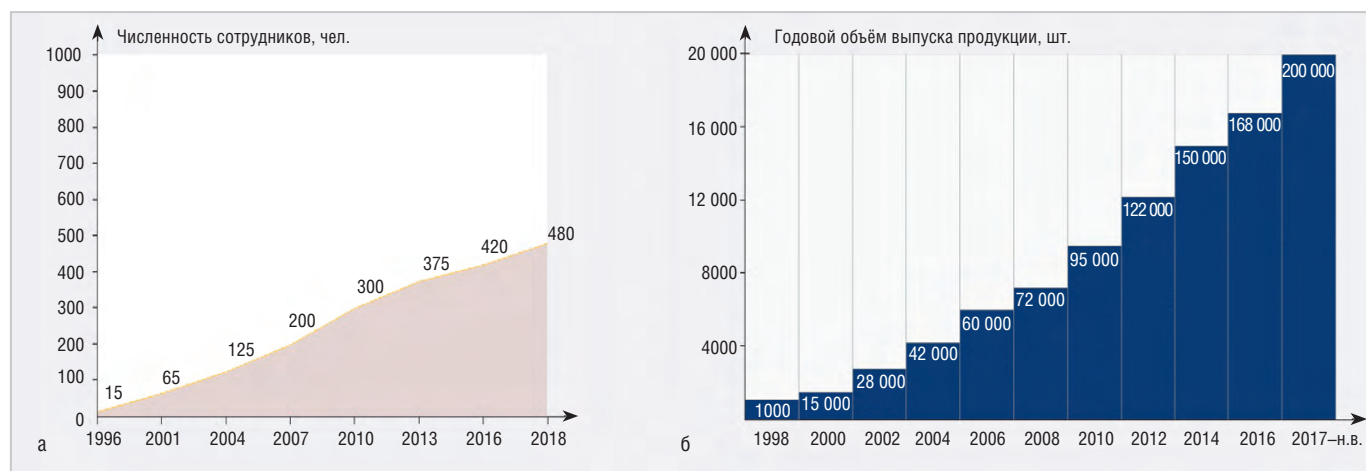


Рис. 1. Графики роста: а) числа сотрудников; б) объёма выпускаемой продукции

же система автоматической оптической инспекции, установки визуального контроля, маркировочные принтеры, антистатическое защитное оборудование, системы вентиляции и кондиционирования, термокамеры, вибростенды.

В 2017 году введён в эксплуатацию новый производственный корпус (см. рис. 4), что позволило на четверть расширить производственные площади, увеличить объём выпускаемой продукции и сократить сроки выполнения заказов. Полным ходом идёт строительство ещё одного корпуса.

Для повышения надёжности продукции в технологический процесс изготовления модулей включены операции электротермотренировки, климатических и виброиспытаний. Испытаниям подвергается 100% производимой продукции. Операция электротермотренировки проводится с использованием технологического оборудования собственных разработки и изготовления, которое позволяет осуществлять проверку работоспособности модулей питания при температуре до $+125^{\circ}\text{C}$ в нескольких режимах.

Внедрена система менеджмента качества (СМК). Активно реализуется и поддерживается отделом технического контроля и группой учёта и исследований отказов продукции программа развития СМК на соответствие требованиям ГОСТ ISO 9001-2011, ГОСТ РВ 0015-002-2012 и РДВ 319.015-2006, в рамках которых проводятся мероприятия по совершенствованию СМК.

В 2017 году специалистами СДС «Военный регистр» ЗАО «МРЕК» был проведён очередной инспекционный аудит системы менеджмента качества предприятия на соответствие установленным требованиям. В результате проверки были подтверждены ранее выданные сертификаты соответствия СМК на наличие условий, обеспечивающих выполнение гособоронзаказа.

Выбор и применение модулей электропитания только на первый взгляд кажутся простыми и не требующими особого внимания вопросами. На самом деле применение унифицированных модулей электропитания предполагает решение целого комплекса задач – электротехнических, теплофизических, конструктивных, а также касающихся ЭМС. Сотрудники АЭИЭП не оставляют потребителей наедине с этими проблемами: регулярно публикуются методики тепловых расчётов, выбора элементов фильтрации радиопомех, корректоров коэффициента мощности и т.д. [1–3].



Рис. 2. Модули 15 Вт трёх поколений:

а) МДМ (68×40×10 мм); б) МДМ-П (58×33×10 мм);
в) МДМ-ЕП (40×20×9 мм)



Рис. 3. Модули 40 Вт:

а) 1-е поколение – МАА40-СКН (107×56×17 мм);
б) 2-е поколение – МАА40-ПКМ (73×53×13 мм)



Рис. 4. Участок автоматизированного монтажа

Предприятие поддерживает сайт www.aeip.ru, на котором можно ознакомиться с новой продукцией, узнать о ближайших выставках и семинарах с участием специалистов компании.

Потребителей, не знакомых с продукцией АЭИЭП, может заинтересовать услуга тестирования: для проверки работоспособности в аппаратуре на срок до 2 месяцев бесплатно предоставляются образцы продукции.

За последние годы сотрудники предприятия опубликовали в специализированных журналах более 50 статей, получили 16 патентов, участвовали практически во всех научно-технических конференциях и форумах. На протяжении многих лет АЭИЭП является членом ассоциации «Электропитание» и принимает активное участие в дискуссиях по совершенствованию модульных источников вторичного электропитания.

По результатам многолетних научных разработок выпущен ряд публикаций: «Основные параметры и рекомендации по применению модулей МДМ», «Разработка и производство модульных преобразователей электроэнергии промышленного и специального назначения», «Подавление помех в цепях электропитания». Работа в данном направлении не прекращается, и

ежегодно готовятся к выпуску новые издания.

Специалисты компании регулярно проводят выездные научно-технические семинары на предприятиях-потребителях, где не только представляют новую продукцию, но и осуществляют технические консультации по применению серийно выпускаемой, а также отвечают на многочисленные вопросы. Семинары также проводятся на выставках, в которых АЭИЭП регулярно участвует.

В течение 20 лет работы предприятие демонстрирует устойчивую динамику роста, увеличивает объём и номенклатуру выпускаемой продукции, коллектив пополняется разработчиками, конструкторами и опытными производственниками, кроме того, организована широкая кооперация с российскими предприятиями – разработчиками современной РЭА.

ЛИТЕРАТУРА

1. Основные параметры и рекомендации по применению модулей питания МДМ, МДМ-П, МДМ-ЕП, МДМ-М. – М.: АЭИЭП, 2008. – 38 с.
2. Разработка и производство модульных преобразователей электроэнергии промышленного и специального назначения. Вып. 4. – М.: АЭИЭП, 2017. – 113 с.
3. Подавление помех в цепях электропитания. – М.: АЭИЭП, 2015. – 76 с.





А.Н. Ковш, генеральный директор «Экситон»

АО «Экситон» на протяжении 25 лет обеспечивает комплексные поставки высоконадёжной ЭКБ для удовлетворения потребностей предприятий-разработчиков и производителей радиоэлектронной аппаратуры общего, двойного и специального назначения. Система менеджмента качества распространяется на выполнение услуг по закупке, хранению и поставке продукции производственно-технического и двойного применения и соответствует требованиям ГОСТ РВ 0015-002-2012, ГОСТ ISO 9001-2011 (ISO 9001:2008) и ГОСТ Р ЕН 9120-2011.

По результатам деятельности за 2017 год АО «Экситон» удостоен звания победителя в номинации «Надёжный поставщик электронных компонентов» в рамках конкурса «Золотой чип» на выставке ChipEXPO-2017.

Компания обладает компетенциями для обеспечения информационно-технического сопровождения поставок и предоставления потребителю наиболее полной информации о поставляемой ЭКБ, о преимуществах новых разработок в сравнении с отечественными и зарубежными аналогами.



К.А. Карасёв, генеральный директор АО «Гириконд»

АО НИИ «Гириконд» — ведущее предприятие в России и СНГ по разработке и производству электронных компонентов: конденсаторов, керамических фильтров, нелинейных полупроводниковых резисторов, фотоэлектрических полупроводниковых приёмников излучения, полупроводниковых излучателей, датчиков и приборов на их основе, а также материалов для электронной техники.

Его научно-исследовательская, экспериментальная и производственная база, коллектив высококвалифицированных специалистов позволяют разрабатывать и производить изделия, отвечающие современным требованиям технического прогресса, традиционно отличающиеся высокой надёжностью и качеством.

АО НИИ «Гириконд» входит в состав холдинга «Российская электроника» и является базовым предприятием радиоэлектронного комплекса РФ в области конденсаторов и нелинейных полупроводниковых резисторов.

ПАРТНЁРСТВО НА РЕЗУЛЬТАТ!

В декабре 2017 г. АО «Экситон» (г. Смоленск) и АО НИИ «Гириконд» (г. Санкт-Петербург) заключили соглашение о партнёрстве, на основании которого «Экситон» и принимает на себя обязательства по маркетинговым исследованиям и продвижению серийных изделий и новых разработок АО НИИ «Гириконд».

Соглашение о партнёрстве достигнуто в целях повышения эффективности взаимодействия обоих предприятий в вопросах организации разработки, производства и продвижения на рынке изделий производства АО «Гириконд» с учётом накопленного АО «Экситон» опыта поставок ЭКБ для ответственных применений на предприятия радиоэлектронной промышленности РФ.

Соглашение о партнёрстве достигнуто в целях повышения эффективности взаимодействия обоих предприятий в вопросах организации разработки, производства и продвижения на рынке изделий производства АО «Гириконд» с учётом накопленного АО «Экситон» опыта поставок ЭКБ для ответственных применений на предприятия радиоэлектронной промышленности РФ.

В рамках повседневной деятельности АО «Экситон» обеспечивает потребителей необходимой технической документацией (спецификации, ТУ, руководства по применению и программированию и пр.), предоставляет в интересах потребителя и в целях оперативного проведения соответствующих опробований новых образцов в составе разрабатываемой и серийно выпускаемой аппаратуры, бесплатные экспериментальные и опытные образ-

цы разрабатываемых изделий для их исследования и своевременной выдачи заключений и, при необходимости, корректировки техпроцессов предприятия-изготовителя на этапе серийного освоения новых разработок изделий.

Дилерское соглашение распространяется на деятельность по обеспечению поставок и продвижению вновь разработанной продукции АО НИИ «Гириконд»:

- многослойные керамические чип-конденсаторы низковольтные (K10-67, K10-69в, K10-79, K10-82, K10-83);
- многослойные керамические конденсаторы высоковольтные (K15-20в, K15-33, K15-37, K15-38);
- многослойные керамические чип-конденсаторы для ВЧ-, СВЧ- и УВЧ-диапазонов частот (K10-80-1);
- многослойные керамические чип-конденсаторы для СВЧ-диапазона частот (K10-71);
- танталовые оксидно-полупроводниковые чип-конденсаторы (K53-46, K53-56, K53-56а, K53-67);
- танталовые оксидно-электролитические конденсаторы (K52-23);
- металлоплёночные полиэтилентерфталатные конденсаторы (K73-11, K73-

17, K73-216, K73-31, K73-43, K73-56, K73-57, K73-76, K73-84);

- полипропиленовые конденсаторы с ограниченным диэлектриком (K78-2а, K78-26, K78-11, K78-12, K78-53 и K78-54);
- конденсаторы на основе комбинированного диэлектрика (K75-59, K75-62);
- вариконды (KH1-8, KH1-9);
- ионисторы (K58-24);
- варисторы (BP13, BP14);
- керамические проходные помехоподавляющие конденсаторы (K10-81);
- керамические помехоподавляющие опорные конденсаторы (K10-85);
- керамические проходные помехоподавляющие фильтры (Б24, Б24-1, Б25-3, Б25-4, Б26-1,2,3, Б27, Б30);
- керамические проходные помехоподавляющие чип-фильтры (Б33);
- многослойные чип-терморезисторы;
- тонкоплёночные СВЧ-конденсаторы.

В АО «Экситон» совместно с АО «НИИ «Гириконд» разработана информационная база для сравнительного анализа конденсаторов и фильтров различных производителей, оценки взаимозаменяемости ЭКБ и оказания технической помощи потребителям в подборе соответствующих замен.



ПРОГРАММА ПОСТАВОК

Конденсаторы и фильтры

- керамические
- с оксидным диэлектриком
- конденсаторы с органическим диэлектриком
- конденсаторы с двойным электрическим слоем (ионисторы)
- конденсаторы переменные (вариконды)
- керамические помехоподавляющие фильтры
- чип-конденсаторы

Нелинейные полупроводниковые резисторы

- терморезисторы с отрицательным ТКС
- терморезисторы с положительным ТКС (позисторы)
- варисторы

Потенциометры непроволочные прецизионные

Фотоэлектрические и оптоэлектронные приборы

- фотоэлектрические полупроводниковые приёмники излучения (ФЭПП)
- фотоприёмные устройства (ФПУ)
- интерференционные покрытия
- полупроводниковые излучатели для ближней и средней ИК-области спектра

Извещатели пламени и приборы систем безопасности

Микроволновая керамика: материалы и изделия

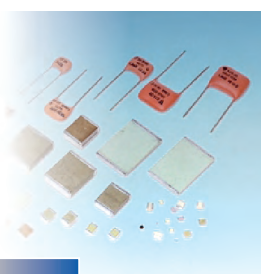
Материалы керамические конденсаторные

Эпоксидные компаунды и клеи

Толстоплёночная технология: материалы и изделия

Припойные пасты и флюсы

КОМПЛЕКСНЫЕ ПОСТАВКИ ЭЛЕКТРОННЫХ КОМПОНЕНТОВ



HARTING в эпоху Индустрии 4.0

Парадигма Индустрии 4.0 подразумевает ориентированность на потребителя и повсеместное внедрение технологий IoT и искусственного интеллекта. В условиях новой реальности компании HARTING Technology Group удаётся не только сохранять лидирующие позиции на рынке электронных компонентов, но и успешно развивать перспективные направления в области комплексных промышленных решений.

О КОМПАНИИ

Компания HARTING, основанная в 1945 году в Германии, известна, прежде всего, как один из крупнейших производителей соединителей для цифровых линий передачи данных в системах автоматизации и связи, а также ВЧ- и СВЧ-разъёмов для базовых станций мобильной связи. С момента основания HARTING была и остаётся независимым семейным предприятием. Экономическая независимость позволяет компании следовать собственной долгосрочной стратегии, основанной на этических и социальных ценностях и принципах. Благодаря этому компания не ограничена формальными мотивами и необходимостью поиска краткосрочной прибыли для акционеров. Семейные предприятия типа HARTING имеют тесные социальные и региональные связи. Результатом такого подхода является высокая лояльность и приверженность сотрудников компании, надёжность трудовых отношений и взаимное доверие. Такие же принципы традиционно используются и укрепляются при долгосрочном партнёрстве с заказчиками и поставщиками. Все эти особенности формируют основу для специальных конкурентных преимуществ по сравнению с крупными корпорациями, которые держатся на своих акционерах.

HARTING – это инновационная технологическая группа. Непрерывный глубокий анализ тенденций отрасли и рынка, разработка новых компонентов,

приложений и решений позволяет компании постоянно расширять возможности применения предлагаемых продуктов, открывает новые перспективы и дополнительные рынки. Шагая в ногу со временем, компания активно развивается в направлении миниатюризации и высокой вариативности компонентов. Наглядным примером может служить MICA – открытая модульная платформа, которая позволяет заказчикам просто, быстро и экономично реализовывать собственные проекты интегрированной индустрии, а также оптимизировать бизнес-модели.

Глобальный игрок с индивидуальным подходом

В настоящее время компания HARTING из профилированного производителя компонентов превратилась в поставщика систем и комплексных решений, объединяющих в себе программное и аппаратное обеспечение. Кроме того, компания инициировала всестороннюю цифровизацию, которая охватывает все производственные и бизнес-процессы, делая их значительно более гибкими и эффективными, что позволяет разрабатывать индивидуальные сервис-ориентированные продукты и развивать инновации при тесном взаимодействии с заказчиками. В результате проводимых преобразований создаётся добавленная ценность для заказчика при специализированном и серийном производстве.

В будущем HARTING планирует сделать производство ещё более гибким, оптимизированным под конкретные требования и более индивидуальным. Это позволит выпускать уникальные продукты в единственном экземпляре. Ключевая идея состоит в изготовлении продукции по индивидуальным требованиям, а не в условиях массового производства, поэтому тема партнёрства в промышленном секторе приобретает всё большую важность. Требования заказчиков и создаваемые вместе с ними продукты являются решающим критерием общего успеха. Вместе с заказчиками HARTING разрабатывает специальные компоненты и решения для самых различных целей и условий применения. Компания представлена во многих регионах мира и способна активно разрабатывать новые концепции и технологические инновации с учётом особенностей национальных рынков. Так, например, одним из ключевых регионов для компании является Азия. HARTING имеет подразделения в Китае, Сингапуре, Корее, Тайване, Малайзии и Японии, а также собственные производственные предприятия в городах Чжухай (Китай) и Ченнай (Индия). Работа рядом (в буквальном смысле) с заказчиками позволяет достичь понимания особенностей региона, пожеланий и специальных требований клиентов. HARTING – это глобальный игрок, который чувствует себя комфортно на самых важных растущих международных рынках.

Цифровизация и Индустрия 4.0

Цифровизация индустрии и человеческого общества в целом является необратимым процессом, который в последующие годы будет ещё стремительнее охватывать все сферы промышленности и общества. Это в полной мере проявляется в рабочих и производственных процессах, внутренней структуре компаний, профессиональной подготовке и квалификации, при взаимодействии с заказчиками, партнёрами и поставщиками. Значимый ключевой аспект Индустрии 4.0 – цифровизация цепочки добавленной ценности в вертикальном и горизонтальном направлениях. Будущий успех и конкурентоспособность компаний, а также

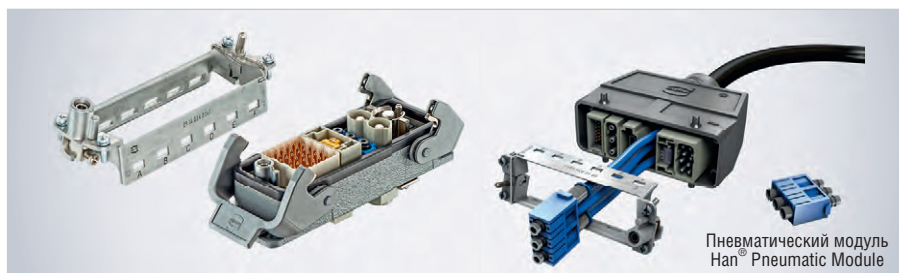


Рис. 1. Соединители Han® Modular

экономики в целом будут зависеть от успеха цифровизации. Однако цифровая трансформация сама по себе является не целью, а лишь средством для получения результатов. Решающим фактором в данном случае является ценность для заказчика. Производители, которые не делают акцента на заказчиках, легко могут их потерять.

Цифровизация всех структур и процессов в компании с соответствующей подготовкой сотрудников является фундаментальным стратегическим решением HARTING, ориентированным на достижение более высокой эффективности и гибкости. В производственных подразделениях компании активно воплощается в жизнь концепция смарт-предприятия – следовательно, понимание принципов цифровизации не остаётся только в теории, а реализуется на собственном опыте. Так, например, технология HARTING MICA применяется для отслеживания состояния машин для литья под давлением. Кроме того, на складах используются различные решения RFID. В новом Европейском логистическом центре HARTING, который планируется запустить в эксплуатацию в 2019 году, многие процессы будут полностью цифровыми.

С приходом новых технологий и цифровой эпохи заметно меняется и роль соединителей и соединительных устройств. Индустрия 4.0 способствует существенному увеличению значимости традиционного промышленного сектора. Простая и быстрая работа

с соединителями, прочность и расширенная область применения имеют очень важное значение. Модуляризация, индивидуальное исполнение и гибкость производственных процессов требуют соответствующей адаптации оборудования и систем в предельно сокращённые сроки. Например, для производства одного конкретного изделия построение новой или изменение существующей конфигурации должно быть быстрым и простым.

Эту задачу решают традиционные соединители благодаря новой функциональности. Соединители играют центральную роль при добавлении или замене модуля. Наглядным примером может служить соединитель Han® Modular (см. рис. 1). Его функции подключения и отключения, активной блокировки, визуализации и взаимодействия превращают соединитель из пассивного компонента в интеллектуальный элемент инфраструктуры. В новом пневматическом модуле Han® Pneumatic Module Metal (см. рис. 1) используются особо прочные и долговечные контакты, позволяющие выполнять не менее 10 000 циклов подключения. Данные модули удовлетворяют самым высоким требованиям к соединениям и предназначены для интенсивного применения в гибких производственных процессах.

Отдельно стоит выделить модульный корпус HARTING PushPull V4 (см. рис. 2), обеспечивающий соединение всех жизненно важных линий Индустрии 4.0:



Рис. 2. Модульный корпус HARTING PushPull V4

линий передачи данных, сигналов и электропитания. PushPull V4 – это быстрое и надёжное решение для кабельных соединений устройств, которое не требует применения инструментов

HARTING концентрируется на создании решений и применении инновационных технологий. Компания имеет многолетний опыт и обладает глобальной сетью подразделений, осуществляющих разработку, производство и продажи. В основе деятельности компании лежат три важнейших аспекта: качество, непрерывная разработка новых решений и инноваций. Лидерство на ключевых рынках и успех в условиях глобальной конкуренции обеспечиваются за счёт постоянного контакта и непосредственной близости к заказчикам, а также благодаря взаимодействию с научно-исследовательскими организациями и университетами. Стремление создавать перспективные технологии для людей, быть движущей силой технологического развития общества определяют миссию компании HARTING.



НОВОСТИ МИРА

Ожидается открытие нового склада HARTING в г. Эспелькампе

К конференции HANNOVER MESSE Preview, которая прошла в начале февраля, фирма HARTING подготовила экскурсию для международных журналистов в свой новый логистический дистрибьюторский центр (EDC) в г. Эспелькампе, строительство которого проходит в ускоренном режиме.

EDC – это самый крупный инвестиционный проект HARTING с капиталом €40 млн. Строительство нового склада призвано повысить эффективность доставки продукции HARTING: товар будет отправляться к европейским заказчикам в день размещения заказа. Многоэтажный склад, рассчитанный на 6900 паллет и 120 000 контейнеров для хранения, расположен на

участке площадью 4500 м², все операции в нём полностью автоматизированы. Большая часть перемещений товаров между залами происходит с помощью полностью автономных транспортных систем. Зона комплектации заказов занимает приблизительно 6500 м². В будущем здесь будут выполняться комплектация порядка 20 000 заказанных позиций и их упаковка в соответствии с требованиями заказчиков. 10 000 комплектов поставки на 110 грузовиках и фурах будут отгружаться из EDC для отправления воздушным или морским транспортом с целью обеспечения самых быстрых сроков поставки. Для осуществления контроля над автоматизацией перемещений товаров внутри склада используются компоненты HARTING: RFID-компоненты и вычислительная платформа MICA для анализа и записи состояния про-



цессов, а также планирования сервисного обслуживания. Ожидается, что с открытием EDC сроки поставки продукции значительно сократятся, что будет способствовать дальнейшему росту продаж и усилению позиций HARTING на европейском и мировом рынках.

Новости российского рынка

ЭЛЕМЕНТЫ И КОМПОНЕНТЫ

Новый малогабаритный рубидиевый генератор частоты РСЧ-М101

АО «Морион» (Санкт-Петербург) – ведущее предприятие России и один из мировых лидеров в области разработки и серийного производства приборов кварцевой стабилизации и селекции частоты – анонсирует последнюю разработку – малогабаритный высокостабильный рубидиевый стандарт частоты РСЧ-М101.

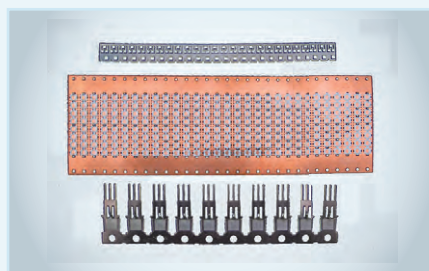


Это качественный переход на новый уровень надёжности и ещё один шаг к дальнейшей миниатюризации атомных высокостабильных стандартов частоты. Имея дизайн, сходный с известным на российском рынке рубидиевым генератором FE-5650A разработки Frequency Electronics Inc., новая разработка АО «Морион» РСЧ-М101 получила принципиально иную электронику управления, которая реализована всего на одной ПЛИС. В настоящий момент опытные образцы уже имеют метрологические характеристики, аналогичные FE-5650A. Из отличительных особенностей необходимо отметить малые габариты устройства – 57×57×35 мм, что позволяет использовать его в качестве замены большинства рубидиевых генераторов, доступных на рынке; большой диапазон доступных частот – 1...300 МГц, включая стандартные 5, 10, 15 и 20 МГц; очень низкую чувствительность к вибрациям, а также широкий диапазон напряжения питания – 5...42 В. Кратковременная нестабильность (девиация Аллана) в настоящее время составляет менее $3 \times 10^{-11}/с$, при этом имеется потенциал для её дальнейшего улучшения; долговременная нестабильность – менее $2 \times 10^{-10}/год$. РСЧ-М101 также имеет вход и выход 1 PPS, что позволяет легко осуществлять внешнюю синхронизацию, например по сигналам GPS/ГЛОНАСС. Планируемое время начала поставок – 2–3-й квартал 2018 года.

Более подробную информацию можно получить на сайте www.morion.com.ru.

Выводные рамки: движение вперёд

Создание современного высокоточного производства многвыводных рамок для сборки интегральных микросхем и полупроводниковых приборов в металлопластиковых и металlostеклянных корпусах для удовлетворения потребности российского рынка, решения задач импортозамещения и повышения экспортной составляющей продукции электронной промышленности ставит перед АО «Завод «МАРС» новые задачи, решение которых направляет движение развития предприятия в сторону внедрения инновационных технологий, что позволяет выпускать на рынок конкурентоспособную продукцию, не уступающую западным аналогам, а в большинстве случаев и превосходящую их по многим параметрам. На сегодняшний день в процессе производства выводных рамок используются такие техпроцессы, как локальное гальваническое покрытие в ленте с использованием скоростных электролитов и использование измерительного оборудования для контроля геометрических размеров.



Созданная инструментальная база из новейших станков с ЧПУ предусматривает возможность изготовления оснастки для дальнейшей сборки изделий электронной компонентной базы.

www.z-mars.ru

Тел.: (48251) 55-237

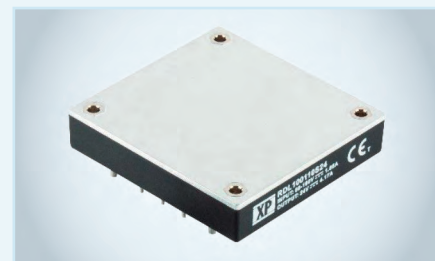
100 Вт DC/DC для аппаратуры железнодорожного транспорта с сетью питания 110 В

Компания XP Power объявила о начале поставок новой серии RDL100 DC/DC-преобразователей, которые разработаны для применения в аппаратуре железнодорожного транспорта и соответствуют требованиям стандарта EN50155 при совместном использовании с рекомендованными фильтрующими компонентами и требованиями железнодорожного стандарта EN50121-3-2 к электронному оборудованию, приме-

няемому в бортовой и стационарной аппаратуре.

Новые 100-ваттные преобразователи напряжения серии RDL100 способны работать в диапазоне входного напряжения от 60 до 160 В, что позволяет применять эти модули со стандартными аккумуляторными батареями с напряжением 110 В, которые распространены в аккумуляторных системах подвижного состава. Доступны модели со стабилизируемыми выходными напряжениями 12, 15, 24 и 48 В. Подключение осуществляется через вертикально расположенные выводы для монтажа на печатную плату. Функция регулировки выходного напряжения позволяет подстраивать его на $\pm 10\%$ от номинального значения для всех моделей. Стандартными являются также вход дистанционного включения/выключения и цепи внешней обратной связи.

Модули обладают полным комплексом защит: от пониженного входного напряжения (блокировка модуля при пониженном входном напряжении), короткого замыкания, превышения выходного напряжения и тепловой защиты. Отвод тепла от модуля осуществляется через основание корпуса, диапазон рабочих температур корпуса –40...+100°C.



КПД преобразователей напряжения серии RDL100 колеблется от 86,5 до 89% и зависит от конкретной модели. В режиме холостого хода потребляется 3 мА, за исключением модели с выходным напряжением 48 В, для которой это значение составляет 5 мА. Выполненные в пластиковых корпусах с алюминиевым основанием в форм-факторе half brick (размеры 61×57,9×12,7 мм) модули имеют угловые вставки с резьбой M3 для монтажа к шасси или радиатору.

Обеспечивается электрическая прочность основной изоляции между первичной и вторичной цепью 3000 В (постоянный ток), между первичной цепью и корпусом – 1500 В и между выходной цепью и корпусом – 500 В. Преобразователи на-

пряжения серии RDL100 соответствуют требованиям следующих стандартов: EN50121-3-2 (электромагнитная совместимость железнодорожной аппаратуры), IEC60571 (аккумуляторное оборудование железнодорожного транспорта), EN50155 (требования к электронному оборудованию, используемому в подвижном составе железных дорог), EN61373 (определяет различные уровни вибрации и силы удара для разных мест установки электрооборудования), IEC/UL60950-1 (требования электробезопасности для IT-применений).

Новая серия RDL100 является дальнейшим расширением существующего ряда DC/DC-преобразователей для железнодорожной аппаратуры: RDD08, RDC20, RDC30, RDC40, RCQ50, RCQ75, RDQ100 и RDQ150. Типичными применениями в бортовой аппаратуре подвижного состава и стационарной аппаратуре являются европейская система управления поездами (ETSA – European Train Control System), управление дверями, устройства управления безопасностью, системы радиосвязи, системы видеонаблюдения, автоматы по продаже билетов и устройства доступа, управление движением, управление электропитанием, информационные системы, наружное и внутреннее освещение.

www.prosoft.ru

Тел.: (495) 234-06-36

3 Вт DC/DC с широким диапазоном входного напряжения (4:1) для аппаратуры железнодорожного транспорта

Компания XP Power представила DC/DC-преобразователи серии RDE03, которые разработаны для применения в аппаратуре железнодорожного транспорта и соответствуют требованиям к электронному оборудованию для бортовой и стационарной аппаратуры железнодорожного транспорта стандартов EN50155 и EN50121-3-2.



3-ваттные преобразователи серии RDE03 доступны с 3 диапазонами входного напряжения, что позволяет работать с рядом стандартных батарей: от 9 до 36 В – для входной

сети 24 В; от 18 до 75 В – для входной сети 48 В; от 40 до 160 В – для сетей от 72 до 110 В.

Доступны одноканальные модели со стабилизируемыми выходными напряжениями 5, 12, 15 В и две двухканальные модели с выходными напряжениями ± 12 и ± 15 В.

Модули защищены от пониженного входного напряжения, перегрузки по току и короткого замыкания нагрузки. Отвод тепла осуществляется конвекцией, диапазон рабочих температур $-40...+105^{\circ}\text{C}$ с понижением выходной мощности при температурах выше $+80^{\circ}\text{C}$.

Преобразование напряжения осуществляется с КПД от 80 до 85%, потребляемый ток в режиме холостого хода составляет от 3 до 9 мА и зависит от модели. Корпуса модулей выполнены в формате DIP-24 с размерами 31,8×20,3×12 мм. Обеспечивается электрическая прочность усиленной изоляции между первичной и вторичной цепью 3000 В (постоянный ток).

Преобразователи напряжения серии RDE03 соответствуют требованиям следующих стандартов: EN45545-2 (противопожарная защита), EN50121-3-2 (электромагнитная совместимость железнодорожной аппаратуры), IEC60571 (аккумуляторное оборудование железнодорожного транспорта), EN50155 (требования к электронному оборудованию, используемому в подвижном составе железных дорог), EN55032 Class A (электромагнитная совместимость ITE-оборудования), EN61373 (стойкость к вибрационным и ударным воздействиям).

Новая серия RDE03 является дальнейшим расширением существующего ряда DC/DC-преобразователей для железнодорожной аппаратуры: RDD08, RDC20, RDC30, RDC40, RDF50, RCQ50, RCQ75, RDQ100 и RDQ150. Эти модули предназначены для широкого ряда железнодорожных применений с низкой потребляемой мощностью. В частности, они могут применяться в портативном оборудовании с питанием от аккумуляторов, где модули обеспечивают постоянное напряжение для нагрузки при различных состояниях заряда/разряда батареи.

www.prosoft.ru

Тел.: (495) 234-06-36

NUVOTEM TALEMA ПРЕДЛАГАЕТ ТОРОИДАЛЬНЫЕ ТРАНСФОРМАТОРЫ ТОКА НА 50/60 Гц

Nuvotem Talema предлагает обширную линейку тороидальных трансформаторов тока на 50/60 Гц с различными характеристиками, такими как: высокое выходное напряжение (серия AX), высокая точность (серия ACX), сверхвысокая точность (се-

рия AP), наличие проволочных выводов (серия AZ), 3-фазная герметизация (серия AN3), бюджетная цена (серия ASM и AC), а также тороидальные трансформаторы на 5 А.



Серия AZ – трансформаторы с проволочными выводами.

Основные характеристики трансформаторов серии AZ

Параметры	AZ-0500	AZ-0750	AZ-1000
Рабочая частота, Гц	50/60	50/60	50/60
Максимальный ток в первичной обмотке, А	25	40	50
Коэффициент трансформации по соотношению витков	500:1	750:1	1000:1
Минимальное сопротивление по постоянному току, Ом	18	35	72
Номинальное сопротивление нагрузки, Ом	33	33	33

Характеристики:

- высокие выходные напряжение и линейность при относительно небольших размерах;
- проволочные выводы для лёгкого монтажа;
- большое центральное отверстие 6,3 мм;
- предельное диэлектрическое напряжение – 4 кВ (эф.ф.);
- рабочая температура $-40...+85^{\circ}\text{C}$;
- соответствие стандарту UL94V-0;
- производство на предприятии Talema, сертифицированном ISO 9001:2008, ISO/TS 16949:2009 и ISO 14001:2004;
- RoHS, REACH.

Официальный дистрибьютор Talema – АО «Компонента».

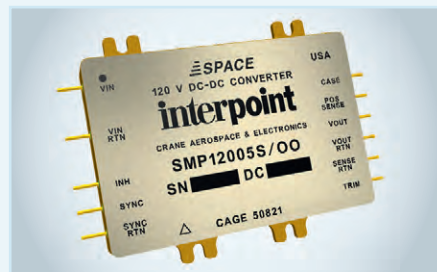
www.komponenta.ru

Тел.: (495) 150-2-150

Радиационно стойкие 40 Вт DC/DC для работы от входной сети 100/120 В

Компания Crane Aerospace & Electronics, известный производитель DC/DC-преобразователей и помехоподавляющих фильтров для применений в аппаратуре специаль-

ного назначения, поставляемых под торговой маркой Interpoint®, объявила о начале производства новой серии SMP120 радиационно стойких преобразователей напряжения. Преобразователи напряжения серии SMP120 специально разработаны для питания от бортовой сети космических аппаратов (КА) постоянного напряжения 100/120 В. Использование сети постоянного тока повышенного напряжения позволяет значительно сократить массу и объем энергетического оборудования.



В настоящее время планируется выпускать две модели модулей преобразователей напряжения: 40-ваттную модель с выходным напряжением 5 В (КПД 72%) и 49-ваттную модель с выходным напряжением 28 В (КПД до 79%). Модули с гальванической развязкой выходных цепей питания от шины источника входной энергии предназначены для работы в диапазоне входного напряжения от 80 до 160 В, способны выдерживать импульсы входного напряжения 180 В длительностью 100 мс. Предлагаются модели в исполнениях Class H и Class K согласно требованиям MIL-PRF-38534 с уровнями радиационной стойкости L (суммарная накопленная доза – 50 крад) и R (суммарная накопленная доза – 100 крад). Испытания на предельно накопленную дозу выполняются как при высокой интенсивности облучения 50...300 рад (в кремнии)/с, так и при низкой интенсивности 10 мрад (в кремнии)/с для определения эффекта восприимчивости к длительному воздействию низкой мощности дозы (Enhanced Low Dose Sensitivity – ELDRS).

Стойкость к воздействиям одиночных заряженных частиц по эффекту отказов

SEB (Single Event Burnout – пробой истоковой области в мощных MOSFET) составляет 80 МэВ·см²/мг, по эффекту отказов SEL (Single Event Latch-up – тиристорный эффект) – 43 МэВ·см²/мг; по эффекту отказов SET (Single Event Transient – переходная ионизационная реакция в виде импульсов напряжения в выходных цепях) – 40 МэВ·см²/мг. Испытания на стойкость к одиночным сбоям выполнялись с использованием целого спектра ионов.

Модули способны работать на борту космических аппаратов в условиях воздействия факторов внешней среды, таких как вибрационная нагрузка, линейные перегрузки, механические удары, низкое давление газовой среды, повышенная влажность. Диапазон рабочих температур –55...+125°C.

Обширный набор сервисных функций – дистанционное включение/выключение, синхронизация преобразования внешним сигналом, подстройка выходного напряжения, защита от короткого замыкания нагрузки, блокировка при пониженном входном напряжении, защита от перенапряжения на выходе, внешняя обратная связь и ограничение пускового тока – обеспечивает надёжную работу преобразователей в масштабных энергетических системах. Особо необходимо отметить наличие встроенного на входе ограничителя пускового тока, весьма полезного в системах электропитания бортовой электронной аппаратуры, первичный источник электропитания которых (например, аккумуляторная батарея) ограничен по мощности и не допускает бросков потребляемого тока.

Модули серии SMP120 выполнены по прямоходовой структуре с хорошо отработанным методом ШИМ-регулирования на постоянной частоте преобразования 500 кГц. Метод регулирования с дополнительной обратной связью по току дросселя (current mode) обеспечивает параметрическую компенсацию отклонений входного напряжения, поцикловое (т.е. в каждом рабочем цикле) ограничение тока дросселя. Параметриче-

ская компенсация отклонений входного напряжения позволяет мгновенно корректировать (без использования динамического диапазона усилителя сигнала ошибки) режим работы источника питания при произвольных изменениях входного напряжения. Применение на входе двухзвенного демпфирующего LC-фильтра уменьшает пульсации входного тока. Демпфирование фильтра уменьшает выбросы напряжения на резонансных частотах для минимизации его воздействия на элементы фильтра и силовые компоненты. Демпфирование также служит для уменьшения взаимодействия выходного импеданса фильтра с отрицательным входным импедансом DC/DC-преобразователя.

Модули выполнены в герметичных стальных корпусах с габаритными размерами 76,2×58,42×12,22 мм. Основной корпус изготовлен из холоднокатаной стали с никелевым и золотым покрытием. Крышка выполнена из кобальта, покрытого никелем.

В настоящее время принимаются заказы на модели преобразователей напряжения для применения в опытных образцах оборудования. Заказы на модули для применения в бортовой аппаратуре будут приниматься в 3-м квартале 2018 года.

Поставка в Россию преобразователей напряжения серии SMP120 с дозовой стойкостью 50 крад (Si) осуществляется на основании Правил экспортного регулирования (Export Administration Regulations, EAR) EAR99 без оформления лицензии на экспорт в государственных ведомствах США, ответственных за регулирование экспорта технологий и продукции военного назначения.

Радиационно стойкие преобразователи напряжения компании Crane Aerospace & Electronics широко используются во многих космических программах, включая Mars Rover, Cygnus, Aquarius, Dawn, ГЛОНАСС, МКС и многие другие.

www.inter-pro.net
Тел.: (499) 793-4794

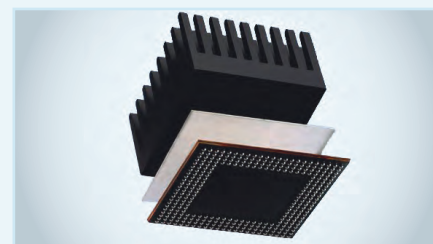
МАТЕРИАЛЫ

Акриловые термоподложки 5590H

Основным материалом, используемым для производства термоподложек, является кремнийорганика. Этот материал является достаточно мягким, конформным, обладает высокой теплопроводностью и малым термосопротивлением, имея при этом один недостаток: при нагреве он выделяет вредный газ силоксан, а также масла, которые в долгосрочной перспективе могут создавать проводимость между поверхно-

стями. По этой причине кремнийорганические подложки запрещены для использования в медицинской и оптической технике.

Компания 3M предлагает альтернативный материал, который сохраняет все преимущества кремнийорганики, но не выделяет силоксан, – это акриловый эластомер. Подложки 5590H обладают теплопроводностью 3 Вт/м·К, являются достаточно мягкими и ремонтпригодными, поскольку имеют один клейкий и второй слегка липкий слой. Кроме того, акриловый материал гораздо дешевле



кремнийорганики, что делает его очень привлекательным для бюджетных приложений.

info@platan.ru
Тел.: (495) 970-00-99

СОВРЕМЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

РАДИАЦИОННО СТОЙКАЯ ЭЛЕМЕНТНАЯ БАЗА TTEthernet ПОЛУЧИЛА НАГРАДУ ЖУРНАЛА MILITARY & AEROSPACE ELECTRONICS

Технология Time-Triggered Ethernet (Ethernet с передачей по временному расписанию) превращает обычный Ethernet в детерминированную сеть с гарантированным временем передачи данных между узлами сети. Это позволяет использовать Ethernet для построения распределённых систем управления «жёсткого» реального времени. Технология TTEthernet разработана компанией TTTech (Австрия) и на сегодняшний день является стандартом SAE AS6802.

В отличие от офисной сети, распределённая система управления объектом (самолётом, космическим аппаратом, автомобилем, производственной линией) – это сеть заранее известной конфигурации узлов с заранее известной их потребностью в объёмах исходящего и входящего трафика. Исходя из этого, можно заранее спланировать время и объём и составить расписание передач между узлами так же, как составляется расписание, например, на железной дороге. Благодаря расписанию сеть становится 100% детерминированной: доставка заданного объёма данных между заданными узлами в запланированный интервал времени гарантирована.

Компания TTTech завершила разработку и приступила к тестированию первых образцов микросхем радиационно стойких абонентского контроллера (end-system) и коммутатора (switch) TTEthernet. Технология TTEthernet уже применяется в нескольких программах NASA, например в многоцелевом пилотируемом космическом корабле Orion MPCV (Multi-Purpose Crew Vehicle), в котором более 20 различных систем объединяет магистральная (backbone) бортовая сеть TTEthernet. После нескольких лет проведения исследовательских проектов, финансируемых космическими агентства-



ми CNES (Франция) и ESA, сетевая технология TTEthernet выбрана в качестве стандарта бортовой сети будущих европейских космических программ, в частности ракеты-носителя Ariane 6. В европейской организации по стандартизации в области космоса ECSS (European Cooperation for Space Standardization) создана рабочая группа по подготовке спецификации стандарта.

Микросхемы абонентского контроллера и коммутатора TTEthernet Space поддерживают отказоустойчивые сетевые архитектуры с резервированием до трёх каналов и скорости передачи 10, 100 и 1000 Мбит/с. Микросхемы выпускаются в 256-контактном корпусе CQFP с квалификацией QML Level V для диапазона рабочих температур $-55...+125^{\circ}\text{C}$. Параметры радиационной стойкости:

- устойчивость к воздействию накопленной дозы – 100 крад (Si);
- устойчивость к одиночным сбоям (SEU) – до 60 МэВ·см²/мг;
- устойчивость к эффекту тиристорной защёлки (latch-up immunity) – до 60 МэВ·см²/мг.

Микросхемы TTEthernet Space поддерживают три класса сетевого трафика: высокочастотный синхронный трафик с передачей по расписанию (стандарт SAE AS6802), среднечастотный асинхронный трафик с резервированием полосы пропускания (стандарт ARINC 664) и некритичный асинхронный трафик обычного Ethernet (стандарт IEEE 802.3). При этом асинхрон-

ные передачи данных Ethernet и ARINC 664 не влияют на расписание синхронных передач данных.

В рамках европейского исследовательского проекта SEPHY (Space Ethernet Physical Layer Transceiver) завершается разработка радиационно стойкого трансивера 10/100 Мбит Ethernet. Трансивер SEPHY будет производиться в Европе и станет полупроводниковым компонентом, полностью свободным от экспортных ограничений ИТАР (International Traffic in Arms Regulations).

Перспективной задачей консорциума SEPHY является разработка радиационно стойкого трансивера Gigabit Ethernet и исследование применимости в космосе находящегося в разработке для автомобильной промышленности нового стандарта физического уровня 1000BASE-T-1, по которому в качестве физической среды передачи будет применяться одна витая пара, а не четыре, как в 1000BASE-T. Этот стандарт значительно сократит вес бортового кабельного хозяйства.

Достижения компании TTTech в разработке радиационно стойкой элементной базы TTEthernet отмечены наградой Innovators Award 2017 журнала Military & Aerospace Electronics, которая присуждена системе-на кристалле TTEthernet Switch Controller Space, содержащей 24-портовый коммутатор, 3-канальное абонентское устройство и управляющее процессорное ядро архитектуры Leon4FT (SPARCv8). Радиационно стойкие компоненты TTEthernet изготавливаются по технологии 65 нм по процессу C65SPACE, квалифицированному Европейским космическим агентством.

Для разработки распределённых систем управления, построенных на базе архитектуры TTEthernet, поставляется различное оборудование и программное обеспечение:

- модули абонентских устройств в форматах PCI, PCIe, PMC, XMC;
- коммутаторы в форматах VPX и встраиваемые в 19" стойку;
- средства разработки топологии сети, планирования расписания и загрузки конфигурации в сетевые элементы.

www.avdsys.ru/DE



COREAVI ОБЕСПЕЧИТ ПОЛНУЮ ПРОЕКТНУЮ ПОДДЕРЖКУ НОВОМУ ГРАФИЧЕСКОМУ ПРОЦЕССОРУ AMD EMBEDDED RADEON E9171

Графический процессор E9171 – новейший GPU в линейке встраиваемых GPU AMD Radeon. Его графическая производительность более чем в 2 раза выше предыдущего GPU E8860 при таком же энергопотреблении.

Основные параметры E9171 (в скобках – параметры E8860):

- тактовая частота – 1124 МГц (625 МГц);
- объём видеопамати – 4 ГБ (2 ГБ);
- пропускная способность шины видеопамати – 96 ГБ/с (72 ГБ/с);

- производительность на операциях с плавающей точкой – 1248 Гфлопс (760 Гфлопс);

- потребляемая мощность – 15–40 Вт (15–40 Вт).

На выставке Embedded World 2018 компания Core Avionics & Industrial (CoreAVI) анонсировала полную проектную поддержку для GPU E9171, в рамках которой CoreAVI обеспечит:

- графические библиотеки стандарта OpenGL SC 1.0 и 2.0;
- драйверы видеокодера и декодера H.264/H.265, встроенных в GPU E9171;
- ПО защищённой виртуализации GPU (разделяемый доступ к GPU из нескольких приложений);
- сертификационную документацию на всё ПО по авиационному стандарту DO-178C;



- скрининг (отбор) по температуре и поставку E9171 в температурном диапазоне –40...+85°C;
- проектную и производственную документацию (дизайн-IP) модулей стандартных форматов VPX 3U и XMC, построенных на базе GPU E9171;
- сертификационную документацию на VPX- и XMC-модули по авиационному стандарту DO-254.

www.avdsys.ru/gpu
Тел.: (916) 194-42-71

ПРИБОРЫ И СИСТЕМЫ

БЮДЖЕТНЫЕ МНОГОФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ АНАЛИЗАТОРЫ СПЕКТРА SALUKI TECHNOLOGY

ООО «Интермера» представляет бюджетные многофункциональные анализаторы спектра серии S3532 производства SALUKI Technology: S3532A от 9 кГц до 3,6 ГГц и S3532B от 9 кГц до 7,5 ГГц. Анализаторы S3532 предназначены для мониторинга спектра, производства и обслуживания ВЧ-компонентов, тестирования ВЧ-систем, а также для образовательных целей. В стандартной комплектации есть такие востребованные функции, как трекинг-генератор и анализ аудиосигналов.

S3532 имеет привычный интерфейс. TFT LCD-дисплей с диагональю 8,4" позволяет комфортно исследовать одновременно несколько сигналов в одном или нескольких окнах. Анализатор имеет полноразмерную клавиатуру для длительной работы. Направление минимизации прибора – его глубина, что при



уменьшении объёма не ухудшает эргономику. Анализатор имеет USB- и LAN-интерфейсы для связи с другими приборами и поддерживает язык SCPI для удалённой работы.

В стандартную комплектацию входят:

- встроенный предусилитель на весь диапазон;
- встроенные измерения (ACPR, OBW, мощность в канале, измерения по маске

и по предельной линии, скалярные измерения цепей);

- спектрограмма (анализ интерференций).

По совокупности критериев цена/качество для производства, ремонта и наладки радиоэлектроники, работающей в диапазоне до 7,5 ГГц, S3532 является лучшим выбором.

www.salukitec.ru/s3532.html

ВЕКТОРНЫЙ ГЕНЕРАТОР СИГНАЛОВ MWT-160U ОТЕЧЕСТВЕННОГО ПРОИЗВОДСТВА ВНЕСЁН В ГОСРЕЕСТР

Векторный генератор сигналов MWT-160U производства ООО «Микроволновая Электроника» (г. Москва) внесён в Государственный реестр средств измерений.

Основные преимущества векторного генератора MWT-160U:

- генерация сигналов произвольной формы с полосой до 560 МГц в диапазоне частот 8 кГц...16 ГГц;
- выходная мощность до 2 Вт;
- фазовый шум –140 дБн/Гц на отстройке 10 кГц от несущей 1 ГГц;



- ультранизкие искажения <–81 дБн;
- встроенные цифровые виды модуляции M-PSK, M-QAM, OOK, M-ASK, M-FSK, MSK, GMSK;
- полоса внешней квадратурной модуляции до 1,8 ГГц;
- интерфейс ввода данных 10 Гбит/с Ethernet SFP+, позволяющий осуществ-

лять передачу данных в реальном времени через радиоканал на гигабитных скоростях;

- возможность генерации ППРЧ, ЛЧМ, мультиформных, импульсных и иных типов сигналов в полосе 560 МГц.

www.mwel.ru
Тел.: (495) 137-53-35

РЫНОК

Новости компании
ICAPE

Со дня своего основания в 1999 году компания ICAPE является надёжным партнёром по производству печатных плат и технических деталей для своих клиентов по всему миру: каждый месяц она поставляет 15 млн печатных плат (ICAPE) и 5 млн технических деталей (CIPEM) 1500 компаниям в 70 странах.

В 2017 году группа ICAPE продолжила динамично развиваться. Во-первых, оборот компании достиг отметки в €115 млн (рост составил 20%), а в 2018 году ожидается рост 25%. Всё это благодаря неизменно высокому качеству продукции, контролируемому 200 инженерами в Китае, и, как следствие, доверию со стороны клиентов.

Во-вторых, в китайском офисе компании произошло расширение лаборатории по тестированию плат. Теперь её площадь составляет 300 м².

В-третьих, был запущен новый логистический сервис – доставка товаров поездом из Китая в Европу и в Россию прямо до двери клиента в среднем за 25–30 дней. Это надёжно и удобно, при этом цены на такие перевозки до 80% выгоднее цен на авиадоставку, а транзитное время меньше, чем время доставки по морю.

Наконец, компания ICAPE наращивает присутствие онлайн: запущен усовершенствованный сайт группы (www.icape-group.com), а также онлайн-магазин печатных плат (www.icape-shop.com). В скором времени такой магазин появится и у дочерней компании CIPEM (www.cipem-shop.com), специализирующейся на производстве технических деталей по спецификациям заказчика.

Разветвлённая сеть из 50 заводов-партнёров CIPEM позволяет удовлетворить все запросы клиентов на пластиковые или металлические детали, кабели, источники питания, зарядные устройства, трансформаторы, дисплеи и многое другое.

Связаться со специалистами
компании можно по телефону
+7 (495) 668-11-33

Сертифицированный
консультационный
тренинг-центр

Компания «АйДиЭс» с целью помощи пользователям в освоении программного обеспечения компании Altium, а также в повышении уровня владения данным ПО представляет

курсы по практическому применению Altium Designer, Altium Vault и Altium Nexus.

Учебные курсы сформированы по уровню подготовки пользователей и рассчитаны как на начинающих (ознакомление и развитие навыков применения), так и на опытных специалистов (скрытые возможности и оптимизация применения).

По окончании курсов специалистам по регистрационному номеру сертификата в течение года доступны бесплатные консультации, предоставляемые экспертами службы технической поддержки Altium.

Особенности курсов:

- очная форма проведения занятий на современном оборудовании;
- методическое обеспечение проводимых занятий;
- опыт и лучшие практики применения ПО;
- тестирование и сертификация по итогам обучения.

Более подробную информацию об услугах компании можно получить у специалистов ООО «АйДиЭс».

www.idstrade.com
Тел.: (495) 665-20-69



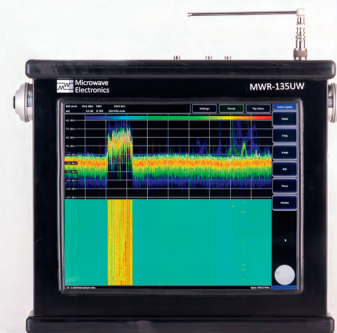
Контрольно-измерительное оборудование "Микроволновая Электроника"



Измерительный приемник
MWR-135U



Векторный генератор сигналов
MWT-160U



Измерительный приемник
MWR-135UW

Полоса анализа реального времени **260 МГц**
Фазовый шум **-139 дБн/Гц (отстр. 10 кГц от 1 ГГц)**
Скорость сканирования **58 ГГц/сек**
Диапазон рабочих частот **8 кГц - 13.5 ГГц**
Чувствительность **-166 дБм/Гц**
Динамический диапазон **153 дБ**
Интерфейс вывода данных **10 Гбит/с Ethernet (SFP+)**
ЦОС на основе Kintex-7 с доступом пользователя

Выходная мощность до **2 Вт**
Ширина полосы модулирующих частот (внутренний цифровой baseband-генератор) **560 МГц**
Фазовый шум **-139 дБн/Гц (отстр. 10 кГц от 1 ГГц)**
Диапазон рабочих частот **8 кГц - 16 ГГц**
Встроенные цифровые виды модуляции **M-PSK, M-QAM, OOK, M-ASK, M-FSK, GMSK, произвольный**
Интерфейс ввода данных и управления **10 Гбит/с Ethernet (SFP+), 1 Гбит/с Ethernet (SFP) - опции**
Скорость передачи более **3 Гбит/с по радиоканалу**

Полоса разрешения (RBW) **0.1 Гц**
Полоса демодуляции и записи **260 МГц**
Фазовый шум **-139 дБн/Гц (отстр. 10 кГц от 1 ГГц)**
Скорость сканирования **58 ГГц/сек**
Диапазон рабочих частот **8 кГц - 13.5 ГГц**
Чувствительность **-166 дБм/Гц**
Динамический диапазон **153 дБ**
Интерфейс вывода данных **10 Гбит/с Ethernet (SFP+)**
17" графический сенсорный дисплей

Автопром как двигатель прогресса в электронике

Часть 1. Автомобили и электроника

Сергей Волковой (svolkovoy@gmail.com)

Электронные компоненты ценны не сами по себе, они представляют интерес только в составе каких-либо изделий. Автомобилестроение всегда было серьёзным рынком для электронных компонентов, и в будущем значение автопрома как области применения электроники будет только усиливаться.

В 2017 году высшее руководство РФ в очередной раз затронуло тему высоких технологий. Если в 2014 году у всех на слуху было слово «импортозамещение», то в настоящее время арсенал модных слов и выражений значительно расширился. Из последних нововведений – цифровая экономика, цифровая среда, Интернет вещей, блокчейн, Big Data, экологически чистый транспорт. Каждое из них заслуживает детального разбора, однако это невозможно сделать в рамках одной статьи, поэтому подробно будет рассмотрена только одна тема – транспорт и связанные с ним вопросы.

Конечно, можно не без оснований критиковать действия правительства, но нельзя не отметить, что импортозамещение – это та область, в которой за несколько лет стали видны вполне осязаемые результаты работы по восстановлению и созданию многих производств и технологий. Это был долгий и трудный процесс с множеством подводных камней, с большим количеством упущенного времени и возможностей, но то, что импортозамещение на сегодняшний день имеет реальное и позитивное содержание, – это факт.

Стоило бы искренне порадоваться тому, что в высоких кабинетах вдруг стало необходимым развитие технологий, причём самых передовых, однако радость этого события омрачают несколько серьёзных обстоятельств.

Первое: в России не очень благоприятная среда для развития новых технологий. Эта проблема глобальна и требует отдельного рассмотрения, но всё же стоит тезисно описать её основные моменты. Данная ситуация сложилось из-за многолетнего даже не пренебрежения, а, похоже, целенаправленного разрушения и образования, и науки, и промышленности, особенно высокотехно-

логичной. Вопрос о мотивах разрушения отечественных отраслей высоких технологий вряд ли будет иметь однозначный ответ, во всяком случае, на текущем историческом этапе. Возможно, российские элиты находили планы о вхождении в Европу гениальными и обязательными к реализации, в том числе ценой потери Средней Азии, Прибалтики и Украины. В таких обстоятельствах никто не будет переживать об учёных, инженерах, подготовке кадров. Или, может быть, считалось, что собственный хай-тек – это помеха для входа в общий европейский дом, поскольку там есть свои технологии.

В итоге даже если сейчас, например, напрячь силы и сделать «нечто», то вопрос о том, насколько это будет востребовано даже внутри страны, остаётся открытым.

Второе: вызывает серьёзные опасения то, насколько адекватно представители элиты представляют жизнь в стране. В качестве примера можно привести предложение премьер-министра Д. Медведева проработать вопрос о запрете въезда автомобилей с двигателями внутреннего сгорания в крупные и курортные города.

Источники таких инициатив, в принципе, понятны. В той же Германии, например, уже давно действуют ограничения на въезд в крупные города, но при этом речь идёт об автомобилях соответствующего экологического класса (например, в Штутгарт сейчас можно въезжать только на автомобилях экологического класса не ниже Евро-4). Велись разговоры о запрете въезда дизельных автомобилей, но дизелей экологического класса Евро-6 запрет пока не коснётся. Важно отметить, что речь здесь идёт о дизельных двигателях, а не обо всех ДВС вообще. Причиной тому служит наличие в

выхлопе дизельных моторов большого количества твёрдых мелкодисперсных частиц, полностью задержать которые не могут даже современные фильтры мелких частиц.

На разных уровнях в странах Европы обсуждается будущий запрет на все двигатели внутреннего сгорания. Сроки введения таких запретов называются от 2030 до 2050 года, причём это касается только продаж новых автомобилей с ДВС. Понятно, что ещё какое-то время после введения такого запрета автомобили с ДВС будут эксплуатироваться.

В России же ситуация с экологичностью автомобилей кардинально отличается от таковой в ведущих странах Европы. К сожалению, типовой является ситуация, когда при первых проблемах с каталитическими нейтрализаторами или системами рециркуляции выхлопных газов, или фильтром мелких частиц их просто вырезают, а при необходимости ставят различные «обманные» устройства, чтобы обеспечить работу штатной системы управления. Не секрет также и то, что в регионах эксплуатируется ещё много автомобилей, произведённых в СССР, которые заведомо не соответствуют современным нормам, касающимся выбросов вредных веществ. Нужно отметить, что дело здесь не только в том, что у людей в среднем недостаточно средств и менять дорогостоящие каталитические нейтрализаторы накладно, а ещё и в том, что в России существуют серьёзные проблемы с качеством топлива. Несмотря на наличие современных нефтеперерабатывающих заводов (НПЗ), на рынке реализуется много топлива, в котором концентрация некоторых вредных веществ превышает норму в десятки, а то и сотни раз, поэтому устройства, призванные уменьшить вредные выбросы, приходят в негодность во много раз быстрее, чем положено.

При этом руководители решают проблемы по-своему: нет возможности навести порядок на рынке топлива – нужно запретить въезд автомобилей в крупные города и начать раз-

говор о поддержке электромобилей. И если с вопросом поддержки электромобилей вполне можно согласиться, то другие предложенные меры как минимум вызывают удивление. В настоящее время, к счастью, инициатива о запрете отложена – адекватность взяла верх.

Однако следует вернуться к рассмотрению заявленной темы. Поскольку экологическим транспортом на данный момент являются автомобили с электрической тягой, в теме электрического транспорта пересекаются две важные темы: машиностроение и электронная промышленность. Известно, что эти отрасли, будучи разными, взаимодействуют между собой и одним из главных аспектов этого взаимодействия является влияние машиностроения (в частности автомобилестроения) на электронику.

Очевидно, что в современном автомобиле электроника является неотъемлемой частью, без которой он просто не сможет двигаться, и чем дороже автомобиль, тем больше он содержит электронных устройств. Автомобиль уже давно и плотно вошёл в нашу жизнь, но нужно отметить, что такая его укомплектованность электронными компонентами – явление относительно новое. В течение многих десятилетий электронная составляющая автомобиля ограничивалась системой зажигания (механически настраиваемой), стартером и светотехникой. Энергию для этого производили приводимый в действие двигателем генератор и аккумуляторная батарея. Изделия вроде радиоприёмника были, скорее, чем-то из области излишеств. Конечно, в дорогих автомобилях различных дополнительных электроприборов было больше. Например, кондиционеры начали ставить в авто представительского класса чуть ли не с конца 40-х годов, но это не носило столь массового характера, как сегодня.

Следует обратить внимание на то, что даже в те времена электронная промышленность должна была обеспечивать автопром своими изделиями в изрядных количествах. Сами изделия были, по сегодняшним меркам, простыми, и их перечень был невелик: лампы, провода, выключатели. Моточные изделия вроде катушек зажигания, небольших электромоторов и генераторов были самыми сложными. Однако всё это нужно было освоить в промышленных масштабах и, соответственно,

наладить производство необходимых материалов, добычу сырья и т.д.

С таким нехитрым набором электронных, а по большому счёту электротехнических устройств автомобили могли уверенно эксплуатироваться, перемещаться на большие расстояния. Автотранспорт стал очень важной частью жизни человека и вытеснил с занимаемых позиций лошадей и гужевой транспорт в принципе.

Казалось бы, к 60–70-м годам автомобили приобрели уже почти современный облик и были вполне надёжны – чего же не хватало? Несмотря на это, их «электрификация» не закончилась и даже не ограничилась обеспечением комфорта.

В 70-х годах начались эксперименты в области электронного управления с применением цифровой логики и микропроцессоров. Сначала такие системы реализовывались только для управления зажиганием, поскольку при помощи процессора можно точно и гибко, в зависимости от оборотов двигателя и нагрузки, управлять моментом зажигания (углом опережения). Точность и вариативность была недоступна для любых применявшихся в то время механических систем коррекции зажигания, например вакуумкорректора.

Конечно, новшества приживаются не сразу, в том числе и по причине «детских болезней» новой техники и недостаточной надёжности по сравнению с отработанными системами. Потенциал новых решений раскрывается, как правило, существенно позже.

Даже ведущие автомобильные концерны в конце 80-х годов выпускали значительное количество автомобилей с карбюраторами. Полностью электронные системы управления двигателями тогда встречались только на дорогих авто. Однако в 90-е годы системы с электронным управлением, в том числе и впрыском топлива (в народе называемые «инжектор»), вытеснили карбюраторы окончательно и бесповоротно.

Такие системы давали возможность точно подготавливать смесь уже прямо в цилиндрах, что при наличии уже появившихся экологических норм, пусть и не таких жёстких, как сегодня, позволяло обеспечивать мощность и экономичность.

Для того чтобы система стала работоспособной, нужно было наладить выпуск многих электронных компонентов, в том числе микропроцессо-

ров, датчиков кислорода (лямбда-зондов), датчиков положения коленчатого вала и т.д., причём всё вышеперечисленное необходимо было адаптировать к жёстким условиям эксплуатации на борту автомобиля, а также требовалось решить многие проблемы с надёжностью и обеспечить приемлемую цену.

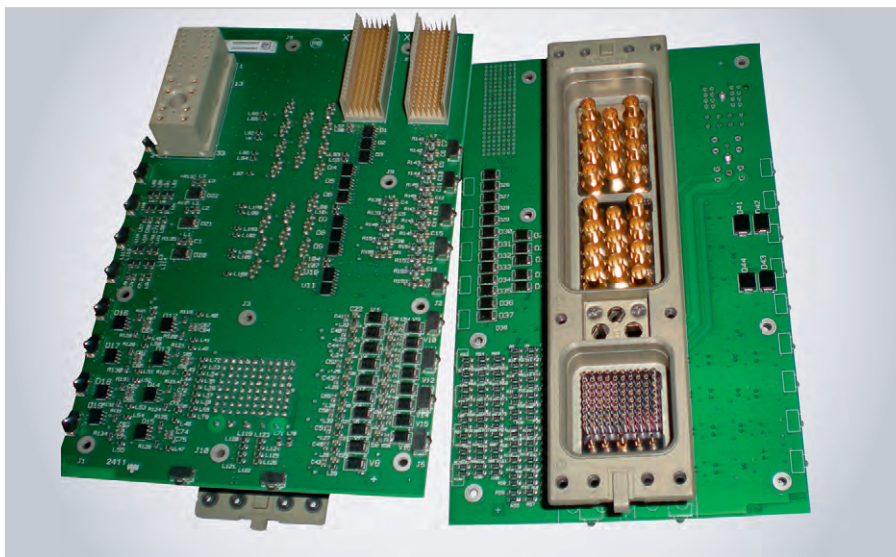
Проблемы при внедрении новых технологий возникали всегда. Например, когда начиналось внедрение электронной педали, с автомобилями «Мерседес» случались аварии по причине отказа этой педали и перехода системы в режим «полный газ» (и это при условии, что перед выходом на рынок новые изделия проходят серьёзные испытания). Концерн «Даймлер» платил неустойки пострадавшим, велись исследования – в результате на сегодняшний день данная технология уже отлажена и применяется повсеместно.

Несмотря на то что насыщенность электроникой у автомобилей сейчас и, например, 50 лет назад отличается разительно, не стоит забывать и о разнице в возможностях тогдашней и современной электронной промышленности. Автомобили были и остаются серьёзным сегментом в структуре спроса на электронику и электротехнику.

Столь развёрнутый экскурс в историю вопроса был приведён для того, чтобы читатель, незнакомый с предметом детально, смог оценить важную роль автопрома для электронной промышленности.

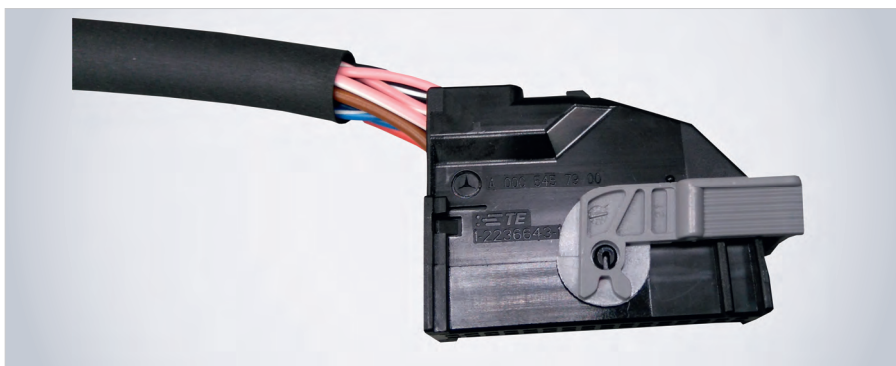
Автомобиль – это массовый продукт, поэтому, с одной стороны, электроника для него должна быть относительно недорогой, а с другой – достаточно надёжной.

Мне посчастливилось участвовать в разработке различных электронных устройств как авиационной (авионики), так и автомобильной электроники, а также много общаться со специалистами в этих областях – разница в подходах существенная. При разработке изделий авиационной электроники стоимость уходит на задний план. Сроки и обеспечение заданных характеристик, прежде всего касающихся надёжности и электромагнитной совместимости, играют гораздо большую роль, чем общая цена применяемых компонентов. Стоимость специфических компонентов для применения в летательных аппара-



Примечание: разъёмы разборные, имеют модульную структуру, возможна сборка для различных конфигураций выводов; корпус литой из алюминиевого сплава, выводы позолоченные

Рис. 1. Плата из изделия авиационной электроники с разъёмом стандарта ARINC600



Примечание: конструкция предельно простая, преимущественно из пластика

Рис. 2. Пример разъёма автомобильного назначения

тах подчас поражает воображение. Например, разъёмы серии ARINC600 (см. рис. 1) могут стоить и \$1000 за штуку, и более. В то же время тиражи изделий для летательных аппаратов (ЛА) невелики. Для самолёта 300 шт. в год – это очень много. Даже если учесть, что некоторые компоненты для него необходимо производить с учётом резервирования, иногда многократного, получается, что однотипных электронных устройств нужно произвести не более 5000 шт. в год. И это очень оптимистичные цифры: в реальности многие изделия авионики производятся сериями в несколько сотен, а иногда и десятков штук в год.

Совсем другую картину можно наблюдать в автопроме. Данные по объёмам производства приведены в таблице.

Как можно видеть, объёмы серьёзные и значительно превышающие количество произведённых за год летательных аппаратов в мире. Большие цифры

можно увидеть только на рынке бытовой и портативной техники, например мобильных телефонов.

Даже АвтоВАЗ, переживающий далеко не лучшие времена, произвёл в 2016 году 284 807 автомобилей (по данным пресс-релиза от 10 февраля 2017 года). В 2008-м году эта цифра составляла более 800 тыс. единиц. Конечно, у концернов с мировым именем, в том числе и Renault-Nissan (частью которого является и АвтоВАЗ), цифры совсем другие. Однако даже имеющиеся объёмы российского автопрома уже существенны для электронной промышленности.

Объёмы производства для электронной промышленности вообще и для электронной компонентной базы в особенности – это ключевой параметр. Для разных направлений электронной промышленности объёмы и сроки производства могут значительно отличаться, различными являются также и требования к компонентам.

Производство автомобилей в 2016 году

Производители	Количество, шт.
АвтоВАЗ	284 807
Концерн Renault-Nissan (в т.ч. и АвтоВАЗ)	9 961 347
Volkswagen (включая VW, Audi, Skoda, Seat, Porsche)	10 410 000
Daimler	3 040 000
BMW	2 400 000
Toyota	8 976 000

На сегодняшний день существует 4 класса комплектующих:

1. Commercial – для изделий массового спроса (бытовая техника, мобильные устройства и пр.). Диапазон рабочих температур – примерно от 0 до +70°C, многие дополнительные характеристики могут быть не нормированы. Из произведённых партий компонентов тестируется некоторая выборка, которая считается репрезентативной.
2. Industry – для применения в промышленном оборудовании и не только. Диапазон рабочих температур находится в пределах –40...+85°C. Часто нормируются такие параметры, как наработка на отказ и другие характеристики надёжности.
3. Automotive – для применения в автомобильной технике и других транспортных средствах (см. рис. 2). По сравнению с компонентами класса Industry имеют расширенный диапазон рабочих температур (до +125°C, а иногда и выше), повышенную стойкость к вибрациям, быстрому разогреву и охлаждению. Тестируются все произведённые компоненты, а не выборка.
4. Military and Aerospace – компоненты для применения в авиации, космической и военной технике. Диапазон рабочих температур –55...+125°C и выше. При производстве используются технологии, обеспечивающие максимальную отказоустойчивость. Существует подразделение на подклассы в зависимости от степени радиационной стойкости.

Известно, что конечная цель любого коммерческого предприятия – это получение прибыли. Прибыль можно получить либо за счёт большого количества проданных изделий (бытовые и мобильные устройства, значительная часть автомобильной электроники), либо за счёт большой маржи (авиационная и космическая электроника). Если для разработки и производства электрон-

ных устройств экономически интересна любая отрасль, то для поставщиков компонентов дело обстоит несколько сложнее. Ёмкость рынка компонентов класса Military and Airspace весьма невелика, поэтому многие комплектующие производятся десятилетиями и малыми партиями; производителей таких компонентов очень мало; часто на гражданском рынке уже есть гораздо более современные и совершенные изделия; выбор компонентов невелик; для некритических узлов, например мультимедийных систем авиалайнеров, допустимо применение гражданских компонентов вплоть до класса Industry. Всё это происходит потому, что приборов изготавливается мало и разрабатывать так много компонентов, как в гражданских секторах, просто невыгодно.

Условием успешного развития какого-либо направления деятельности является востребованность результатов этой деятельности, то есть для развития поставщика товаров или услуг нужен обеспеченный спрос в достаточном объёме. При этом в России главная, хотя и не единственная, трудность связана как раз с объёмом спроса на компоненты.

На сегодняшний день, в том числе и благодаря программе импортозамещения, в РФ функционируют преимущественно разработчики и производители военных и космических компонентов. Позитивная сторона состоит в том, что хотя бы некоторые отрасли уцелели после прошедших десятилетий упадка, негативная – в том, что функционирует только самый малосерийный и мало-подвижный сегмент.

Обострившийся интерес к электротранспорту, кроме высказанных выше опасений, внушает ещё и определённые надежды. Автомобиль, являясь массовым товаром, в отличие от изделий ВПК, авиации и космонавтики, может стать залогом восстановления, а по сути формирования заново всей необходимой для производства инфраструктуры и подготовки высококвалифицированных кадров – разработчиков, причём не только конечных электронных устройств, но и электронной компонентной базы: микросхем, транзисторов и пр., а также всех сопутствующих специальностей.

Конечно, для реализации такого проекта необходимо совпадение множе-

ства факторов, в том числе и некоторое рукотворное «чудо». Тем не менее стоит отметить, что для этого в настоящее время имеется вполне реальный потенциал.

Даже классические автомобили с ДВС сейчас являются крупными потребителями элементной базы, а электромобили предоставляют в этом плане совершенно новые возможности и по количеству, и по качеству.

Кроме того, уже начинают массово эксплуатироваться полные электромобили (электропривод и аккумуляторный накопитель энергии), а также промежуточные варианты в виде различных схем гибридов.

Концерн Renault-Nissan с момента появления Nissan Leaf (2010 г.) продал уже 470 тыс. электромобилей. Таким образом, он является лидером в этом направлении (а вовсе не Tesla). Автомобильный концерн Toyota – лидер рынка по производству гибридных авто.

В следующей части статьи будет подробно рассмотрен вопрос о том, что собой представляют перспективные гибридные и электрические автомобили, а также пойдёт речь об их основных узлах – электроприводах и аккумуляторах.



Komponenta®

официальный дистрибьютор фирмы **PowerTip** в России, предлагает со склада и под заказ дисплеи высокого разрешения



POWERTIP

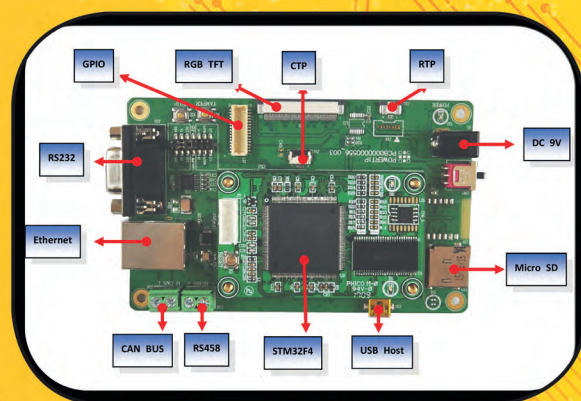
ОТЛАДОЧНАЯ ПЛАТА CORTEX M4 POWERTIP



Для быстрой и эффективной разработки Powertip предлагает оценочную плату M4, которая подходит для дисплеев TFT 3,5" ~ 7" с емкостной сенсорной панелью (опционально)

ОТЛАДОЧНАЯ ПЛАТА CORTEX M4: P05D00055-00 (СОСТАВ И ОСОБЕННОСТИ):

- Отладочный комплект оценочной платформы на базе STM32F429IGT6;
- Поддержка моделей серии Powertip 4 в 1: размеры 3,5", 4,3", 5" и 7" с одинаковым назначением контактов;
- Помогает сократить время разработки;
- Сенсорная панель (RTP резистивная/CTP емкостная).



На правах рекламы.



АО «Компонента»
+7 (495) 150-2-150

www.komponenta.ru
info@komponenta.ru

От идеи до устройства!

Кремниевая и арсенид-галлий-алюминиевая технология

Часть 8. Конструкторские и технологические разработки информационно-вычислительных устройств на базе 3D М ФЭФ М

Валерий Сведе-Швец (ooooes@mail.ru), Владислав Сведе-Швец, Максим Зиновьев (Москва)

В восьмой части статьи описываются конструкторские и технологические решения, используемые при создании информационно-вычислительных, коммутационных и радиолокационных устройств и систем на базе уникальных трёхмерных матричных фотон-электрон-фотонных модулей (3D М ФЭФ М), разработанных на основе мезонинной платы с применением металлокерамических корпусов PGA с многоканальными электрическими контактами и металлическими корпусами-разъёмами для применения в многоканальных оптических линиях связи.

ПОСТРОЕНИЕ ИНФОРМАЦИОННО-ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫХ КОМПЛЕКСОВ НА БАЗЕ 3D М ФЭФ М

На сегодняшний день в hi-tech сообществе не существует окончательного видения направлений развития элементной базы и архитектуры построения вычислительных систем эксафлопного класса. Концепция универсальной многоядерности сталкивается с проблемой конфликтного доступа множества ядер к общей памяти. В связи с этим возникает необходимость в принципиально новых, революционных решениях.

Исходя из вышеизложенного, предлагаются две концепции продвижения

решений по созданию высокопроизводительных информационно-вычислительных, коммутационных и радиолокационных устройств, систем и комплексов на базе 3D М ФЭФ М.

Первая концепция создания изделий на базе 3D М ФЭФ М предполагает их использование для связи абонентских устройств с удалёнными изделиями, в том числе с помощью модулей с АЦП-ЦАП и коммутатора аэрокосмического стандарта SpaceWire.

Вторая концепция предусматривает создание информационно-вычислительных устройств с разветвлённой прямой многоканальной оптической связью.

Конфигурации встраиваемых информационно-вычислительных, коммутационных и радиолокационных устройств, систем и комплексов строятся на базе платформы MicroTCA OM открытого стандарта MicroTCA.

КОНСТРУКТОРСКИЕ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ РАЗРАБОТКИ

Базовой конструкцией трёхмерных матричных фотон-электрон-фотонных модулей (3D М ФЭФ М) является мезонинная плата, на которую монтируются металлокерамические корпуса PGA с многоканальными электрическими контактами и металлическими корпусами-разъёмами для многоканальных оптических линий связи, с распайкой необходимых электронных и коммутационных электронных компонентов.

На рисунке 59 показаны конструкции 3D М ФЭФ М в разработанных исполнениях с мезонинной платой.

Данная конструкция подразумевает использование в устройствах с разнесёнными элементами 3D М ФЭФ М при создании информационно-вычислительной среды, в том числе подразумевающей конечных пользователей-абонентов.

На рисунке 60 приведена конструкция 3D М ФЭФ М с одиночным кристаллом. Данное исполнение применимо для одиночного абонента при работе с многопоточной оптической информацией.

На рисунке 61 представлена конструкция 3D М ФЭФ М с мезонинной платой в виде изделия в составе металлокерамического PGA-корпуса с использованием матрицы вертикально излучающих лазеров (3D М ФЭФ М ВИС VCSEL), коммутационного кремниевого функционального кристалла с элементами аналого-цифрового преобразования оптического излучения (3D М ФЭФ М ВИС Si) и многоканального оптического металлического корпуса-разъёма с матричным линзовым растром и двумя внешними электрическими разъёмами.

Преимущества представленной конструкции перед другими решениями

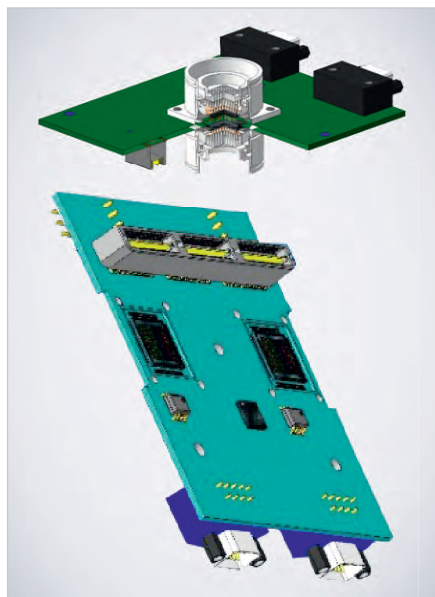


Рис. 59. Варианты конструкции мезонинной платы с 3D М ФЭФ М

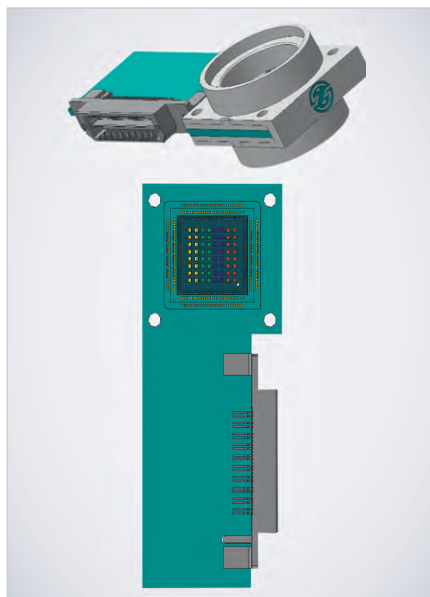


Рис. 60. Конструкция мезонинной платы с одиночным 3D М ФЭФ М

состоят в «горячей» замене основных элементов конструкции – функциональных кристаллов 3D МЭФ СБИС М.

На рисунке 62а представлена концепция вычислителя с 3D МЭФ М для многоканальной потоковой обработки информации с прямой оптической связью на базе механического интерфейса «планка Пикатинни».

Данная конструкция позволяет формировать произвольную длину конвейера потокового вычислителя. На рисунке 62б приведена фотография опытного образца данного вычислителя.

На рисунке 63 представлена реализация концепции формирования указанного вычислителя – конвейерный потоковый вычислитель.

На рисунке 64 приведена фотография опытного образца вычислителя с 3D МЭФ М для многоканальной потоковой обработки информации, используемыми при создании информационно-вычислительной среды, созданного для платформы μ TCA (MicroTCA OM).

Функционально ориентированная интегральная вычислительная среда перспективных бортовых вычислительных систем

В комплексах бортового оборудования летательных аппаратов (КБО ЛА) нового поколения образуется интегрированная многодатчиковая информационная среда без подразделения на отдельные подсистемы. В общем случае данная среда может включать следующие информационные каналы:

- радиолокационный канал;
- канал радиотехнической разведки;
- индикационно-информационный канал;
- оптико-электронный прицельно-навигационный канал;
- канал информационного подавления.

В концепции организации бортовых вычислительных систем (БВС) перспективных летательных аппаратов принята открытость архитектуры бортовых средств вычислительной техники (СВТ), базирующаяся на основе использования ограниченного набора унифицированных функциональных модулей – средств обработки и передачи информации, что позволяет создавать масштабируемые БВС с широким спектром функциональных характеристик.

Для передачи, хранения и обработки всё возрастающих потоков передаваемых данных перспективных БВС архи-

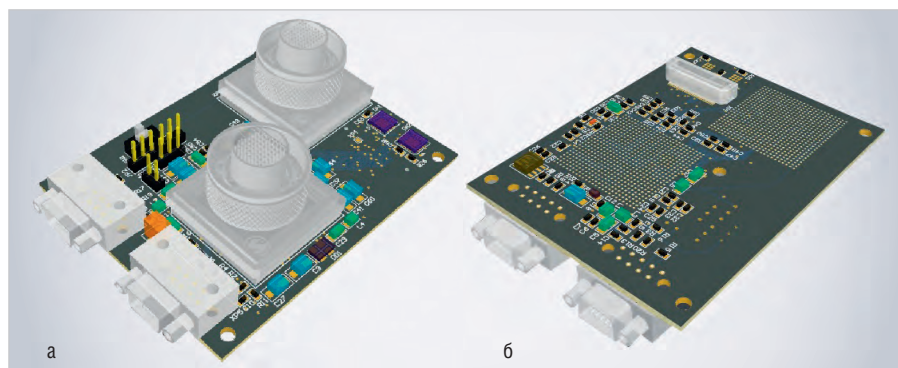


Рис. 61. Конструкция 3D МЭФ М с мезонинной платой в виде изделия в составе металлокерамического PGA-корпуса с 3D МЭФ СБИС VCSL и 3D МЭФ СБИС Si: а) лицевая сторона; б) обратная сторона



Рис. 62. Вычислитель с 3D МЭФ М на базе механического интерфейса «планка Пикатинни»: а) концепция; б) фотография опытного образца

тектурная организация средств информационного обмена должна постоянно развиваться. Например, сигналы от аналоговых датчиков в настоящее время преобразуются в цифровые потоки уже на ранней стадии их обработки, при этом благодаря повышению частоты квантования удаётся повысить объём собираемой информации (более 10^8 выборок/с). Таким образом, комплексирование на уровне датчиков обуславливает концентрацию обрабатываемой информации в централизованных высокопроизводительных процессорах цифровой обработки сигналов. Кроме того, всё чаще требуется преобразование аналогового видеосигнала в цифровую форму.

Высокая пропускная способность также необходима для обеспечения межпроцессорных соединений. Процессоры с равнодоступной памятью предполагается применять при реализации параллельных процессорных систем и технологии коммерческих суперкомпьютеров, с помощью которых возможно интенсифицировать вычисления, критические для выполнения задач авионики.

Создание структуры перспективной БВС на основе открытой масштабируемой информационно-вычислительной системы (ИВС) с непрерывно перестраиваемой структурой, ресур-

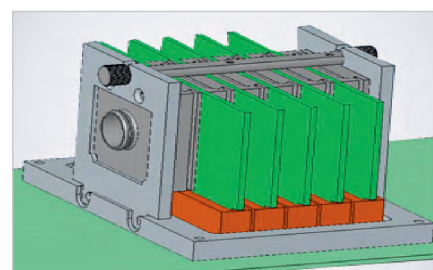


Рис. 63. Модель конвейерного потокового вычислителя

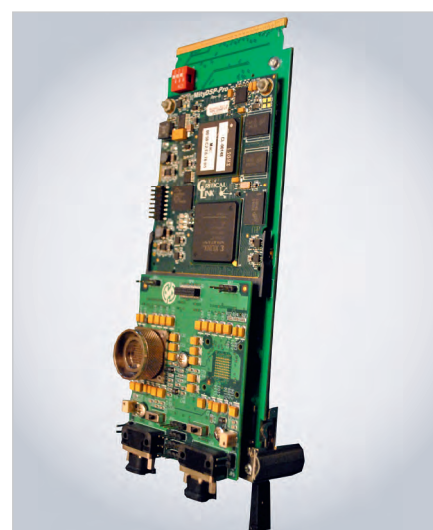


Рис. 64. Вычислитель с 3D МЭФ М для многоканальной потоковой обработки информации

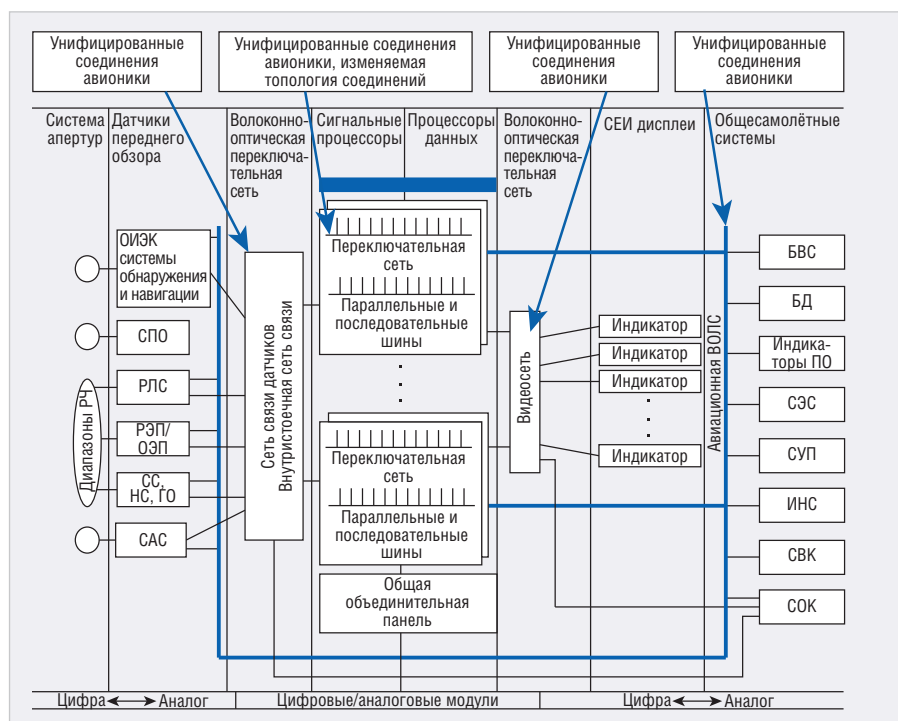


Рис. 65. Интегрированная БВС перспективных ЛА

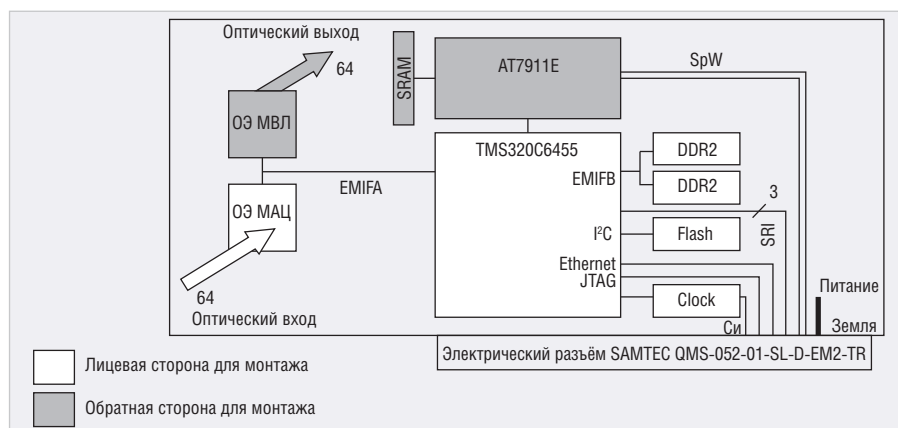


Рис. 66. Структурная схема 3D М ФЭФ М ИП

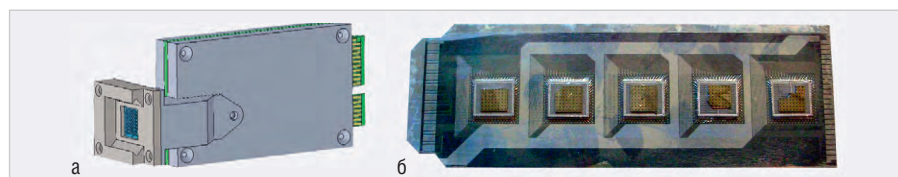


Рис. 67. Модель конструкции 3D М ФЭФ М ИП: а) макет; б) общий вид

сы которой могут перераспределяться произвольным образом, является сложной научно-технической проблемой. На рисунке 65 представлена интегрированная БВС перспективных ЛА.

Для того чтобы обеспечить построение ИВС, функциональные и надёжные характеристики которых будут отвечать требованиям перспективных КБО, необходима разработка бортовых СВТ следующего поколения высокоинтегрированных модульных бортовых средств обработки информации

на основе высокоскоростных сетевых интерфейсов, обеспечивающих совершенно новые качества и характеристики (масштабируемость, реконфигурируемость, повышенную производительность и пропускную способность) [1].

Для реализации интегрированных БВС перспективных ЛА предлагается использовать на базе 3D М ФЭФ М унифицированный интеллектуальный порт связи с электрическим стандартом SpaceWire и его реализацией с помощью волоконно-оптических многоканальных связей с

удалёнными портами – трёхмерный матричный фотон-электрон-фотонный модуль с интеллектуальными портами (3D М ФЭФ М ИП) для обработки и коммутации информации.

3D М ФЭФ М ИП С УНИФИЦИРОВАННЫМИ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫМИ ПОРТАМИ СВЯЗИ

3D М ФЭФ М ИП предназначен для подключения к конечным устройствам с помощью электрических и оптических связей, он реализует функции скоростного ввода/вывода, обработки и коммутации информации, обеспечивая интерфейсную связь с хост-ЭВМ, и при этом является электронной компонентной базой для разработки и серийного производства интегрированных комплексов бортового оборудования летательных аппаратов на основе концепции интегрируемой модульной электроники.

3D М ФЭФ М ИП реализует обмен информацией в сети по электрическим связям с топологией «точка – точка» (технология SpaceWire) и по многоканальным волоконно-оптическим линиям связи с топологиями «точка – точка», «точка – многоточие».

Таким образом, конечное устройство (датчик, микропроцессор, исполнительный механизм, подключенный к 3D М ФЭФ М ИП) образует интеллектуальный порт.

3D М ФЭФ М ИП – это гибридная сборка бескорпусных 3D М ФЭФ СБИС и корпусных полупроводниковых микросхем, смонтированных на металлокерамической подложке. Такой модуль имеет многоканальные оптические и электрические связи со следующими техническими характеристиками:

- число каналов с SpaceWire интерфейсом связи к конечным устройствам – 2;
- число оптических каналов ввода/вывода – 64;
- число оптических каналов интегральной матрицы коммутации – 64 (8×8);
- скорость приёма/передачи информации по оптическим линиям не менее 166 МГц;
- пропускная способность 3D М ФЭФ М ИП по оптическим каналам – 10 624 Гбит/с;
- набор периферийных интерфейсов – в соответствии с управляющим процессором TMS320C6455.

На рисунке 66 приведена структурная схема 3D М ФЭФ М ИП.

Конструкция 3D М ФЭФ М ИП представляет собой многослойную керамическую полосковую плату, изготовленную по технологии LTCC, с

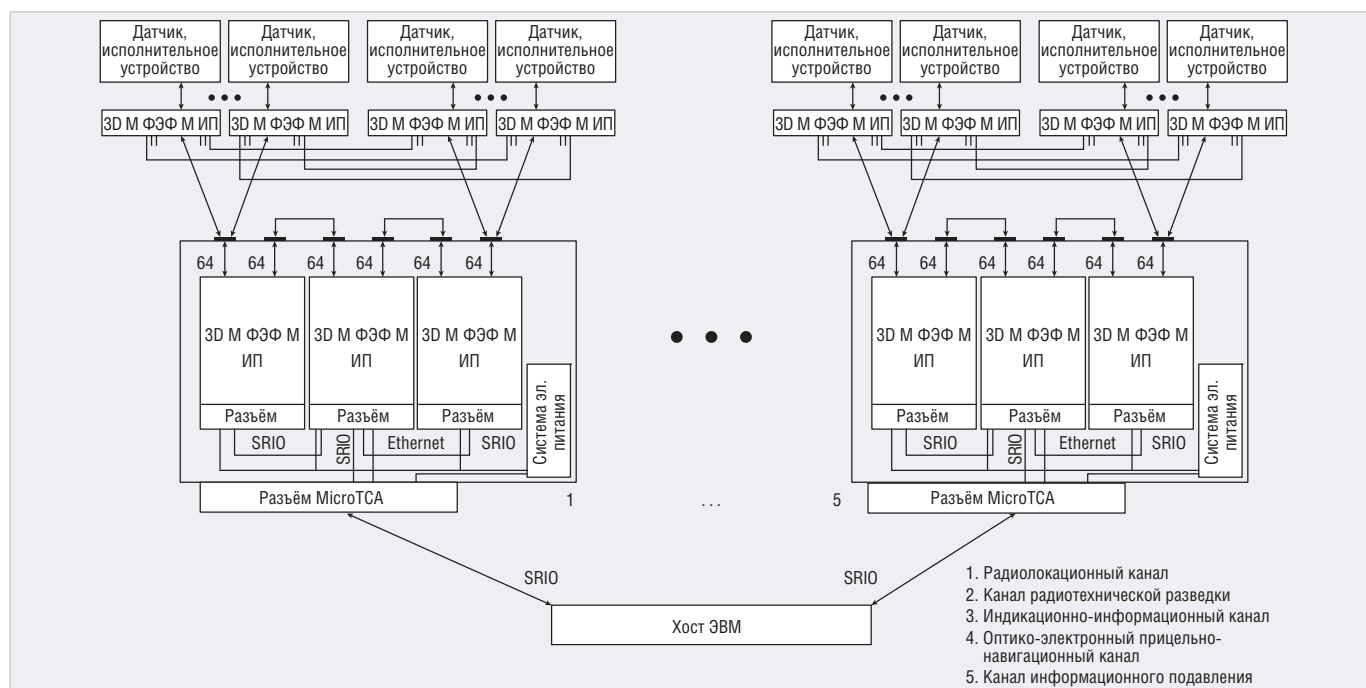


Рис. 68. Структурная схема интегрированной БВС перспективных ЛА на базе 3D М ФЭФ М ИП с резервированием

установленными на ней электронными и оптоэлектронными элементами, электрическими и оптическими разъёмами.

На рисунке 67 представлена модель конструкции 3D М ФЭФ М ИП.

3D М ФЭФ М ИП реализован на основе кристаллов 3D М ФЭ СБИС МА/Ц и 3D М ЭФ СБИС VCSL фирмы ООО «ОЭС», процессора TMS320C6455BGTZA фирмы Texas Instruments, микросхемы AT7911E фирмы Atmel, кристаллов памяти DDR2-K4T1G164QE**E7 фирмы Samsung (или Micron) и кристаллов памяти EEPROM – AT24C512BU2-UU фирмы Atmel.

3D М ФЭФ М ИП оснащён интерфейсами I²C, JTAG, ETHERNET, SRIO и предназначен для установки на мезонинной плате стандарта MicroTCA для высокопроизводительных информационно-вычислительных систем платформы MicroTCA OM.

Управление 3D М ФЭФ М ИП осуществляется с помощью одноплатной хост-ЭВМ платформы MicroTCA OM. Высокопроизводительная обработка информации осуществляется с помощью процессора TMS320C6455.

Производительность процессора TMS320C6455 в вычислениях с фиксированной точкой – 2,9 MIPS (млн инструкций в с) / мВт.

Пропускная способность разработанного 3D М ФЭФ М ИП по оптическим каналам теоретически составляет 10 624 Гбит/с. Пропускная способность 3D М ФЭФ М ИП по электрическому

интерфейсу SRIO – до 3,125 Гбит/с, по интерфейсу EMAC – до 1 Гбит/с.

3D М ФЭФ М ИП функционирует со штатным программным обеспечением одноплатной хост-ЭВМ платформы MicroTCA OM. На рисунке 68 представлена структурная схема интегрированной БВС перспективных ЛА на базе 3D М ФЭФ М ИП с резервированием.

Применение 3D М ФЭФ М ИП – унифицированных интеллектуальных портов с электрическими и оптическими связями на базе кристаллов 3D М ФЭ СБИС МА/Ц и 3D М ЭФ СБИС VCSL – позволяет в значительной степени улучшить тактико-технические, надёжностные, энергетические и весовые характеристики при реализации интегрированной БВС на базе стандарта SpaceWire по сравнению с существующим набором электронных компонентов.

На разрабатываемых самолётах перспективного направления бортовые вычислительные системы в партнёрстве с экипажем должны решать новый класс задач. Решение таких задач требует использования новой структуры бортовой цифровой вычислительной машины и алгоритмов – структур с элементами искусственного интеллекта, реализованных в унифицированных 3D М ФЭФ М ИП в соответствии с концепцией создания электронной компонентной базы для разработки и серийного производства интегрированных комплексов бортового оборудования летательных аппаратов на основе концепции интегрированной модульной авионики.

В следующей части статьи речь пойдёт о преобразователях оптико-электрического интерфейса (3D ФЭФ М ПОЭИ), многоканальных 3D ФЭФ-модулях абонентского сопряжения (3D М ФЭФ М АС) и многоканальных 3D ФЭФ-модулях высокоскоростных вычислений (3D М ФЭФ М ВВ), представленных в концепте решений по созданию высокопроизводительных информационно-вычислительных, коммутационных и радиолокационных устройств, систем и комплексов, с описанием технических характеристик и способов кодирования при обработке и передаче информации.

ЛИТЕРАТУРА

1. Павлов А.М. Принципы организации бортовых вычислительных систем перспективных летательных аппаратов: <http://asutp.ru/?p=600338>
2. Сведе-Швец В., Сведе-Швец Вл., Зинovieв М. Кремниевая и арсенид-галлий-алюминиевая технология: создание М ЭФ СБИС VCSL и М ФЭ СБИС Si. Часть 3. Современная электроника. 2017. № 5.
3. Сведе-Швец В., Сведе-Швец Вл., Зинovieв М. Кремниевая и арсенид-галлий-алюминиевая технология: конструктивные решения 3D М ФЭФ М. Часть 6. Современная электроника. 2018. № 1.
4. Сведе-Швец В., Сведе-Швец Вл., Зинovieв М. Кремниевая и арсенид-галлий-алюминиевая технология: конструкторские решения в области изготовления оптических трёхмерных матричных приёмо-передающих модулей 3D М ФЭФ М. Часть 7. Современная электроника. 2018. № 2.

НОВОСТИ МИРА

Использовать все возможности Industrie 4.0



Исследователи из трёх институтов Ахе-на совместно работают в Центре Фраунгофера «Сетевое адаптивное производство» (Fraunhofer High Performance Center “Networked, Adaptive Production”) над реализацией единой сети машин и датчиков. Сеть призвана оценивать все получаемые производственные данные с помощью интеллектуальных алгоритмов в режиме реального времени и адаптировать производственный цикл в соответствии с этими данными. Возможности сети будут продемонстрированы на выставке в Ганновере с 23 по 27 апреля 2018 года.

Конечная цель работы центра – создание единой и компьютеризированной среды производства.

Сегодня перед производством стоят две задачи, которые сложно или невозможно воплотить: индивидуальная обработка компонентов и оптимизация производства в режиме реального времени. Именно эту задачу и хотят решить исследователи. Они разрабатывают единую производственную среду, которая подходит для различных отраслей промышленности – от биомедицины до машиностроения. В Центре Фраунгофера хотят полностью использовать возможности Индустрии 4.0 для особо сложных производственных задач, примеры которых будут представлены на выставке в Ганновере.

Благодаря новому подходу удаётся «оцифровать» и связать в единую сеть реальную производственную среду. Чтобы это сделать, все производственные системы оснащаются многочисленными датчиками, которые непрерывно передают данные измерений с машин в центральную базу данных, причём делают это по беспроводной сети через мобильные сети 5-го поколения (5G). Собранные данные хранятся в специально разработанном облаке под названием Virtual Fort Knox, где обрабатываются и анализируются специально разработанными алгорит-

мами и программами. Этот анализ помогает выявить новые и неожиданные данные, которые можно соотнести с шаблонами процессов, например с вибрационными шаблонами, выявив, таким образом, что инструмент на станке изношен. Когда информация возвращается обратно в блок управления устройством, она вызывает предупреждение о необходимости замены инструмента.

Чтобы проиллюстрировать различные возможности оцифровки и подключения производственных мощностей, эксперты Института технологии производства объединились с коллегами из Института лазерной технологии и Института молекулярной биологии и прикладной экологии и создали шесть различных систем для отработки и демонстрации возможностей системы. В частности, были созданы производственные цепочки изготовления лопаток турбин, лекарств и аккумуляторов для электромобилей. При изготовлении компонентов турбин для авиационных двигателей первостепенное значение имеет точность и безопасность. В настоящее время лопасти турбин в основном фрезеруются из цельной титановой болванки с использова-

ВАКУУМНО-ЛЮМИНЕСЦЕНТНЫЕ ДИСПЛЕИ для жёстких условий эксплуатации

Яркость 600 кд/м²

Угол обзора 150°
(конусный)

Встроенные
контроллеры
управления

Символы высотой
5 и 9 мм

Вибрации от 10 до 500 Гц

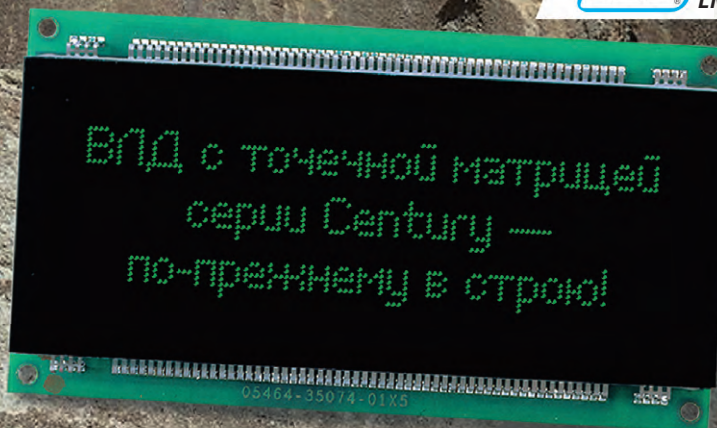
Удары до 20 г
(по каждой оси)

Ресурс от 40 000
до 100 000 часов

Диапазон рабочих
температур -40...+85°C



INDUSTRIAL
ELECTRONIC
ENGINEERS



ProSoft®

ОФИЦИАЛЬНЫЙ ДИСТРИБЬЮТОР

(495) 234-0636
INFO@PROSOFT.RU

WWW.PROSOFT.RU



Реклама

нием станков. При такой схеме не исключены вибрации, которые приводят к неточной обработке. Для решения этой проблемы в пилотной системе были установлены датчики, способные точно регистрировать отклонения до сотых долей миллиметра длительностью несколько миллисекунд. В будущем огромные объёмы данных, собранных в ходе этой процедуры, будут передаваться через сеть 5G в безопасное облако (Virtual Fort Knox). Только скорость 5G подходит для отправки команд управления станку в режиме реального времени и предотвращения вибраций до их возникновения.

Особенность нового высокопроизводительного центра в том, что данные о производстве и информация с датчиков хранятся отдельно для каждой единицы продукта в «цифровом двойнике», который содержит всю историю производства. Если в дальнейшем появляется брак, то можно проанализировать весь процесс и определить, где возникла ошибка. Анализ данных и отслеживание истории производства ценны не только для изготовления турбин, они пригодятся и для извлечения активных веществ из растений. В контролируемых условиях Инсти-

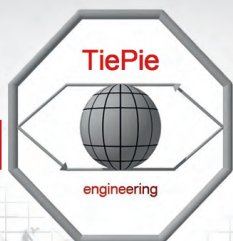
тута молекулярной биологии и прикладной экологии высаживают растения, выращивают их, биохимически изменяют для производства медицинских препаратов, а затем собирают. На последнем этапе активные ингредиенты экстрагируют из растения и выделяют.

Поскольку все растения развиваются по-своему и содержат разное количество активных ингредиентов, полезно проследить историю каждого из них, чтобы точно проанализировать условия роста и выработки активных веществ. В дальнейшем можно определить, при каких условиях растение особенно продуктивно, и постоянно адаптироваться под них. Сотрудники института проводят обширный анализ больших данных, чтобы выявлять и контролировать правильные параметры, влияющие на производство активных ингредиентов в растениях.

Сильной стороной центра высокопроизводительных вычислений в Ахене стала пригодность технологий оцифровки к различным областям применения. Например, в институте лазерной технологии исследователи адаптировали концепцию к производству ак-

кумуляторных модулей. Эти модули состоят из сотен или даже тысяч отдельных ячеек, которые необходимо сваривать и связывать друг с другом с помощью лазера. Это трудоёмкий процесс, который требует высокой надёжности, ведь если во время работы батареи из строя выйдет один шов, это может повлечь выход из строя всего модуля. Чтобы решить эту проблему, эксперты в Ахене решили использовать датчики для контроля сварки. В результате удалось контролировать качество лазерной сварки в реальном времени или отслеживать его в истории продукта. Кроме того, благодаря полной связности системы и непрерывному потоку данных в будущем можно будет сделать производство батарей более гибким. Сейчас производители обычно указывают место для установки и тип ячейки, однако при использовании новой системы для каждого приложения можно будет выбрать идеальный тип батареи с нужными характеристиками производительности и правильным размером, подходящими к спецификации автомобиля.

Fraunhofer Institute for Production Technology IPT



Новые стандарты измерений сигналов

Портативные приборы TiePie engineering с USB-интерфейсом



HANDYSCOPE HS6 DIFF

4-канальный USB-осциллограф с дифференциальными входами, высоким разрешением и частотой опроса:

- полоса частот входного сигнала 250 МГц
- частота дискретизации до 500 МГц
- разрешение 12, 14, 16 бит
- память 64 Мсэмпл
- встроенный генератор 30 МГц, разрешение 14 бит



HANDYPROBE HP3

Профессиональный USB-прибор с функциями мультиметра, осциллографа, спектроанализатора, логического анализатора:

- диапазон входного сигнала 0,2–800 В
- разрешение 10 бит
- максимальная частота дискретизации 100 МГц

ProSoft®

ОФИЦИАЛЬНЫЙ ДИСТРИБЬЮТОР

(495) 234-0636
INFO@PROSOFT.RU

WWW.PROSOFT.RU



Современные продукты и технологии Hamamatsu: линейные и двумерные КМОП-, N-МОП- и InGaAs-датчики изображения

Юрий Петропавловский (petropavlovski@inbox.ru)

В статье рассматриваются особенности активных пиксельных датчиков изображения компании Hamamatsu Photonics, приводятся параметры современных линейных и двумерных КМОП-, N-МОП- и InGaAs-датчиков изображения компании и описываются области их применения.

КМОП-датчики изображения, называемые также активными пиксельными датчиками APS CMOS (Active Pixel Sensor Complementary Metal Oxide Semiconductor), перекрывают те же области спектра, что и ПЗС-датчики, так как в них используются такие же светочувствительные элементы – фотодиоды. На этом сходство датчиков обоих типов в основном и заканчивается.

Как известно, принципиальным отличием КМОП-датчиков изображения является наличие в каждой пиксельной ячейке, кроме фотодиодов, дополнительных полупроводниковых устройств. В результате часть светочувствительной поверхности датчиков теряется, поскольку занята этими дополнительными устройствами, что, естественно, снижает общую чувствительность датчика.

Степень снижения чувствительности определяется отношением светочувствительной площади к общей площади пиксельной ячейки – этот параметр называется коэффициентом заполнения пикселя ($K_{\text{зп}}$, измеряется в %). Следует отметить, что речь идёт об однослойных полупроводниковых струк-

турах. Этот очевидный недостаток КМОП-датчиков может быть устранён при использовании многослойной технологии, когда фотодиоды располагаются в верхнем слое полупроводника, а различные дополнительные схемы – в глубинных слоях. В отличие от КМОП, в пиксельных ячейках ПЗС-датчиков нет каких-либо дополнительных схем ($K_{\text{зп}}=100\%$), поэтому их потенциальная чувствительность при прочих равных условиях выше.

Несомненным достоинством КМОП-датчиков изображения является возможность быстрого доступа к любой пиксельной ячейке по адресам XY, что позволяет увеличить скорость считывания (частоту кадров). Кроме того, это даёт возможность сканировать только определённые области изображения с более высокой скоростью. Другим важнейшим достоинством современных КМОП-датчиков изображения является их большая степень интеграции – на одном чипе, кроме APS, может быть размещено большое число аналоговых и цифровых микросхем, что значительно упрощает производство конечных устройств (видеокамер). В пределе возможна реализация камер на чипе с выводами питания и цифровых или аналоговых сигналов изображения.

КМОП-датчики изображения Hamamatsu

Компания Hamamatsu выпускает несколько десятков типов КМОП-датчиков изображения в четырёх группах [1]:

1. Линейные (CMOS Linear Image Sensor).
2. Двумерные, или плоскостные (CMOS Area Image Sensor).
3. Рентгеновские (X-ray CMOS Image Sensor).

4. Профильные (Profile CMOS Image Sensor).

Особенности двумерных (плоскостных) датчиков изображения рассмотрим на примере новейшего прибора S13101 (статус New, спецификация 2017 г., внешний вид представлен на рисунке 1).

Активный пиксельный КМОП-датчик изображения S13101 с разрешением SXGA (1280×1024 пикселей) характеризуется высокой чувствительностью в видимой и ближней инфракрасной областях спектра, высокой скоростью считывания (до 146 кадров в секунду) и большой степенью интеграции. Размеры светочувствительной области прибора – 9,472×7,578 мм, размеры пикселей – 7,4×7,4 мкм, при этом габариты датчика составляют 18×18×1,95 мм. Упрощённая структура прибора приведена на рисунке 2.

Основные области применения датчика, рекомендованные изготовителем: системы машинного зрения, системы управления движением (Tracking), системы наблюдения и охраны с использованием инфракрасного диапазона (Infrared Camera); системы распознавания положения и формы объектов в инфракрасном диапазоне.

Основные особенности и параметры датчика:

- построчный и полнокадровый режимы считывания (Rolling/Global Shutter Readout);
- регулируемый аналоговый усилитель с $K_{\text{у}}=1/2/8$;
- разрядность АЦП – 10 разрядов в высокоскоростном режиме, 12 разрядов в режиме высокой точности;
- спектральный диапазон – 400–1100 нм (спектральная характеристика датчика приведена на рисунке 3), максимальная чувствительность на длине волны 700 нм;
- напряжение питания +3,3 В, общий ток потребления – 280–330 мА;
- тактовая частота – 25–35 МГц;
- параметры прибора в цифровых единицах DN (Digital Number) в полнокадровом режиме считывания: уровень шумов RN (Random Noise) – 5 DN rms;

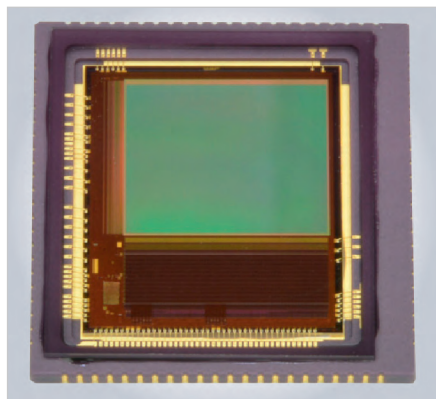


Рис. 1. Двумерный КМОП-датчик изображения S13101

фоточувствительность Sw на длине волны 555 нм – 8000 DN/лк·с; темновой уровень DS (Dark Output) – 10 DN/с.

- динамический диапазон – 53 дБ (не менее 46 дБ);
- диапазон рабочих температур – $-40...+85^{\circ}\text{C}$.

Активный пиксельный КМОП-датчик изображения S13102 (спецификация 2017 г.) с разрешением 640×480 пикселей имеет размер светочувствительной области $4,736 \times 3,552$ мм при тех же размерах пикселей, что и у S13101. Другие параметры прибора, отличающиеся от соответствующих параметров S13101:

- ток потребления аналоговых устройств – 70 мА (не более 110 мА), цифровых устройств – 50 мА (не более 80 мА);
- тактовая частота – 10–30 МГц;
- параметры прибора в цифровых единицах DN в полнокадровом режиме считывания: уровень шумов RN – 2,3 DN rms, фоточувствительность Sw на длине волны 555 нм – 5600 DN/лк·с, темновой уровень DS – 5 DN/с.
- динамический диапазон – 60 дБ (не менее 56 дБ).

В каталоге компании 2017 года представлено более 40 типов линейных (однострочных) КМОП-датчиков изображения с различным числом прямоугольных пикселей в строке. Основные области применения приборов: спектрофотометрия, системы для считывания (сканирования) изображений в различных областях спектра, аналитическое оборудование, датчики положения. Линейные КМОП-датчики изображения широко используются в спектрофотометрии (метод исследования и анализа веществ, основанный на измерении спектров поглощения в оптической области электромагнитного излучения). Следует отметить, что на практике спектрофотометрию часто отождествляют с оптической спектроскопией. Спектрофотометрия широко используется для изучения состава и строения веществ, соединений, красителей, аналитических реагентов, определения следов элементов в металлах, сплавах, исследования технических объектов, а также для качественного и количественного определения веществ в самых различных отраслях промышленности, аналитическом оборудовании и в других сферах деятельности.

Классификационные параметры линейных КМОП-датчиков изобра-

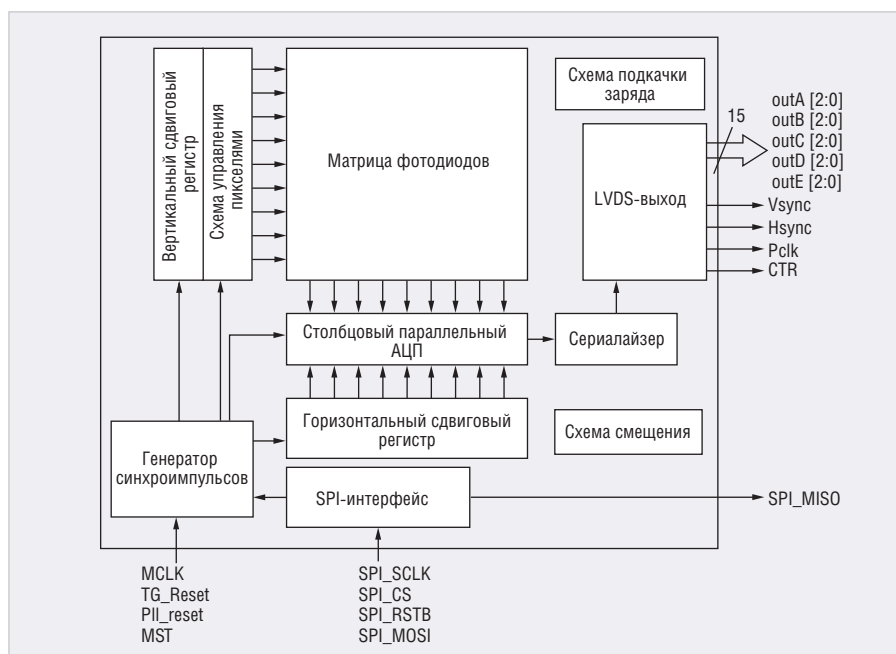


Рис. 2. Структура КМОП-датчика изображения S13101

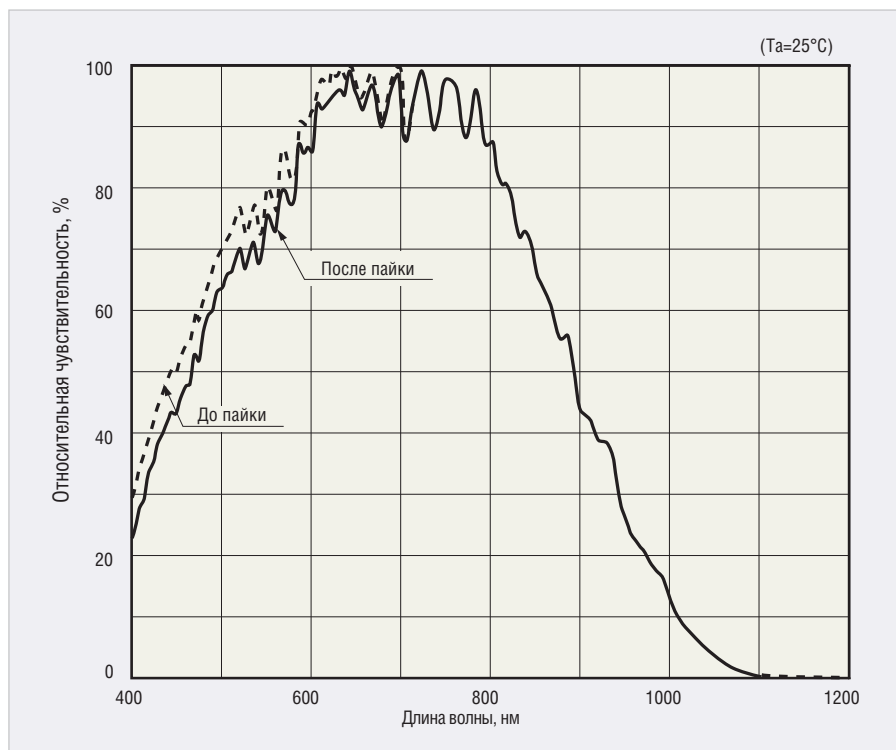


Рис. 3. Спектральная характеристика прибора S13101

жения представлены в таблице. В графе «Категория прибора» приведены отличительные особенности КМОП-датчиков, отмеченные изготовителем, однако они не являются исчерпывающими. Например, приборы в пластиковых корпусах могут быть высокочувствительными или быстродействующими.

Все КМОП-датчики изображения Hamamatsu, представленные в таблице, кроме видимой области спектра, перекрывают часть ближней

инфракрасной области (длины волн 740–1000 нм), а часть приборов – ближнюю (300–400 нм) и среднюю (200–300 нм) ультрафиолетовые области спектра. Горизонтальное разрешение приборов – от 64 до 4096 пикселей, причём размеры пикселей прямоугольной формы варьируются в широких пределах от 7 до 127 мкм по горизонтали и от 7 до 2500 мкм по вертикали. Рассмотрим особенности некоторых современных приборов, представленных в таблице, более подробно.

Параметры линейных КМОП-датчиков производства Hamamatsu

Тип прибора	Число пикселей	Размеры пикселей, мкм	Размеры изображения, мм	Спектральный диапазон, нм	Скорость считывания линий, линий/с	Категория прибора
S12198-1024-01	1024	25×500	25,6×0,5	200–1000	9487	Высокоскоростное считывание
S12198-512-01	512	25×500	12,8×0,5	200–1000	18 450	Высокоскоростное считывание
S13488	2048	14×42	28,672×0,042	400–1000	–	Высокая чувствительность
S10121-128-01	128	50×2500	6,4×2,5	200–1000	1923	Изменяемое время интеграции
S10121-256-01	256	50×2500	12,8×2,5	200–1000	969	Изменяемое время интеграции
S10121-512-01	512	50×2500	25,6×2,5	200–1000	486	Изменяемое время интеграции
S10122-128Q-01	128	50×500	6,4×0,5	200–1000	3846	Изменяемое время интеграции
S10122-256Q-01	256	50×500	12,8×0,5	200–1000	1938	Изменяемое время интеграции
S10122-512Q-01	512	50×500	25,6×0,5	200–1000	972	Изменяемое время интеграции
S10123-256Q-01	256	25×500	6,4×0,5	200–1000	1938	Изменяемое время интеграции
S10123-512Q-01	512	25×500	12,8×0,5	200–1000	972	Изменяемое время интеграции
S10123-1024Q-01	1024	25×500	25,6×0,5	200–1000	487	Изменяемое время интеграции
S10124-256Q-01	256	25×2500	6,4×2,5	200–1000	969	Изменяемое время интеграции
S10124-512Q-01	512	25×2500	12,8×2,5	200–1000	486	Изменяемое время интеграции
S10124-1024Q-01	1024	25×2500	25,6×2,5	200–1000	243	Изменяемое время интеграции
S11637-2048Q	2048	12,5×500	25,6×0,5	200–1000	4812	Высокоскоростное считывание
S11639-01	2048	14×200	28,67×0,2	200–1000	4672	Высокая чувствительность
S13496	4096	7×200	28,67×0,2	200–1000	2387	Высокая чувствительность
S12706	4096	7×7	28,67×0,007	400–1000	2387	Высокая чувствительность
S12443	2496	7×125	17,472×0,125	400–1000	3924	Пластиковый корпус
S11638	2048	14×42	28,672×0,042	200–1000	4672	Высокая чувствительность
S11108	2048	14×14	28,672×0,014	400–1000	4672	Высокая чувствительность
S11107-10	64	127×127	8,06×0,127	400–1000	111 111	Пластиковый корпус
S11106-10	128	63,5×63,5	8,06×0,0635	400–1000	64 935	Пластиковый корпус
S11105	512	12,5×250	6,4×0,25	400–1000	88 495	Высокоскоростное считывание
S11105-01	512	12,5×250	6,4×0,25	400–1000	88 495	Высокоскоростное считывание
S10226-10	1024	7,8×125	7,9872×0,125	400–1000	194	Пластиковый корпус
S10227-10	512	12,5×250	6,4×0,25	400–1000	9434	Пластиковый корпус
S10077	1024	14×50	14,336×0,05	400–1000	972	Цифровой выход
S9226-03	1024	7,8×125	7,9872×0,125	400–1000	194	Стандартный тип
S9226-04	1024	7,8×125	7,9872×0,125	400–1000	194	Стандартный тип
S9227-03	512	12,5×250	6,4×0,25	400–1000	9434	Стандартный тип
S9227-04	512	12,5×250	6,4×0,25	400–1000	9434	Стандартный тип
S8377-128Q	128	50×500	6,4×0,5	200–1000	3846	Стандартный тип
S8377-256Q	256	50×500	12,8×0,5	200–1000	1938	Стандартный тип
S8377-512Q	512	50×500	25,6×0,5	200–1000	972	Стандартный тип
S8378-1024Q	1024	25×500	25,6×0,5	200–1000	487	Стандартный тип
S8378-256Q	256	25×500	6,4×0,5	200–1000	1938	Стандартный тип
S8378-512Q	512	25×500	12,8×0,5	200–1000	972	Стандартный тип

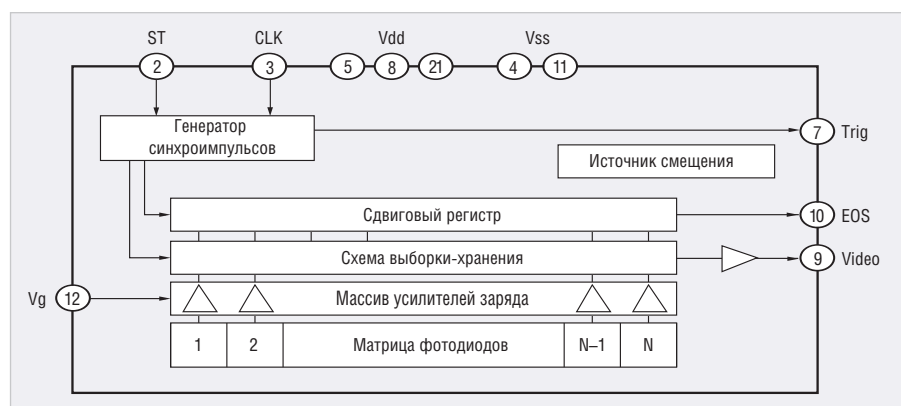


Рис. 5. Структура приборов серии S12198

Серия S12198 (статус New, спецификация 2017 г., внешний вид представлен на рисунке 4) – активные пиксельные КМОП-датчики изображения с малой неравномерностью спектральной характеристики в ближней и средней ультрафиолетовых областях спектра. Горизонтальные светочувствительные области датчиков состоят из 512

(S12198-512-01) и 1024 (S12198-1024-01) пиксельных ячеек размерами 25×500 мкм, ориентированных вертикально.

Структура приборов представлена на рисунке 5. В каждую пиксельную ячейку датчиков интегрированы фотодиод, усилитель заряда и устройство выборки хранения (УВХ), коммутация ячеек осуществляется импульсами гене-

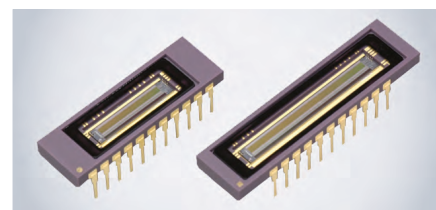


Рис. 4. Линейные КМОП-датчики изображения серии S12198

ратора синхроимпульсов. Выходной аналоговый сигнал снимается с вывода 9 (Video) микросхемы, с вывода 10 (EOS) снимается сигнал окончания сканирования строки. Приборы выполнены в керамических корпусах с кварцевым защитным стеклом. Основные особенности и параметры приборов:

- переключение коэффициента усиления пиксельных ячеек уровнем напряжения на выводе 12 (Vg), обеспечивается два ненормированных значения K_y – высокое и низкое;
- функция электронного затвора;
- встроенный генератор синхроимпульсов, управляемый внешним тактовым сигналом и импульсами запуска;
- напряжение питания +5 В, ток потребления – 32–61 мА;
- шум считывания – 1,1 мВ rms при высоком значении K_y , 0,6 мВ при низком значении K_y ;
- фоточувствительность при освещении лампой накаливания с цветовой температурой 2856 К – 189 и 42 В/лк·с для высокого и низкого значения K_y соответственно;
- динамический диапазон – 3000 при высоком K_y , 5500 при низком K_y ;
- Диапазон рабочих температур – –5... +85°C.

Серии S8377/S8378 (спецификация 2017 г., внешний вид представлен на рисунке 6) – активные пиксельные КМОП-датчики изображения с числом пикселей 128/256/512 и размерами 50×500 мкм (S8377) и с числом пикселей 256/512/1024 и размерами 25×500 мкм (S8378) обеспечивают регистрацию и считывание изображений в широком спектральном диапазоне от 200 до 1000 нм. Приборы выполнены в 8-выводных керамических корпусах с кварцевыми защитными стеклами и совместимы по выводам (габариты исполнений различны). В приборы интегрированы генераторы синхроимпульсов с внешним управлением, максимальная тактовая частота – 500 кГц, фоточувствительность датчиков при высоком значении K_y – 22 В/лк·с, при низком значении K_y – 4,4 В/лк·с.

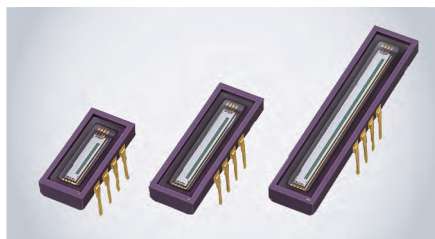


Рис. 6. Линейные КМОП-датчики изображения серий S8377/S8378

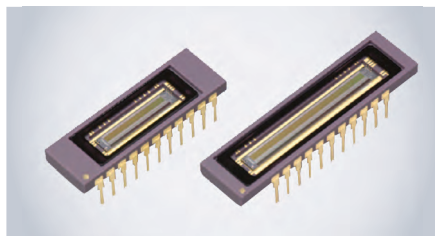


Рис. 7. Линейные КМОП-датчики изображения серии S11637

Серия S11637 (спецификация 2017 г., внешний вид представлен на рисунке 7) – активные пиксельные КМОП-датчики изображения с функцией электронного затвора и коммутируемым коэффициентом усиления с разрешением 1024 пикселя (S11637-1024Q) и 2048 пикселей (S11637-2048Q), упрощённая структура приборов приведена на рисунке 8. Датчики отличаются высокой скоростью считывания при максимальной тактовой частоте 10 МГц и высокой фоточувствительностью (153 В/лкс при высоком K_p). Приборы серии выполнены в керамических корпусах с кварцевым защитным стеклом без антибликового покрытия.

В каталоге компании 2017 года представлено четыре КМОП-датчика рентгеновского диапазона: приборы S10830, S10831 поставляются в виде отдельных микросхем (см. рис. 9), а S10834, S10835 – в виде модулей, включающих сами датчики и обеспечивающих их лёгкую установку в рентгеновские системы (см. рис. 10). Сами датчики представляют собой плоскостные активные пиксельные КМОП-датчики изображения с установленными на них сцинтилляционными пластинами, чувствительными к рентгеновскому излучению. Структура прибора S10830 приведена на рисунке 11. Прибор S10831 отличается большим разрешением (1300×1700 пикселей). Основные области применения датчиков: рентгеновские системы диагностики для стоматологии и других медицинских приложений, системы неразрушающего контроля в промышленности. Основные особенности приборов S10830/S10834 (в скобках – отличающиеся параметры S10831/S10835):

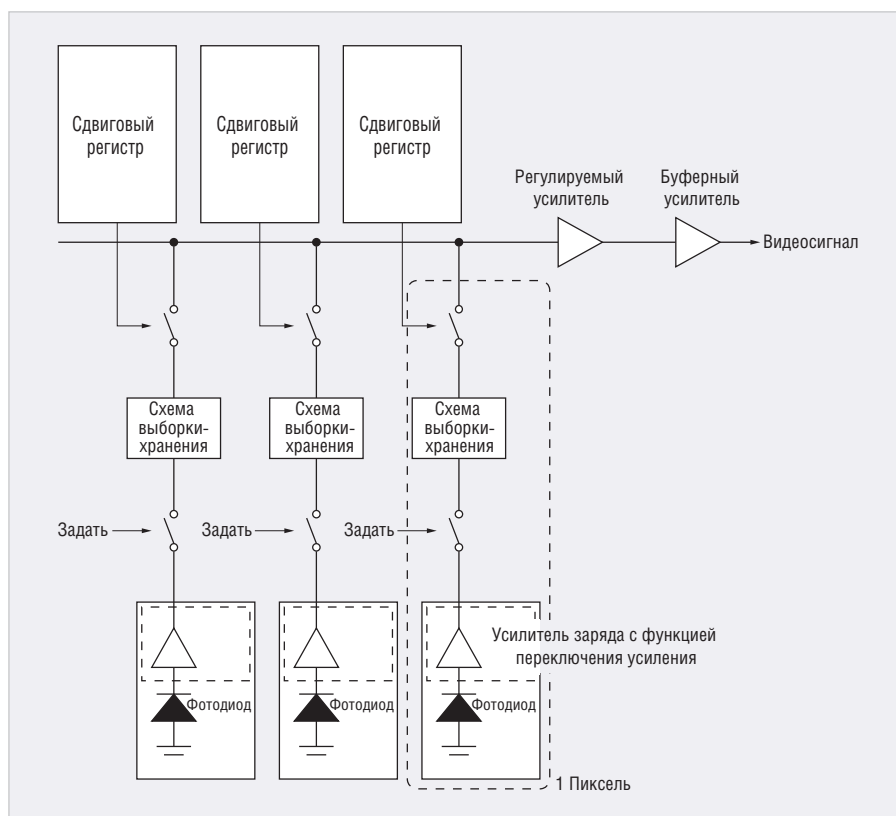


Рис. 8. Структура приборов серии S11637

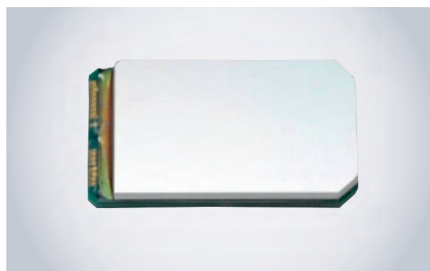


Рис. 9. Рентгеновский КМОП-датчик изображения S10830



Рис. 10. Модуль рентгеновского диапазона S10834

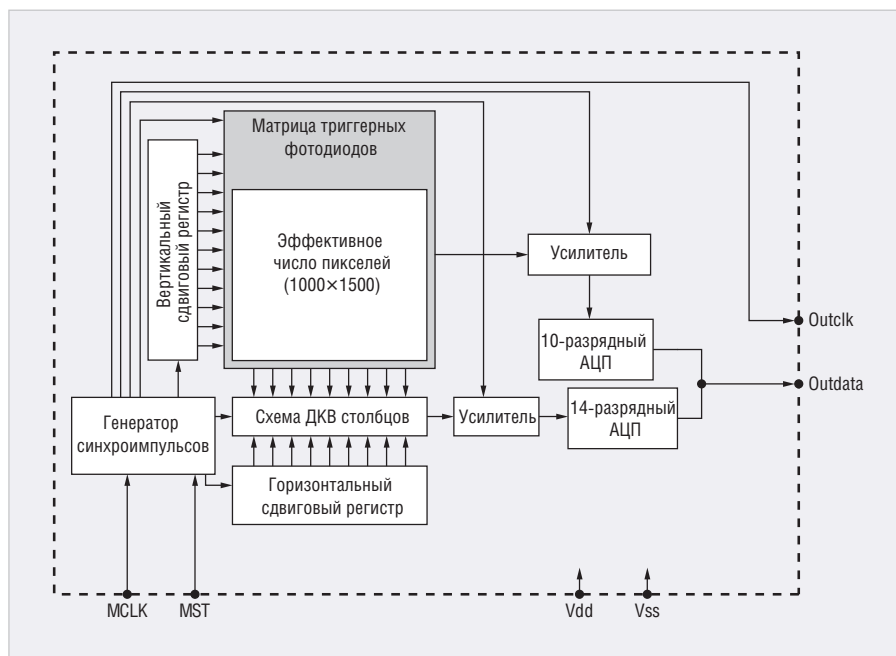


Рис. 11. Структура прибора S10830

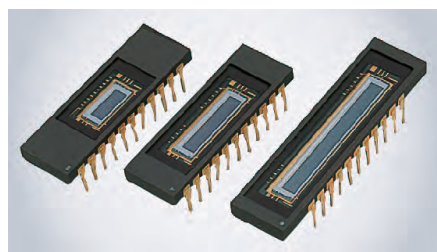


Рис. 12. Линейные N-МОП-датчики изображения серий S3921...S3924

- размеры пикселей – 20×20 мкм, размеры (Ш×В) изображения – 20×30 мм (26×34 мм);
- полнокадровый режим считывания со скоростью 0,9 кадров в секунду (0,6 кадров в секунду);
- 14-разрядный АЦП (виртуальный динамический диапазон 58 дБ);
- выходной интерфейс LVDS (тактовая частота 1–40 МГц).

N-МОП-датчики изображения HAMAMATSU

Компания Hamamatsu является одним из ведущих мировых производителей датчиков изображения, выполненных по технологии N-МОП (NMOS). Такие приборы работают в тех же областях спектра, что и сопоставимые по параметрам КМОП-датчики, однако существенным преимуществом N-МОП-датчиков является их способность линейной работы с более высокими уровнями ультрафиолетового излучения, что очень важно для ряда спектрофотометрических приложений. Размеры пикселей линейных N-МОП-датчиков изображения Hamamatsu достаточно велики, от 25×500 до 50×2500 мкм, что обеспечивает и более высокую чувствительность. В ассортименте компании представлено несколько десятков линейных N-МОП-датчиков изображения с разрешением от 128 до 2048 пикселей.

В каталоге компании 2017 года представлены следующие серии N-МОП-датчиков изображения: S3901...S3904, S3921...S3924 (спецификация 2017 г., внешний вид приведён на рисунке 12), S5930/S5931, S8380/S8381.

Структура датчиков представлена на рисунке 13, пиксельные ячейки приборов состоят из активных, холостых (Dummy) и антиблуминговых частей. В каждую активную пиксельную ячейку приборов входят фотодиод, накопительный конденсатор и ключевой N-канальный МОП-транзистор. Последовательное подключение ячеек к выходу производится импульсами регистра сдвига, управляемого внешними

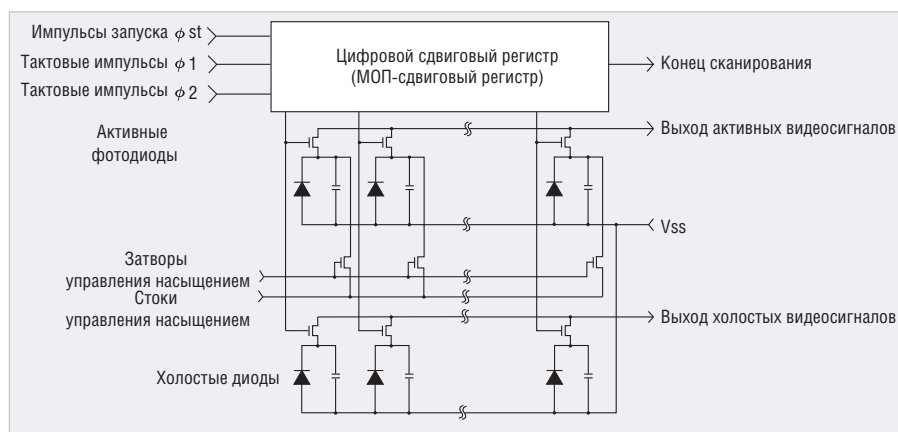


Рис. 13. Структура приборов серий S3921...S3924

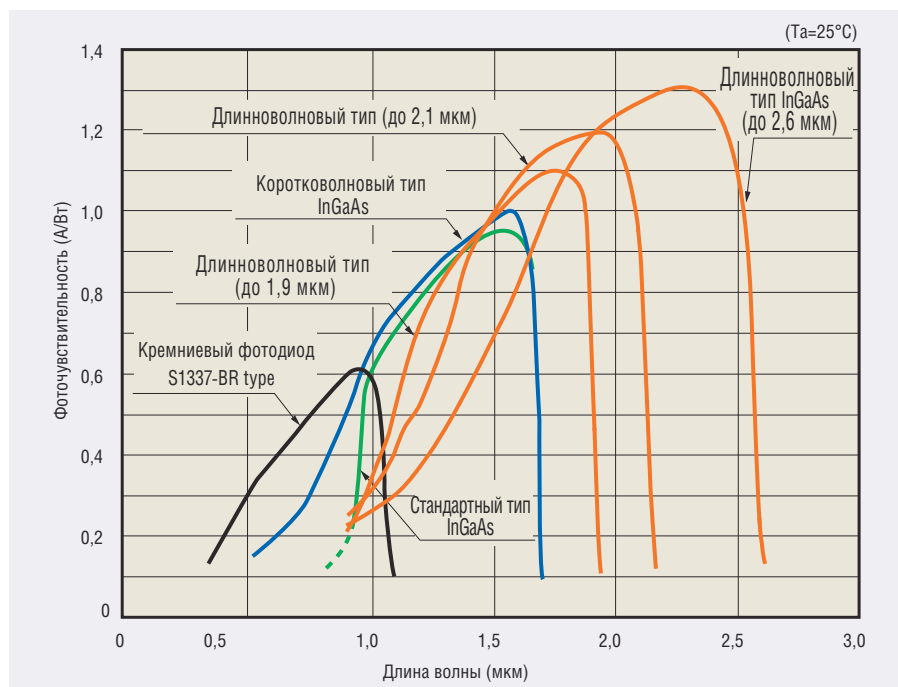


Рис. 14. Спектральные характеристики фотодиодов

ми тактовыми импульсами и импульсами запуска сканирования.

Светочувствительные поверхности холостых фотодиодов закрыты алюминиевой плёнкой, поэтому они не чувствительны к свету. На линии холостых ячеек в моменты коммутации ключей формируются такие же короткие шумовые всплески (Spike Noise), что и на активной линии. Сигналы с линии холостых ячеек могут быть использованы для подавления шумовых всплесков с помощью внешних схем.

Ключевые антиблуминговые МОП-транзисторы могут использоваться для борьбы с оптической пересветкой (блумингом) с помощью внешних управляющих сигналов для повышения уровня ограничения выходных сигналов фотодиодов при больших освещённостях.

Приборы выпускаются с токовым выходом (Current Output Type) и с выходом по напряжению (Voltage Output Type).

Приведём основные особенности приборов всех серий и индивидуальные отличия отдельных серий:

- высокая чувствительность в ближней и средней областях ультрафиолетового спектра с хорошей стабильностью;
- малый темновой ток и высокий заряд насыщения, обеспечивающие длительное время интеграции и широкий динамический диапазон при комнатной температуре;
- отличная выходная линейность (Output Linearity) и пространственная однородность чувствительности (Sensitivity Spatial Uniformity);
- S3901...S3904 – токовый выход, разрешение 128/256/512/1024 пикселей, малая мощность потребления (1 мВт);
- S3921...S3924 – выход по напряжению, разрешение 128/256/512/1024 пикселей;

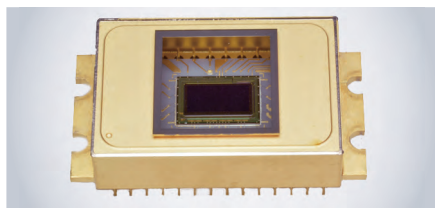


Рис. 15. Двумерный InGaAs-датчик изображения G13544-01

- S5930/S5931 – встроенный термоэлектрический элемент для охлаждения, разрешение 256/512/1024 пикселей;
- S8380/S8331 – повышенная чувствительность в инфракрасной области спектра, разрешение 128/256/512/1024 пикселей.

InGaAs-датчики изображения HAMAMATSU

Датчики изображения на основе арсенида галлия-индия обладают высокой чувствительностью в ближней инфракрасной области спектра (0,74...2,5 мкм). Для наглядности на рисунке 14 приведены спектральные характеристики чувствительности кремниевых фотодиодов и различных разновидностей InGaAs-фотодиодов. Компания выпускает как линейные, так и двумерные InGaAs-датчики изображения.

Основные области применения линейных приборов: измерители температуры, приборы для многоканальной спектрофотометрии, системы неразрушающего контроля, скрининг посторонних объектов, мониторы для волоконно-оптических DWDM-систем, системы оптической когерентной томографии, анализаторы оптического спектра.

Основные области применения двумерных InGaAs-датчиков изображения: визуализация объектов в инфракрасной области спектра, тепловизоры, измерение параметров лазерного излучения, системы обнаружения скрытых изображений в ближней инфракрасной области спектра, скрининг посторонних объектов.

В каталоге компании 2017 года представлено восемь типов двумерных InGaAs-датчиков изображения с разрешением от 64×64 пикселя (G11097, G12460) до 640×512 пикселей (G13393). Одним из последних разработанных приборов этой группы является гибридный датчик изображения G13544-01 (статус New, спецификация 2017 г., внешний вид представлен на рисунке 15). Прибор, выполненный в 28-выводном металлическом корпусе размерами 38×25 мм с защитным стеклом из сапфира с антибликовым покрытием, состоит из двух

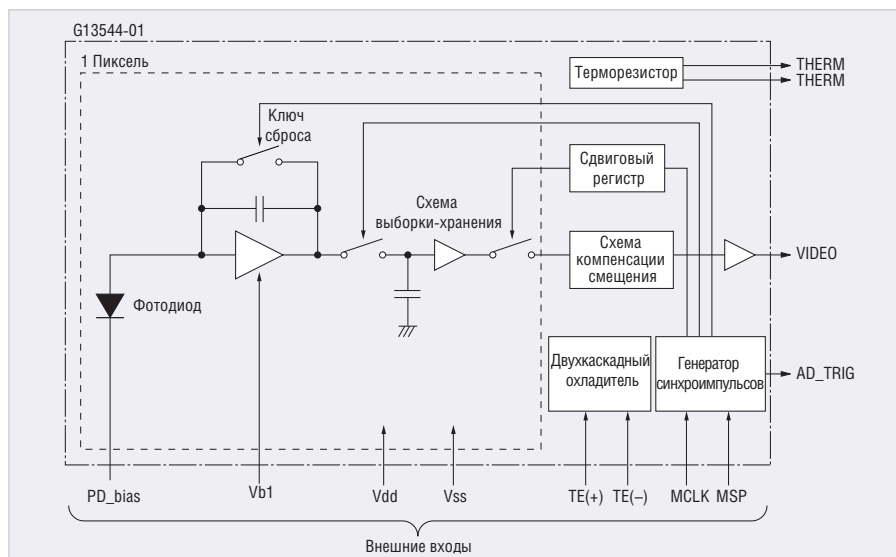


Рис. 16. Структура прибора G13544-01

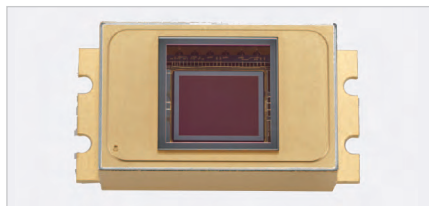


Рис. 17. Двумерный InGaAs-датчик изображения G13393-0909W

частей – интегральной КМОП-схемы считывания и матрицы InGaAs-фотодиодов с общим разрешением 192×96 пикселей размерами 9,6×4,8 мм, размер пикселей – 50×50 мкм. В прибор также интегрирован двухступенчатый термоэлектрический охладитель (элементы Пельтье).

Прибор характеризуется высокой фоточувствительностью (1,1 А/Вт на длине волны 1,75 мкм) в ближней инфракрасной области спектра с длинами волн 1,12...1,9 мкм, максимальная скорость считывания – 867 кадров в секунду в полнокадровом режиме. Простое управление обеспечивается за счёт применения встроенного генератора синхроимпульсов с внешним запуском.

Фотодиоды и другие электронные компоненты в приборе сгруппированы в четыре одинаковых блока по 48×96 пиксельных ячеек каждый, выходные видеосигналы блоков выводятся отдельно по четырём шинам Video 1...Video 4. Структура блоков приведена на рисунке 16, пунктиром на рисунке выделена одна пиксельная ячейка.

Двумерный InGaAs-датчик изображения G13393-0909W имеет наибольшее разрешение 640×512 пикселей размерами 20×20 мкм (спецификация 2017 г., внешний вид представлен на рисунке 17). Фотодиоды и другие электронные ком-

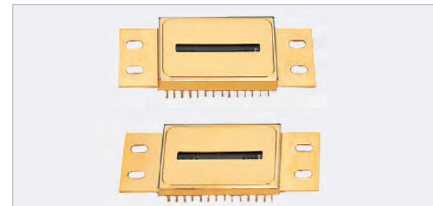


Рис. 18. Линейные InGaAs-датчики изображения серий G11508, G11475...G11478

поненты в приборе также сгруппированы в четыре блока по 160×512 пиксельных ячеек. Отличием структуры блоков приборов от структуры, представленной на рисунке 16, является отсутствие усилителей в пиксельных ячейках и наличие дополнительных выходов видеосигналов Video_R1...Video_R2. Прибор работает в диапазоне длин волн 0,95...1,7 мкм, при этом фоточувствительность на длине волны 1,55 мкм составляет 0,8 А/Вт. Конструктивно датчик выполнен в таком же корпусе, что и прибор G13544-01, размеры светочувствительной матрицы – 12,8×10,2 мм.

В каталоге компании 2017 года представлено несколько серий линейных InGaAs-датчиков изображения: G11508, G11475...G11478 (спецификация 2017 г., внешний вид приведён на рисунке 18). Приборы этих серий обеспечивают разрешение 256 и 512 пикселей, размеры пикселей – 50×500, 25×500, 50×250, 25×250 мкм. Основные области применения приборов: многоканальная спектрофотометрия, температурные измерения, неразрушающая инспекция объектов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Hamamatsu Photonics. Image sensors: <http://www.hamamatsu.com/eu/en/product/category/3100/4005/index.html>



НОВОСТИ МИРА

«УМНЫЕ» СТАНКИ
для гибкого производства

Партнёрский консорциум SmartFactoryKL показал рабочую станцию с улучшенным человеко-машинным интерфейсом в рамках демонстрации возможностей завода эпохи четвёртой промышленной революции. Её особенность состоит в том, что компьютерная оболочка максимально интегрирована в производственный процесс. Кроме того, рабочая станция оснащена вспомогательной системой с интуитивным управлением.

Рабочая станция передаёт данные через унифицированную архитектуру OPC, что роднит её с автоматизированными производственными модулями (которые можно напрямую к ней подсоединить). Прямая связь осуществлена через автоматически управляемые транспортные средства – роботов, которые перевозят изделия от различных станков к станции и обратно. Конечный пункт маршрута определяется планом производства и доступностью станков.

Вспомогательная система получает заказы прямо на дисплей оператора с помощью простого пользовательского интерфейса. Его переработали, чтобы внедрить «стыков-

ку» с роботом-транспортёрщиком. Оператор подтверждает доставку продукта от робота и может при необходимости запросить дополнительную поставку через пользовательский интерфейс. Это позволяет оператору активно влиять на производственный процесс. Новый подход позволяет гибко реагировать на потребности в производстве: можно перевести его в ручной или полуавтоматический режим, а можно оставить полностью автоматическим.

Различные детали, например крышки или клипсы, хранятся на рабочей станции в отдельных контейнерах. Оператор выбирает нужные и собирает их в готовый уникальный продукт. Система с помощью тензодатчиков автоматически вычисляет текущий уровень заполнения каждого контейнера на основе веса. Полученные таким способом данные облегчают инвентаризацию складской продукции. Кроме того, каждый контейнер оснащён RFID-меткой для идентификации.

На следующем этапе развития рабочей станции концепция Plug & Play будет реализована на уровне тензодатчика: когда контейнер помещается на тензодатчик, система автоматически распознаёт его бла-



годаря RFID-метке и регулирует процесс производства.

Дальнейшее развитие систем помощи в сборке предоставит больше возможностей для оператора, поскольку установка рабочих станций станет ещё проще. Цель – создать интуитивно понятную систему помощи оператору, которая не потребует от него специальных навыков в ИТ-сфере. Необходимое программное обеспечение работает в фоновом режиме и для оператора остаётся невидимым. Использование современных технологий позволяет оператору легко контролировать и адаптировать производственную линию. В результате производство получается более гибким.

www.smartfactory.de

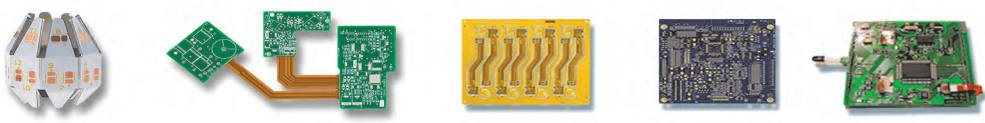


ICAPE GROUP

Компания ООО «Айкейп Рус»

ПЕЧАТНЫЕ ПЛАТЫ ИЗ КИТАЯ

- **27** заводов по производству печатных плат всех степеней сложности
- **IQTS** Сервис быстрого изготовления печатных плат (от 1 дня)
- Двойной контроль качества в собственной лаборатории
- **15 миллионов** плат производятся нами ежемесячно



ЗАКАЗНЫЕ ТЕХНИЧЕСКИЕ ДЕТАЛИ

- **50** заводов по производству технических деталей
- Быстрая доставка до двери и техническая поддержка

LED/LCD дисплеи



Моточные изделия



Кабельная сборка



Разъемы



Корпуса



и многое другое....

Реклама

www.icape-group.com/ru

Tel: +7 495 668 11 33 order@icaperussia.com

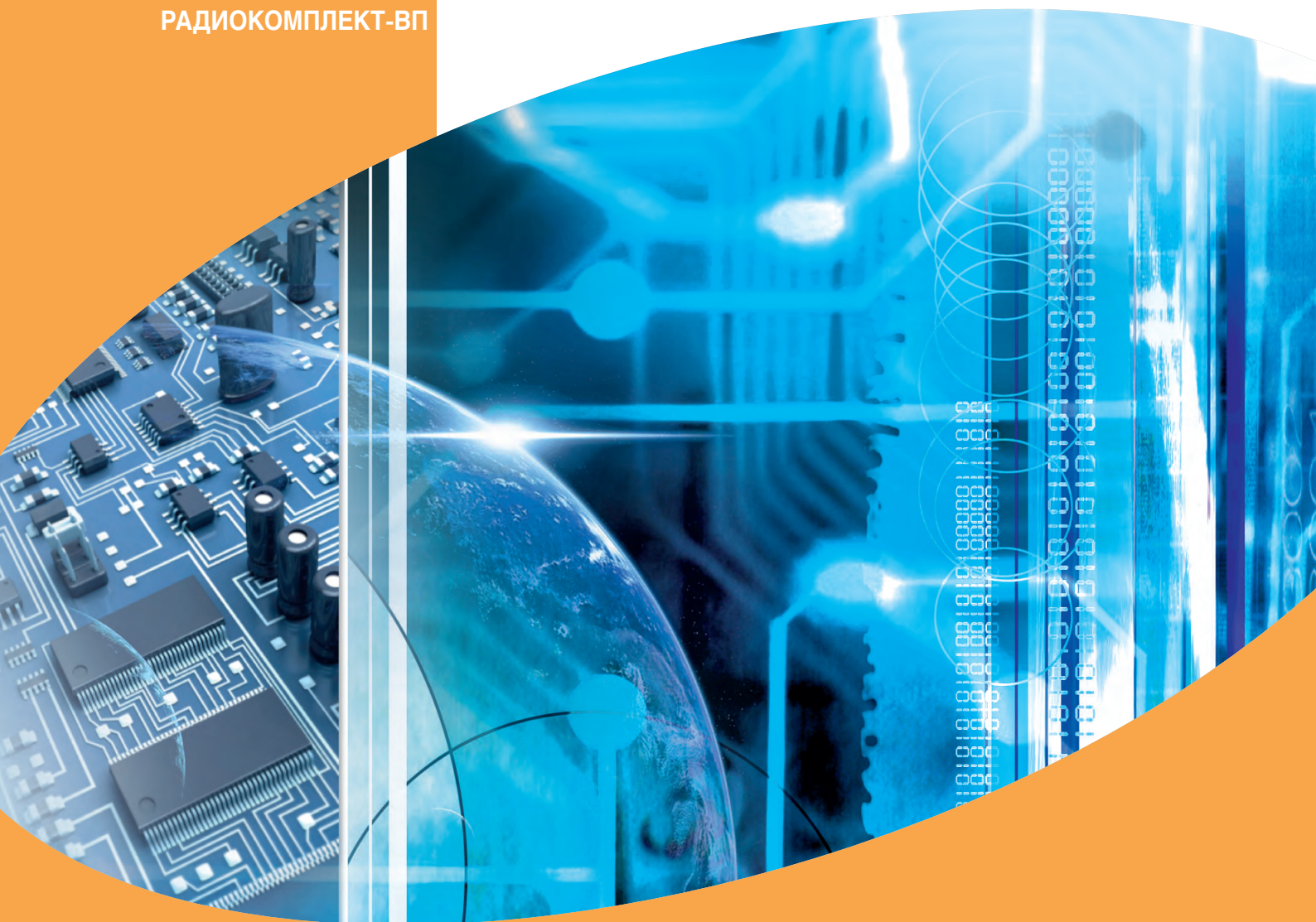




РАДИОКОМПЛЕКТ-ВП

ПОСТАВЩИК ЭЛЕКТРОННЫХ КОМПОНЕНТОВ

российских и зарубежных производителей



- Комплексная поставка электронных компонентов импортного производства, стран СНГ и России
- Печатные платы, твердотельные накопители
- Инверторы, конвертеры, источники питания, зарядные устройства для всех типов аккумуляторов
- Постоянно в наличии весь ряд SMD-компонентов и электрических соединителей
- Работаем в соответствии с основными федеральными законами №223-ФЗ от 18.07.2011, №44-ФЗ от 05.04.2013, №275-ФЗ от 29.12.2012
- СМК соответствует требованиям ГОСТ ISO 9001-2011, ГОСТ РВ 0015-002-2012, ЭС РД 009-2014, ЭС РД 010-2015

Быстроразъёмные соединения «Штойбли» для теплоносителей в системах жидкостного охлаждения

Александр Бекмачев (bae@favorit-ec.ru),
Андрей Юриков (a.yurikov@staubli.com)

Миниатюризация блоков электроники приводит к росту удельной выделяемой мощности и поэтому требует применения эффективных систем охлаждения. К настоящему моменту наибольшее распространение получили теплообменные системы с жидким энергоносителем. В статье рассмотрены современные быстроразъёмные соединители для жидкостных и газовых магистралей в системах терморегулирования блоков электроники и системах кондиционирования рабочих отсеков, которые позволяют снизить стоимость эксплуатации, уменьшить или исключить простой оборудования и повысить надёжность систем.

Конструкторы и разработчики аппаратного обеспечения для силовой электроники в железнодорожной, автомобильной и авиационной технике сходятся во мнении, что наиболее эффективным способом снижения энергетических затрат и миниатюризации являются системы с жидкостным охлаждением.

В качестве жидкости для охлаждения, в зависимости от задач и условий

применения, может быть использована вода различной степени очистки и с различным содержанием ингибиторов, антифризы, различные фторуглеродные хладагенты или даже жидкий азот. В настоящее время для компонентов и блоков электроники с интенсивным продолжительным или значительным пиковым тепловыделением широко применяются два типа охлаждения: прямое (методом погружения в диэлектрическую охлаждающую жидкость) и косвенное. Каждый способ имеет как свои достоинства, так и недостатки. Эффективность работы прямого охлаждения наиболее высока, т.к. этот метод позволяет отводить тепло непосредственно от тепловыделяющих электронных узлов. Его основные недостатки – это трудоём-

кость в обслуживании и большой объём охлаждающей жидкости. При этом данный способ охлаждения находит своё применение, например, в стационарных устройствах или в необслуживаемых системах с герметичным объёмом.

Под косвенным подразумевается такой метод охлаждения, когда элементы располагаются на охлаждаемой плите, в которой выполнены каналы для циркуляции по ним жидкости. При изготовлении таких плит применяют различные технологические методы – от сверления и фрезерования до пайки и сварки – с целью обеспечения максимального теплоотвода в местах расположения тепловыделяющих электронных блоков. Материалами для плит служат сплавы на основе металлов с высоким коэффициентом теплопроводности, обычно – меди и алюминия. Плиты изготавливают как из мономатериала, так и из биметаллов. Необходимо отметить, что сочетание химически активных металлов (медь и алюминий), электрических токов высокой частоты, жидкостей и озона создаёт дополнительные проблемы, связанные с возникновением условий для электрохимической коррозии, кроме того, некоторые теплоносители склонны к образованию коллоидных взвесей и подвержены заражению

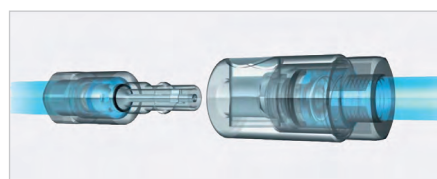


Рис. 1. Конструкция быстроразъёмного соединителя для жидкости и газа

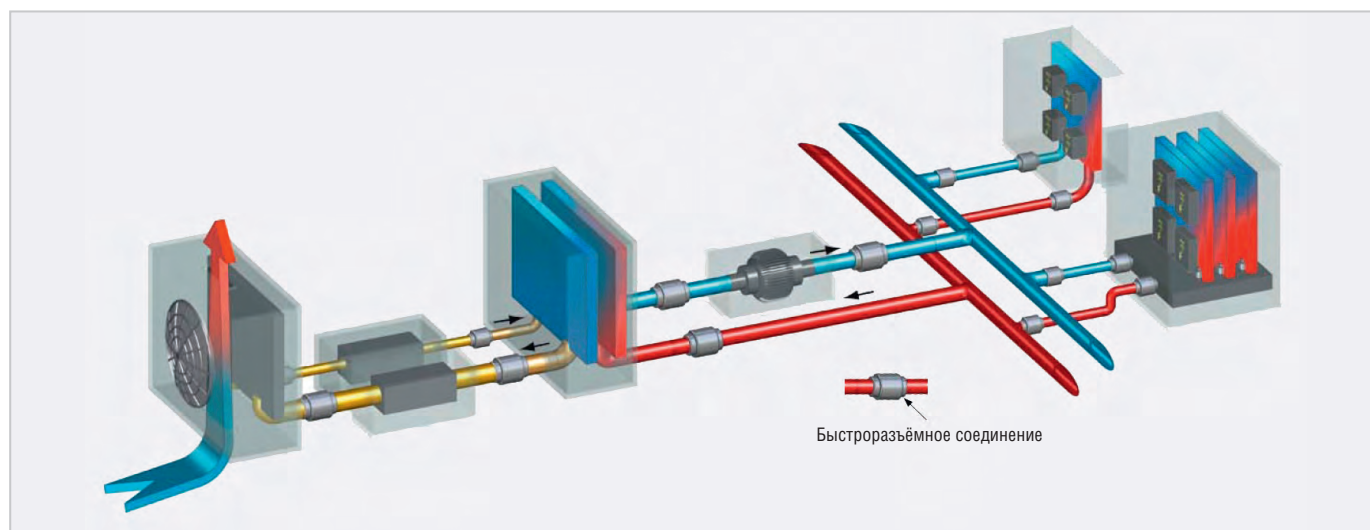


Рис. 2. Типовая конструкция жидкостной системы охлаждения блока электроники с использованием БРС

микроорганизмами. Для предотвращения этих проблем применяют сочетаемые материалы, вводят ингибиторы, используют системы фильтрации и очистки.

Вместе с тем требования к режиму работы техники зачастую могут быть очень жёсткими и не допускать даже кратковременной её остановки для проведения профилактических или регламентных работ. В этом случае становится невозможным слив жидкости из системы жидкостного охлаждения, возникает вероятность завоздушивания и возникновения утечек. Решением проблемы является конструкция с подключением независимых взаимозаменяемых охлаждающих модулей или с переключением на резервные магистрали теплоносителя.

Для такого рода коммутации используются специальные высоконадёжные быстроразъёмные соединения (БРС) производства компании «Штойбли» (STÄUBLI). При разработке этих соединителей были учтены все упомянутые условия и требования, предъявляемые разработчиками электроники к системам жидкостного охлаждения. Соединения выполнены из материалов

с высокой чистотой обработки поверхности и со специальными покрытиями, имеют уплотнения, подходящие для постоянной работы с металлами и жидкостями контуров охлаждения. Соединения соответствуют требованиям к вибрационным, ударным и температурным нагрузкам, предъявляемым заказчиком. Кроме того, разъёмы соответствуют параметрам непроницаемости и герметичности не только во время работы, но и в моменты соединения/разъединения контуров, имеют при этом большой запас по рабочему давлению и гарантируют минимальные гидравлические потери в разъёмах. Герметичность обеспечивается наличием тарельчатых или игольчатых клапанов в муфте, ниппеле либо в обеих частях соединителя. Наличие клапана также повышает безопасность обслуживания магистралей под давлением, поскольку при размыкании линии сначала снимается давление, а лишь затем происходит физическое разделение соединения. Ещё одной мерой повышения безопасности является применение в составе соединителей узлов блокировки и механизма сброса давления маги-

страли с нормированным порогом срабатывания. Механическая и цветовая кодировка исключают неправильное подключение цепей, а широкий выбор материалов уплотнительных элементов обеспечивает надёжную работу с различными типами энергоносителей, включая агрессивные, высоко- и низкотемпературные. Конструкция типичного БРС показана на рисунке 1.

Как муфта, так и ниппель могут монтироваться и на панель, и на трубопровод. Соединители разных серий имеют конструктивные особенности, обусловленные способом их применения в составе теплообменных контуров.

Наибольшее количество вариантов конструктивного исполнения предназначено для моноконтуров, существуют и специально разработанные «врубные» соединения для блочного, группового подключения.

Под моноконтуром подразумевается разводка магистральной линии по потребителям или подключение одной линии к другой. Пример законченной системы жидкостного охлаждения на моносоединениях приведён на рисунке 2.

МЫ РАСТИМ БУДУЩЕЕ...

ЭЛЕКТРОННЫЕ КОМПОНЕНТЫ

Россия, 105318, Москва, Семеновская площадь, д.7, e-mail: info@favorit-ec.ru, тел/факс: +7(495) 627 76 24, www.favorit-ec.ru

Logos of various electronic component manufacturers are displayed, including: STÄUBLI, NICOMATIC, ИНТЕГРАЛ, МИКРО ЭЛЕКТРОНИКИ, МИПАНД, АЛСИНЕЛ, Multi-Contact, АМТРОН, АЕДОН, KB системы, TESLA ELECTRIC, Great River Technology, ChipStar, RD ALFA, APSELOS, NESSCAP, Microsemi, WAGO, micross, CYPRESS, CRANE, IOR HiRel, XP EMC, TDK-Lambda, Grayhill, KYOCERA, SHARP, CREE, Switchcraft, LITEX, LUMINEO, RAYSTAR, anadigm, RDC, Wolf speed, CRANE AEROSPACE & ELECTRONICS, amu, ИНЕРЦИАЛЬНЫЕ ДАТЧИКИ, HUMMEL, MENTOR.



Рис. 3. БРС для моносоединений: а) соединитель серии SPH; б) соединитель серии SPT; в) соединитель серии RME; г) соединитель серии HPX; д) соединитель серии CBI; е) соединитель серии HCB

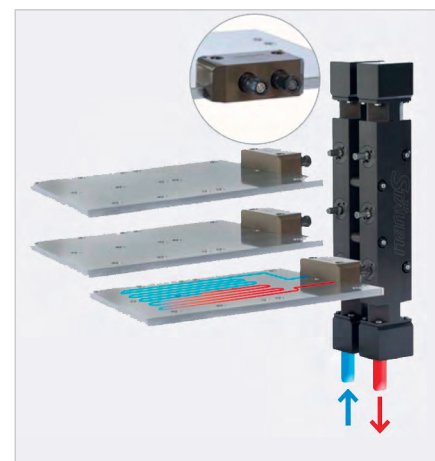


Рис. 4. Концепция системы жидкостного охлаждения блочного типа



Рис. 5. Соединители для «врубных» соединений (внешний вид и принцип работы): а) соединитель серии CGO с компенсацией перекося; б) соединитель серии CGD с компенсацией радиальных смещений



Рис. 6. Пример набора мультиконтактного соединителя CombiTac

Типичные соединители для таких задач – SPH, SPT, RME, HPX, CBI, HCB, изготовленные из никелированной латуни, алюминия или нержавеющей стали. Они имеют различные виды запирания: шариковое, байонетное, с трещоткой и др. Примеры моделей приведены на рисунке 3.

При изготовлении по заказу могут быть использованы другие материалы корпуса, а также согласованные материалы уплотнителей. Соединители могут оснащаться широким набором стандартных хвостовиков, пылезащитными колпачками, виброзащитными кольцами.

С помощью «врубных» или блочных соединений можно производить удалённое подключение к коллектору в недоступных зонах при несоосности и перекосах до ± 1 мм, что позволяет разработчикам электронных устройств не заботиться об увеличении точности изготовления механических узлов, а сконцентрироваться на выполнении требований технического задания к самому устройству (см. рис. 4).

Конструкции соединителей CGO с компенсацией перекося и CGD с компенсацией радиальных смещений для «врубного» подключения показаны на рисунке 5.

Указанные решения применяются, например, в центрах обработки данных для быстрой замены однотипных вычислительных модулей или в выходных блоках активной фазированной антенной решётки.

БРС «Штойбли» разных серий рассчитаны на применение в диапазоне температур от -200 до $+160^{\circ}\text{C}$, способны выдерживать давление в рабочем режиме до 750 бар, имеют сравнительно малые потери давления (незначительное сопротивление потоку). Такие соединители применяются не только в устройствах жидкостного охлаждения, но и в системах кондиционирования с жидкой и газовой фазами, в гидравлическом оборудовании низкого, среднего и высокого давления, в заправочном оборудовании, в том числе для беспилотной наземной, морской и авиационной техники. Диапазон проходных

сечений стандартных БРС от 3 до 65 мм закрывает большинство потребностей в модернизируемой и вновь разрабатываемой технике.

Понимая важность локализации продукции в России, ООО «Штойбли РУС» проводит поэтапную адаптацию БРС к условиям применения в изделиях российских предприятий. К настоящему моменту выпущены и зарегистрированы российские технические условия, что должно расширить круг возможных приложений в отечественной технике.

Список соединений «Штойбли» для быстрого подключения модулей электроники с жидкостным охлаждением был бы неполным без линейки CombiTac – универсальных модульных комбинируемых разъемов, позволяющих одновременно подключать сигнальные шины данных, силовые линии, а также контуры охлаждения, пневматические линии, газовые магистрали.

Современный наборный разъем CombiTac способен сочетать в себе передачу данных как по сигнальным каналам, так и по протоколам

Ethernet, RJ-45, коаксиальные линии RG-59, ВЧ-сигналы до 3 ГГц, оптоволоконные линии, контакты терморпар, силовые токи до 380 А напряжением до 5 кВ, а также подключать контуры воздуха и охлаждающих жидкостей давлением до 15 бар. Возможно исполнение разъёмов в пыле- и влагозащищённых корпусах из алюминия-магниевого сплава со степенью защиты до IP68. При этом разъёмы малочувствительны к вибрации, рассчитаны на 5000 циклов смыкания/размыкания. Электрические контакты

выполняются из позолоченных сплавов бериллия, обеспечивающих наименьшее контактное сопротивление благодаря наличию внутри контактных гнезд специальных подпружиненных ламелей, постоянно создающих эффект торсионной пружины в пятне контакта. Соединения для передачи охлаждающих жидкостей выполняются по технологии flat-face – плоский тарельчатый клапан с двойным запирающим полностью исключает возможность протечки охлаждающей жидкости. Для удобства проек-

тирования, монтажа и эксплуатации современные разъёмы построены по модульному принципу: узел состоит из набора стандартных модулей – контактодержателей, сочетание которых подбирается исходя из решаемой задачи. Возможно до 6 млн различных комбинаций разъёма. Общий вид наборного разъёма CombiTas приведён на рисунке 6. Для удобства разработчиков «Штойбли» предлагает бесплатное ПО для моделирования разъёма CombiTas из набора стандартных узлов и формирования артикула для заказа. ©

НОВОСТИ МИРА

ЗАПУЩЕНО ПРОИЗВОДСТВО СИСТЕМЫ КОММУНАЛЬНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ «УМНОГО» ДОМА

Выпуском аппаратуры контроля коммунальной безопасности занимается холдинг «Росэлектроника».

Система включает ряд сигнализаций для защиты от посторонних как жилых, так и нежилых помещений, а также дистанционное управление водоснабжением, отоплением и подачей электричества и аппаратуру при-

нудительного отключения. При этом в зависимости от своих потребностей владельцы могут выбрать пакет видеокамер и датчиков движения и добавить в систему датчики утечки воды, загазованности и дыма.

Аккумуляция информации с датчиков осуществляется за счёт управляющего контроллера, подающего в случае ЧП тревожный сигнал на специальное мобильное приложение. Сигнал об аварии может поступать не только владельцу, но и в управляющую компанию. В пер-



спективе разработчики усовершенствуют систему коммунальной безопасности, включив в неё 3G-канал. Последний позволит наблюдать за квартирой в режиме реального времени.

Новости Интернета вещей

www.jtagtechnologies.ru

JTAG
TECHNOLOGIES®

ПОВРЕЖДЕНИЕ СТАТИКОЙ? КОНТРАФАКТ? БРАКОВАННЫЕ ИМС?

Программно-аппаратный комплекс для входного контроля цифровых ИМС DS105/USB

ID-код ИМС | Целостность разварки кристалла | Тест записи и чтения ОЗУ и ПЗУ | Можно использовать для тестирования плат

Представительство JTAG Technologies в России
Телефон: (812) 602-0915
E-mail: russia@jtag.com

Эксклюзивный дистрибьютор: ООО Остек-Электроника
Телефон: (495) 788-4444
E-mail: info@ostec-group.ru

Реклама

Высокоскоростные соединители СП388 для модульной РЭА стандарта VPX

Наталья Алексашина (aleksashina@elektrodetal.com)

В статье рассказывается о новых отечественных соединителях для высокоскоростных систем обработки информации. Рассматриваемые соединители обеспечивают высокую надёжность коммутации и предназначены для работы в жёстких условиях эксплуатации.

Электрические соединители относятся к одному из самых массовых классов компонентов, используемых в радиоэлектронной аппаратуре (РЭА). АО «Карачевский завод „Электродеталь“» является крупнейшим и старейшим предприятием в России, специализирующимся на разработке и производстве соединителей для военного и общепромышленного применения. Предприятие выпускает более 49 000 типоминиалов соединителей.

В рамках программы Правительства РФ по импортозамещению предусмотрено воспроизводство импортной электронной компонентной базы (ЭКБ), которая используется разработчиками в новой РЭА или планируется к использованию в ближайшей перспективе. Настоящим прорывом в данной отрасли стало освоение в серийном производстве экранированного соединителя СП388 (см. рис. 1), соответствующего стандарту VPX (VITA 46/48), для применения в современных высокопроизводительных бортовых системах обработки информации с высокой надёжностью и устойчивостью к внешним воздействиям.

Стандарт VPX предназначен для аэрокосмических и военных применений. При его разработке было важно сохранить максимальную совместимость со стандартом шины VME, значительно

увеличить скорость передачи данных, улучшить технологию охлаждения, реализовать возможность быстрой замены модулей в полевых условиях. В настоящий момент развитие стандарта происходит в соответствии с дорожной картой, разработанной VSO (VITA Standards Organization). Перспективный стандарт модульных высокопроизводительных систем VPX (VITA 46/48) разработан с учётом серьёзных требований, предъявляемых к военной и авиационно-космической технике.

Основные особенности стандарта VPX (VITA 46):

- форм-фактор 3U или 6U;
- 7-рядный разъём передачи данных со скоростью до 6,25 Гбит/с;
- поддержка различных последовательных интерфейсов;
- использование мезонинных структур PMC или XMC;
- гибридные разъёмы для кросс-плат с возможностью подключения VME64-, VXS- или VPX-устройств.

Стандарт VPX REDI (VITA 48) содержит рекомендации по проектированию слоёв печатных плат для обеспечения оптимальных условий теплоотвода и применению материалов покрытия.

Соединитель СП388, соответствующий стандарту VPX, является полным аналогом соединителей серии Viper VP773(6)

и VJ773(6) компании Amphenol, имеет высокую плотность контактов (до 933 в зависимости от исполнения), модульную конструкцию (3U и 6U) и предназначен для монтажа на печатную плату методом «пресс-фит». Соединители обеспечивают возможность «горячей замены», т.е. возможность оперативно заменять или добавлять необходимые вычислительные модули. Обеспечиваемая соединителем скорость передачи данных – до 10 Гбит/с.

В составе соединителя имеются четыре вида модульных вставок: несимметричная, два типа дифференциальных и питание. Дифференциальные вставки предназначены для соединения между собой дифференциальных линий (сопротивление дифференциальных линий – 100 Ом). Все дифференциальные линии связи экранированы друг от друга, что обеспечивает электромагнитную развязку между линиями и снижение потерь. Несимметричная вставка предназначена для соединения сигнальных линий с сопротивлением 50 Ом. Ключевые особенности соединителей СП388:

- модульная высокоплотная компактная структура;
- высокоскоростная многоканальная передача данных посредством дифференциальных линий связи (до 98 вставок по 2 дифференциальные пары);
- возможность изменять состав модулей соединителя, что позволяет повысить его универсальность, расширить сферу применения;
- высокая надёжность и устойчивость к внешним воздействующим факторам обеспечивается за счёт наличия жёсткого металлического корпуса, предохраняющего соединитель от механических воздействий и электромагнитных помех;
- возможность «горячей замены» модулей;
- возможность кодировки разъёма благодаря наличию кодовых штырей.

Возможность «горячей замены» в соединителе реализована следующим образом. Заходная часть контактов заземления вилки в месте сочленения с розеткой на 2 мм длиннее, чем у остальных

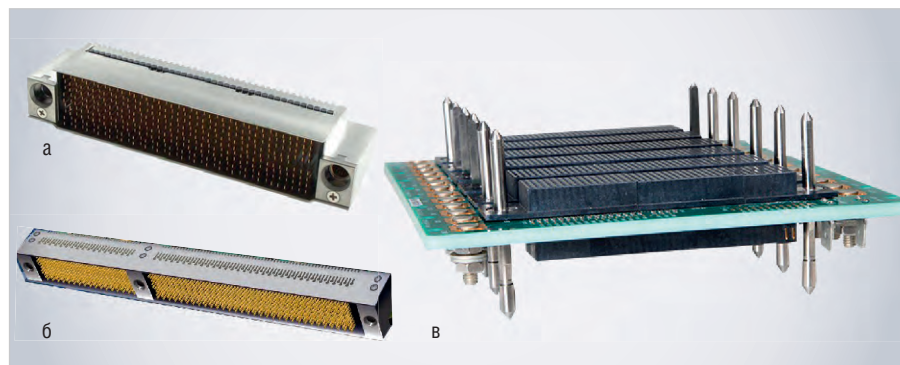


Рис. 1. Соединитель СП388: а) вилка форм-фактора 3U; б) вилка форм-фактора 6U; в) розетка форма-фактора 3U

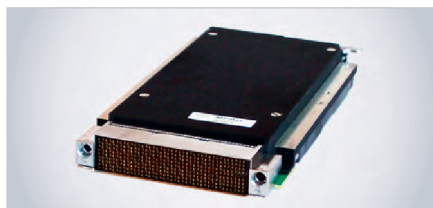


Рис. 2. Вычислительный модуль стандарта VPX форм-фактора 3U

контактов. При стыковке вилки и розетки сначала соединяются линии заземления (происходит заземление стыкующихся плат на общую «землю» вычислительной системы), а затем уже сигнальные линии и линии питания. Такое конструктивное решение позволяет без перегрузок снимать статические напряжения и защищать систему от внешних ситуаций.

Основные технические характеристики соединителя СП388:

- волновое сопротивление – 100 Ом;
- вносимые потери – не более 1 дБ на частотах до 3 ГГц;
- максимальный ток сигнальных контактов – 1 А;
- максимальный ток силовых контактов – 6 А;

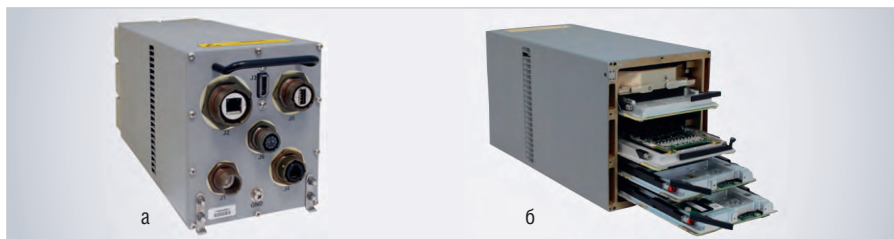


Рис. 3. Бортовой вычислительный блок стандарта VPX: а) вид со стороны задней стенки; б) вид спереди

- рабочее напряжение – 50 В;
- электромагнитная развязка между соседними линиями – не хуже 34 дБ;
- скорость передачи данных – до 10 Гбит/с;
- число циклов коммутации – до 500;
- наработка на отказ – 1000 часов;
- срок сохраняемости – 25 лет.

Среди основных применений соединителей СП388 можно выделить:

- высокопроизводительные вычислительно-управляющие системы магистрально-модульного типа для жестких условий эксплуатации (см. рис. 2);
- комплексы бортового оборудования на базе интегрированной модульной авионики;
- VPX-модули различного назначения (см. рис. 3);

- одноплатные компьютеры;
- DSP-процессоры;
- носители мезонинов PMC/XMC;
- коммутаторы Gigabit Ethernet;
- мезонинные модули.

Соединители СП388 являются эффективным решением для применения в современных высокопроизводительных системах обработки информации, обеспечивающих высокую надежность и устойчивость к воздействию внешних факторов. Использование модульных систем на основе стандарта VPX позволит создавать унифицированную РЭА различного назначения, что значительно сократит время и расходы на разработку или модернизацию аппаратуры.



НОВОСТИ МИРА

«Росэлектроника» ЗАВЕРШИЛА МОДЕРНИЗАЦИЮ ПРОИЗВОДСТВА ЭКБ В Великом Новгороде

Крупный производитель электронно-компонентной базы холдинга «Росэлектроника» Госкорпорации «Ростех» – АО «НПП «Старт» (Великий Новгород) – завершил инвестиционный проект по реконструкции и модернизации производственных мощностей, который реализовывался в течение пяти лет. В рамках проекта, финансируемого за счёт бюджетных инвестиций и собственных средств, предприятие закупило более 130 единиц производственно-технологического и испытательного оборудования.

В частности, в рамках модернизации введены в эксплуатацию высокопроизводительные и высокоточные обрабатывающие центры, металлорежущие станки различного назначения, высокотемпературные печи, диагностическое, измерительное и сварочное оборудование, климатические камеры. Также проведены работы по обеспечению устойчивого функционирования систем энергоснабжения при воздействии различных внешних факторов.

Кроме того, на НПП «Старт» осуществлён монтаж новых современных гальва-

нических линий и вспомогательного оборудования с электронным контролем параметров процесса, завершена реконструкция испытательной станции, позволяющей проводить полный объём испытаний производимой продукции в соответствии с требованиями стандартов «Климат-7».

Все реконструированные помещения соответствуют требованиям производственной гигиены по классу чистоты 8 ИСО.

К моменту начала работ по техническому перевооружению износ оборудования НПП «Старт» достигал 90%. Предполагается, что модернизация позволит предприятию значительно сократить производственные издержки, обеспечить серийный выпуск перспективных изделий, а также создать новые высокотехнологичные рабочие места.

Пресс-служба «Росэлектроники»

Минкомсвязь поддерживает Неделю высоких технологий

Министр связи и массовых коммуникаций России Николай Никифоров направил приветствие в адрес «Российской недели высоких технологий».

Неделя пройдёт в ЦВК «Экспоцентр» с 24 по 27 апреля и будет включать в себя международные выставки «Связь 2018» и

«Навитех 2018», большой медиакоммуникационный форум, международный навигационный форум, форум «Российский софт: эффективные решения» и другие значимые отраслевые события.

«Министерство связи и массовых коммуникаций Российской Федерации активно поддерживает проведение Недели и рассматривает её как эффективную площадку для профессионального диалога компаний ИТ-отрасли с многочисленными потребителями их продукции», – говорится в послании министра.

Он рассчитывает, что в рамках Недели будут представлены новые оригинальные разработки отечественных программистов. Сегодня государственным и муниципальным заказчикам предлагается более 4000 программ в 24 классах. Благодаря системе стимулирования спрос на программы постоянно растёт, российское программное обеспечение закупается для госслужб в два раза чаще, чем в 2015 году.

Работа по подготовке мероприятий Недели вступила в заключительную стадию. 26 марта состоялось заседание оргкомитета «Российской недели высоких технологий». Члены оргкомитета обсудили практические вопросы формирования экспозиций выставок и деловой программы форумов.

Пресс-служба АО «Экспоцентр»

Силовые электрические герметичные соединители Molex Imperium и MAX-LOC для электромобилей

Лев Чемакин (lev.chemakin@molex.com)

Увеличение производства электромобилей и других электрических транспортных средств невозможно без применения специализированных компонентов электрических соединений. Одним из производителей подобных компонентов является компания Molex. В статье рассказывается о производимых компанией системах силовых контактов и герметичных соединителях на их основе.

ВВЕДЕНИЕ

«Стратегия развития автомобильной промышленности Российской Федерации на период до 2020 года» первое место в списке приоритетных проектов НИОКР отводит «разработке перспективных технологий создания транспортных средств, использующих электрические источники энергии (комбинированные энер-

гоустановки, электромобили, электротрубы, системы электропривода и перспективные источники тока)» [1]. В отличие от стационарного промышленного электрооборудования, транспортные системы работают в более жёстких климатических и механических условиях и должны иметь возможно меньшие габариты, массу, быть технологичными для обеспечения сборки на конвейере и ремонтпригодными. Для удовлетворения этих требований компания Molex разработала систему силовых контактов Imperium Plus и герметичные соединители на их основе с максимальными токами до 300 А для Imperium и 650 А для MAX-LOC.

MOLEX IMPERIUM

Герметичные силовые соединители Imperium [2] основаны на 8 мм системе контактов (см. рис. 1). Конструкция соединителя обеспечивает полное, 360-градусное экраниро-

вание и степень герметичности до IP69K и удовлетворяет требованиям USCAR-2 T3S3V1 [3]. Система «вилка на панель» обеспечивает прямое подключение к силовым шинам устройства без промежуточных соединений, что уменьшает переходное сопротивление и упрощает общую конструкцию изделия (см. рис. 2). Конструкция контактов позволяет поворачивать их в колодке для облегчения подвода силовых шин под различными углами.

Основные технические характеристики Imperium представлены в таблице 1.

Imperium имеют встроенную функцию HVIL (High Voltage Interlock Loop). Она позволяет реализовать подачу высокого напряжения от источника только после замыкания силовых контактов и наоборот – снятие высокого напряжения до их фактического размыкания (см. рис. 3). Конструктивно HVIL представляет собой встроенный низковольтный соединитель, контакты которого соединяются последними при сочленении разъёма и отсоединяются первыми при расчленении. Благодаря этому может быть реализован как простейший алгоритм концевого выключателя (в этом случае контакты на вилке или розетке замыкаются



Рис. 1. Герметичные соединители Imperium

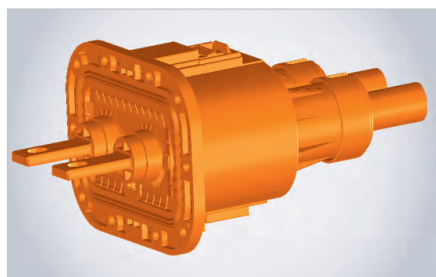


Рис. 2. Шинная конструкция выводов Imperium

Таблица 1. Основные технические характеристики силовых соединителей Imperium

Характеристика	Значение
Количество контактов, шт.	2, 3
Степень герметичности	IP69K
Ток на контакт (макс.), А	325
Рабочее напряжение (макс.), В	1000
Рабочая температура, °C	-40...+125
Сечение применяемых проводов, мм ²	35...50 (SAE 1/0...1AWG)

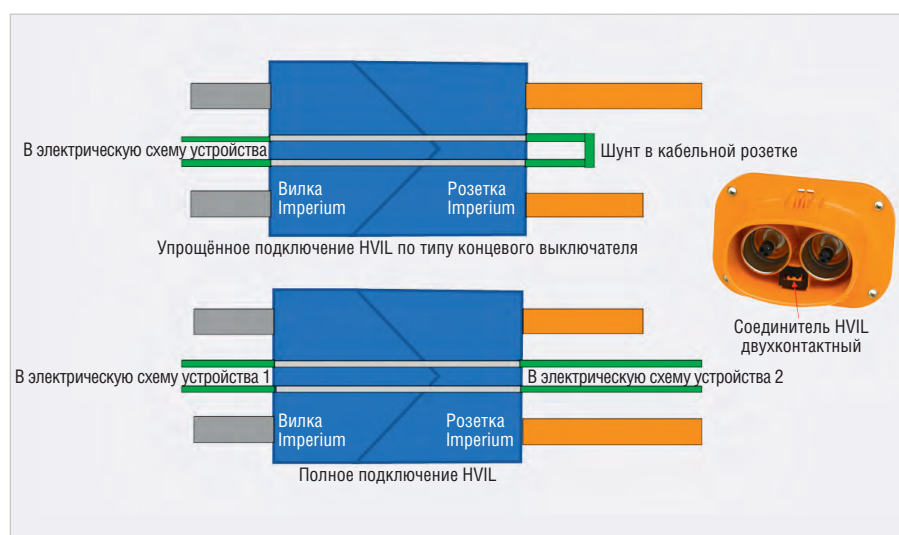


Рис. 3. Контакты HVIL Imperium

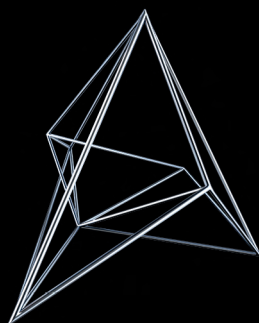
Нет плохой погоды.

molex
one company > a world of innovation

Герметичные
многоконтактные
соединители



Надёжное электрическое
соединение для жёстких
условий эксплуатации



Symmetron

МОСКВА
Ленинградское шоссе, д. 69, к. 1
Тел.: +7 495 961-20-20
moscow@symmetron.ru

САНКТ-ПЕТЕРБУРГ
ул. Таллинская, д. 7
Тел.: +7 812 449-40-00
spb@symmetron.ru

НОВОСИБИРСК
ул. Блюхера, д. 716
Тел. +7 383 361-34-24
sibir@symmetron.ru

МИНСК
ул. В. Хоружей, д. 1а, оф. 507
Тел. +375 17 336-06-06
minsk@symmetron.ru

www.symmetron.ru

Реклама



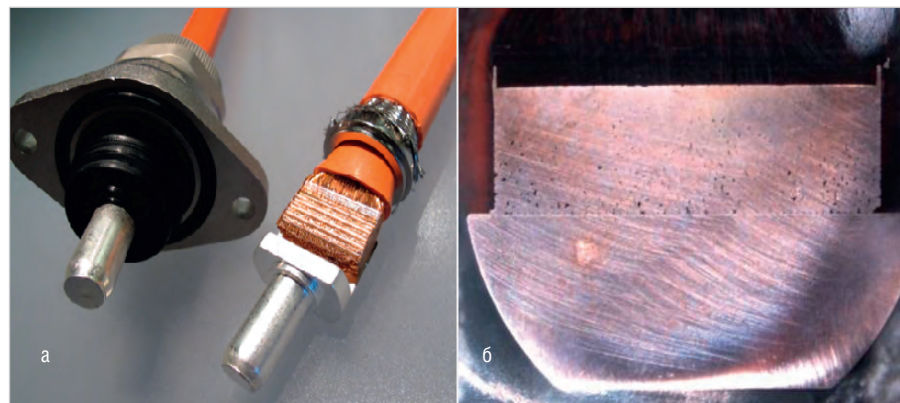
Рис. 4. Герметичные вводы MAX-LOC Plus



Рис. 5. Быстрозъёмные герметичные кабельные вводы MAX-LOC Pluggable



Рис. 6. Розетки MAX-LOC Pluggable: а) моторная розетка; б) инверторная розетка

Рис. 7. Ультразвуковая сварка провода сечением 95 мм² с терминалом Impergium: а) внешний вид сплава терминала и провода; б) разрез зоны ультразвуковой сварки

между собой), так и более сложный, вплоть до организации шины передачи данных. HVIL позволяет при сочленении/расчленении разъёма избежать образования на силовых контактах высоковольтной дуги, снижающей их ресурс. Impergium наиболее часто используются для коммутации блоков аккумуляторных батарей и в подсистемах распределения энергии.

ГЕРМЕТИЧНЫЕ ВВОДЫ MAX-LOC Plus

Для коммутации мощностей 150 кВА и выше, характерных для силовых инверторов и тяговых приводов, полностью интегрированные соединители подходят в меньшей степени,

поскольку являются громоздкими, дорогими, неудобными в разработке и эксплуатации. В этих случаях чаще применяются герметичные экранированные кабельные вводы, обеспечивающие подключение устройств отдельными кабелями сечением до 120 мм². Для подобных применений Molex выпускает гермовводы MAX-LOC Plus (см. рис. 4) [4]. Отличительной особенностью компонентов Molex является наличие стопорного кольца, ограничивающего степень затяжки гайки, что исключает механическое повреждение кабеля и уплотнителя. Основные технические характеристики MAX-LOC представлены в таблице 2.

Таблица 2. Основные технические характеристики кабельных вводов MAX-LOC

Характеристика	Значение
Количество контактов, шт.	1
Степень герметичности	IP69K
Рабочее напряжение (макс.), В	1000
Рабочая температура, °C: - с уплотнителем на основе HNBR - с уплотнителем на основе Silicon	-40...+150 -60...+200
Сечение применяемых проводов, мм ² (AWG)	35...120 (SAE AWG 1...4/0)

Однако при всей простоте и надёжности таких подключений они обладают серьёзным функциональным недостатком – необходимостью вскрывать устройство для присоединения/отсоединения кабелей, поскольку провод обжимается в кольцевой наконечник под болт. В случае стационарного промышленного оборудования с достаточным пространством компоновки и обслуживания эта ситуация не настолько критична, как в случае транспортных средств (ТС) с большими объёмами производства и малыми конструктивными размерами.

ГЕРМЕТИЧНЫЕ ВВОДЫ MAX-LOC Pluggable

С целью обеспечения быстрого и лёгкого подключения/отключения силовых проводов в электромобилях без вскрытия оборудования Molex разработал быстрозъёмные гермовводы MAX-LOC Pluggable [5] в габаритах MAX-LOC (см. рис. 5). Взятая за основу система контактов 11 мм обеспечивает коммутацию максимальных токов до 650 А. Кабельный штыревой разъём выполнен на базе конструкции MAX-LOC, а для устройств типа силовых инверторов и электромоторов разработаны различные варианты розеток, максимально учитывающие особенности их конструкции (см. рис. 6). Гер-

метичная моторная розетка крепится к корпусу электрической машины изнутри, имеет резьбу М8 для прямого подключения фазных выводов статора и устойчива к различным жидким охладителям. Инверторная розетка может подключаться непосредственно к силовому модулю IGBT, исключая любые промежуточные соединения, что существенно упрощает конструкцию инвертора и уменьшает переходное сопротивление.

УЛЬТРАЗВУКОВАЯ СВАРКА КОНТАКТОВ IMPERIUM

Механический обжим терминалов на провод является стандартной широко применяемой технологией в автотранспортной отрасли, однако в условиях силовых применений при токах 200 А и выше начинают проявляться недостатки такого способа: возрастание переходного сопротивления контакта при циклических перегревах и, как результат, снижение надёжности и долговечности. Учитывая этот факт, Molex разработал инновационную технологию ультразвуковой сварки для соединения терминалов с проводами больших сече-

ний вплоть до 120 мм². Такой способ существенно уменьшает переходное сопротивление, а значит и перегрев зоны контакта, обеспечивая надёжное соединение в течение всего жизненного цикла ТС. На рисунке 7 можно видеть однородный сплав провода с медным телом терминала, составные части которого практически совпадают по структуре. Переходное сопротивление такого контакта в полтора-два раза превышает требования USCAR-38 [6].

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В статье представлен первичный обзор высоковольтных силовых электрических герметичных соединителей Molex Imperium и MAX-LOC, способных коммутировать токи до 650 А, обеспечивающих быстрое соединение/разъединение силовых цепей без вскрытия оборудования, облегчающих разработку силовых инверторов и электромоторов за счёт возможности прямого подключения силовых шин и модулей IGBT без промежуточных соединений.

Компоненты предназначены для эксплуатации в жёстких электрических, механических и климатических

условиях. Полное соответствие требованиям USCAR, современный дизайн с учётом особенностей массового производства и другие характеристики позволяют выбрать наиболее оптимальное и экономичное решение задачи проектирования, а также сократить сроки разработки и запуска электронных изделий в производство.

ЛИТЕРАТУРА

1. Стратегия развития автомобильной промышленности Российской Федерации на период до 2020 года: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_104193/
2. Molex 987651-0101 Imperium™ High Voltage/High Current (HVHC) Connection System presentation, 2016.
3. SAE/USCAR-2 Performance Specification for automotive electrical connector systems, 2013.
4. Molex 987650-7321 MAX-LOC Plus Shielded presentation, 2014.
5. Molex 987651-6153 MAX-LOC Pluggable High-Voltage/ High-Current Connection System presentation, 2017.
6. SAE/USCAR-38 Performance Specification for ultrasonically-welded wire terminations, 2016.



Компания MOLEX специализируется на силовых промышленных разъемах.

Продукция:

- Корпуса разъемов для тяжелых условий эксплуатации.
- Вставки с асимметричными направляющими.
- Заклепочные штифты из нержавеющей стали на кожухах, корпусах и крышках.
- Пружинные запираемые металлические крышки.
- Износо-, масло- и топливостойкие уплотнения.
- Широкий ассортимент кабельных вводов и аксессуаров.

Компания RADIOTECH специализируется на представлении полного ассортимента силовых промышленных разъемов MOLEX на российском рынке.



RADIOTECH

Электронные компоненты

Разъемы HDC (для тяжелых условий эксплуатации).



molex®

RADIOTECH, Москва, Новодмитровская 2/2, 8/495/795-08-05, www.rct.ru

Реклама

НОВОСТИ МИРА

Роботы позволяют вывести немецкое растениеводство из кризиса

Исследователи из Берлинского института Фраунгофера совместно с партнёрами по всей Европе разрабатывают роботизированную систему, способную автоматизировать сложные сельскохозяйственные процессы, в частности сбор урожая огурцов.

Немецкое сельское хозяйство из-за роста инфляции находится в кризисе. В 2017 году рост цен на фрукты и овощи (примерно на 21%) привёл к самому высокому за четырёхлетний период показателю инфляции в Германии – 2,2%. Растущие цены на энергоносители также усугубляют эту проблему.

Яркой иллюстрацией этого кризиса может послужить сфера выращивания огурцов. Традиционные процессы сбора урожая являются энергоёмкими, а недавние изменения в законах о минимальной заработной плате делают расходы на персонал в малых хозяйствах просто неподъёмными.

Немецкие компании, ранее выращивавшие огурцы на локальном рынке, перекинули производственные мощности в Восточную Европу и даже в Индию. Единственный способ спа-

сти немецкую огуречную промышленность – и другие, подобные ей в сельскохозяйственном секторе, – это разработать более эффективный и экономичный метод сбора урожая.

Исследователи из Берлинского института Фраунгофера разрабатывают новый способ сбора огурцов. Проект CATCH был субсидирован исследовательским фондом ECHORD ++ Experiments. Исследователи из института Фраунгофера работают вместе с командами из Испанского центра автоматизации и робототехники (CAR) и Института сельскохозяйственной инженерии и биоэкономики Лейбница.

Вместе они разрабатывают роботизированную систему с двумя рукавами. Разработка способна автоматизировать уборку огурцов, а также имеет потенциал в других сферах растениеводства.

Как отмечают исследователи, их робот-уборщик не уступит в производительности человеку: вне зависимости от погодных условий, машина будет имитировать движения человека, убирать 13 огурцов в минуту (как при ручном труде). Вместо глаз и рук робот опирается на оптическое и тактильное восприятие.

Перед учёными поставлена реальная задача: создать автономную систему, способ-

ную вести себя, как человек. Робот должен научиться идентифицировать плоды среди листвы (сделать это из-за схожести цвета листвы и плодов крайне сложно, некоторые плоды машинное зрение может не заметить). За реализацию этой части задачи проекта CATCH отвечают испанские партнёры из CSIC-UPM. Они разработали систему камер, которая позволяет роботу находить примерно 95% огурцов.

Предварительно запрограммированные и улучшенные поведенческие модели и методы, взятые из предыдущего проекта робототехники ЕС, сделали возможным бинарный поиск. В результате робот может искать огурцы так же, как человек. Первоначальные полевые испытания были успешно завершены Институтом сельскохозяйственной инженерии и биоэкономики Лейбница в июле 2017 года.

С конца прошлого года партнёры по проекту проводят дополнительные тесты для анализа потенциального влияния различных помех на сбор урожая машинами. Дальнейшие испытания усовершенствованного уборочного робота будут завершены в ближайшее время.

Новости Интернета вещей

Honeywell

TDK

SICK

VISHAY®

3M

BOURNS®
Reliable Electronic SolutionsTE
connectivity

Panasonic

JAMICON®

MASTECH®

MITSUBISHI
ELECTRIC

UNIT

muRata
INNOVATOR IN ELECTRONICSOSRAM
Opto Semiconductors**ТЕПЛОПРОВОДЯЩИЕ ПОДЛОЖКИ 5590H***из акрилового эластомера*

- Теплопроводность 3 Вт
- Изоляция 35 кВ/мм
- Один клейкий слой и один липкий слой
- Мягкие и конформные

Впервые в России

НЕ выделяет газов и масел при нагреве (в отличие от кремниевых подложек), разрешены для применения в медицине и оптике

www.platan.ru
ПЛАТАН

Офисы в Москве: м. Молодежная, ул. Ивана Франко, 40, стр. 2, (495) 97 000 99, info@platan.ru;
м. Электrozаводская, ул. Б. Семеновская, 40, стр. 26, БЦ Arat, (495) 744 70 70, platan@platan.ru
Офис в Санкт-Петербурге: ул. Зверинская, 44, (812) 232 88 36, baltika@platan.spb.ru

Реклама

ЧИПЫ «МИКРОН» РАБОТАЮТ В МИЛЛИАРДАХ УМНЫХ УСТРОЙСТВ ЦИФРОВОЙ ЭКОНОМИКИ



реклама

ПАО «МИКРОН»
124460, Россия, Москва, Зеленоград
1-й Западный проезд, д.12, стр.1

тел.: 8 800 200 7129
e-mail: globalsales@mikron.ru
www.mikron.ru

Коаксиальные переходы серии ADP1A

Владимир Губа (vovg80@gmail.com), Олеся Быкова, Ольга Мосина (Томск)

Томская компания «НПК ТАИР» наладила серийное производство коаксиальных переходов ADP1A собственной разработки. Переходы являются прецизионными, относятся к измерительному классу и имеют специальную конструкцию соединителей с увеличенным ресурсом. В статье рассматриваются основные характеристики переходов и особенности их применения.

В случае необходимости приобретения переходов в короткие сроки нередко возникают проблемы, связанные с длительной поставкой или отсутствием необходимой номенклатуры. Компанией «НПК ТАИР» разработана линейка наиболее распространённых коаксиальных переходов измерительного класса и налажено их серийное производство. При разработке изделий особое внима-

ние было уделено унификации основных частей, что позволило сократить время производства каждого перехода и повысить стабильность получаемых характеристик. Непрерывная работа предприятия по обеспечению постоянного наличия продукции на складе позволяет выполнять отгрузку в день оплаты заказа.

В статье представлено описание особенностей конструкции, технических

характеристик, выполняемых функций и способов применения коаксиальных переходов серии ADP1A. Понимание того, какие из характеристик определяют качество соединения, какой перечень параметров обеспечит оптимальное решение поставленной задачи, как снизить риск поломки и повреждений совместно используемых устройств, позволит правильно выбрать переходы, укомплектовать рабочие места и спрогнозировать необходимость покупки новых изделий.

ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ И ОСОБЕННОСТИ КОНСТРУКЦИИ

Переходы предназначены для соединения устройств в коаксиальных волноводах с диаметрами поперечных сечений 7,0/3,04 мм и 3,5/1,52 мм и типом соединителей N, III, 3,5 мм и IX. Верхняя граница диапазона рабочих частот составляет 32 ГГц. Внешний вид переходов показан на рисунке 1. Переходы рассчитаны на ежедневное применение при разработке, производстве и проверке различных радиотехнических устройств и систем, включая обеспечение их работоспособности во время эксплуатации, в условиях промышленного производства, лабораторий и в полевых условиях.

Переходы являются прецизионными и относятся к измерительному классу (в английской терминологии – precision instrument grade adapters). В связи с этим при их изготовлении предъявляются повышенные требования к:

- материалам деталей, свойствам и составу покрытий;
- геометрическим и механическим параметрам всех деталей переходов;
- ресурсу соединителей, при котором изменение характеристик переходов не превышает пределы допускаемых значений;
- коэффициенту отражения или КСВН;
- повторяемости коэффициента отражения при повторном подключении переходов;
- вносимым потерям;
- стойкости к внешним воздействующим факторам.



Рис. 1. Переходы серии ADP1A

Таблица 1. Особенности конструкции переходов серии ADP1A

Характеристика перехода	Определяющие конструктивные и технологические особенности
КСВН	Отклонение от номинальных значений геометрических размеров, влияющих на характеристический импеданс перехода – единицы микрон
	Шероховатость поверхностей не хуже, чем Ra 0,63 у внешних проводников и Ra 0,4 у центральных проводников
	Уникальная патентованная конструкция опорной диэлектрической шайбы, обеспечивающая оптимальную эффективную диэлектрическую проницаемость
Потери	Присоединительный размер не более 100 мкм
	Воздушное заполнение, наличие только опорной диэлектрической шайбы
	Низкое переходное сопротивление за счёт обработки и покрытий проводников
Повторяемость, ресурс	Конструкция гнездового контакта с шестью ламелями щётчного типа
	Плоскостность и шероховатость контактных поверхностей внешнего проводника
	Износостойкое покрытие центрального проводника
Условия эксплуатации	Соосность проводников
	Циклические испытания на автоматической установке с заданным количеством сочленений пары переходов по определённой программе
	Изготовление изолятора из полиэфиримиды, что сохраняет геометрические размеры и диэлектрические характеристики практически неизменными в широком диапазоне температур



Рис. 2. Маркировка переходов серии ADP1A

Соответствие предъявляемым требованиям достигается благодаря применению ряда технологических и конструктивных решений (см. табл. 1).

Каждый переход имеет цветовую идентификацию согласно схеме, разработанной группой Р287 Института инженеров электротехники и электроники (IEEE). Кроме цветовой идентификации, переходы имеют особые маркеры в виде дополнительной проточки на корпусе или рифления на гайке для отличия метрических соединителей III и IX от дюймовых N и 3,5 мм соответственно. Наименование перехода, содержащее информацию о типах соединителей, выгравировано на его корпусе. Наличие трёх видов идентификации (буквен-

Таблица 2. Основные характеристики переходов серии ADP1A

Характеристика	Переходы в тракте 7,0/3,04 мм	Переходы между трактами 7,0/3,04 мм и 3,5/1,52 мм	Переходы в тракте 3,5/1,52 мм
Диапазон рабочих частот, ГГц	0...18	0...18	0...32
Вносимые потери, не более, дБ	0,10	0,10	0,15
КСВН, не более	1,05		
Повторяемость коэффициента отражения, дБ	-60		
Сопротивление изоляции, не менее, МОм	1000		
Рабочее напряжение, не более, В	1000	335	335
Количество сочленений (ресурс)	5000	3000	3000
Момент вращения гайки при сочленении:			
N и III, Н-м	1,1...1,7	1,1...1,7	—
3,5 мм и IX, Н-м	—	0,8...1,0	0,8...1,0
Рабочие условия эксплуатации			
Температура окружающего воздуха, °C	-60...+110		
Относительная влажность воздуха при температуре +25°C, не более, %	90		
Атмосферное давление, кПа	70...106,7		

ная, цветовая и маркерная) упрощает определение типа соединителей переходов при эксплуатации и делает процесс подключения более безопасным. (см. рис. 2)

В таблице 2 приведены основные характеристики переходов серии ADP1A. Более подробные характеристики переходов представлены в руководстве по их эксплуатации, которое можно найти на сайте изготовителя [1]. На рисунках 3–6 представлены графики типичных зависимостей коэффициентов передачи и отражения от частоты.

НАЗНАЧЕНИЕ ПЕРЕХОДОВ

Переходы измерительного класса предназначены для выполнения целого ряда функций.

1. Соединение радиотехнических устройств и кабелей. Это применение является типичным и наиболее распространённым.
2. Работа в качестве защитных устройств (в английской терминологии – savers). При подключении к портам измерительных приборов, тестируемых модулей или к СВЧ-кабелям во время измерений или испытаний переходы предохраня-

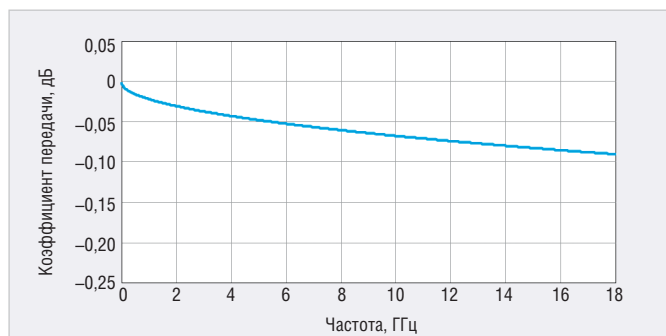


Рис. 3. Коэффициент передачи (вносимые потери) переходов в тракте 7,0/3,04 мм

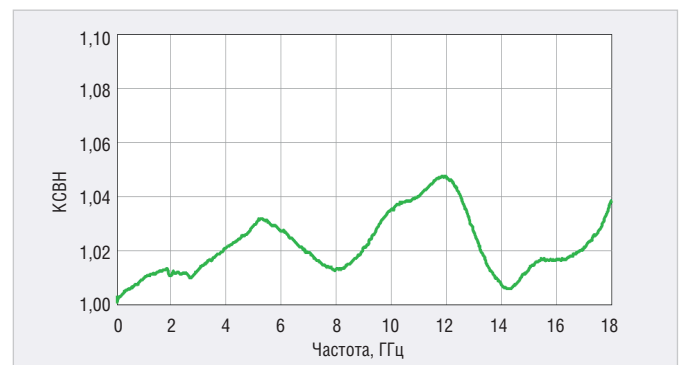


Рис. 4. КСВН переходов в тракте 7,0/3,04 мм

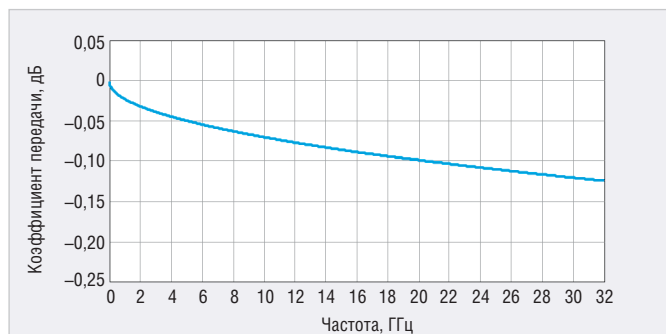


Рис. 5. Коэффициент передачи (вносимые потери) переходов в тракте 3,5/1,52 мм



Рис. 6. КСВН переходов в тракте 3,5/1,52 мм



Рис. 7. Использование переходов совместно с кабелем СВЧ

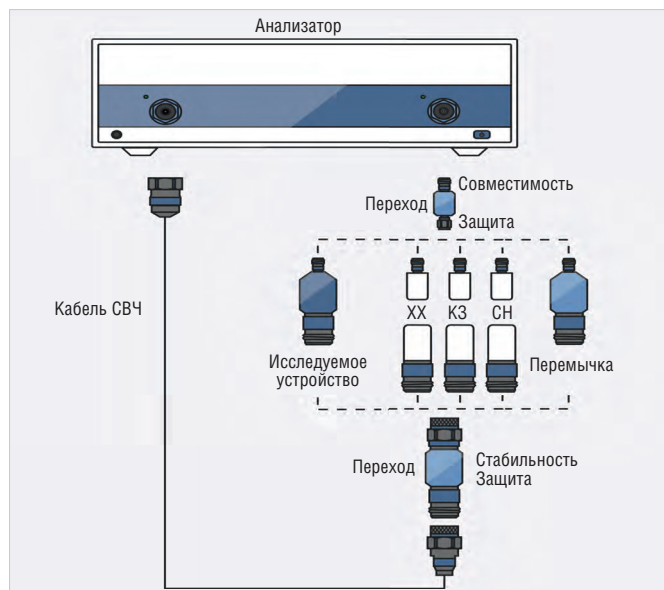


Рис. 8. Схема калибровки и измерений

ют их входы/выходы от повреждений и тем самым продлевают срок службы устройств. Поскольку переходы относятся к измерительному классу, они не приводят к ухудшению характеристик приборов даже самого высокого метрологического уровня. Переходы серии ADP1A имеют специальную конструкцию соединителей с увеличенным ресурсом, что обеспечивает защиту портов устройств в течение длительного времени. Эта особенность является наиболее актуальной при работе с измерительными приборами, стоимость которых достаточно высока и количество которых на предприятии, как правило, ограничено. Переходы серии ADP1A защищают порты, продлевают срок их службы и не искажают результаты измерений.

3. Улучшение параметров радиочастотных кабелей. При использовании совместно с СВЧ-кабелями переходы серии ADP1A защищают, как указано выше, и повышают стабильность соединителей. Требования к соосности проводников и качеству изготовления контактных поверхностей у соединителей переходов измерительного класса гораздо жестче, чем у соединителей кабельных сборок. Практически любой СВЧ-кабель, даже самого высокого класса, чувствителен к изгибу. В момент изгиба происходит смещение центрального проводника, которое приводит к изменению его электрических характеристик, в частности S-параметров. Чем выше класс кабеля, тем меньше подобное смещение, тем стабильнее

амплитудно- и фазочастотные характеристики кабеля в целом. Например, в системах на основе векторного анализатора цепей (ВАЦ) даже незначительное изменение электрических характеристик кабеля отражается на стабильности плоскости «калибровки», т.е., другими словами, на погрешности измерений S-параметров исследуемых устройств. Существует и ряд других приложений, где качество измерений параметров сигналов или цепей напрямую зависит от стабильности параметров кабеля при изменении его положения, поэтому для дополнительной механической развязки центрального проводника кабеля относительно плоскости подключения к нему какого-либо устройства или прибора рекомендуется использовать переходы измерительного класса (см. рис. 7). Таким образом, применение переходов измерительного класса позволяет повысить качество измерений в системах, неотъемлемой частью которых являются СВЧ-кабели, оказывающие непосредственное влияние на результаты.

4. Переходы самостоятельно выступают в качестве мер коэффициентов передачи и отражения и используются в процессе калибровки или проверки радиотехнических средств измерений, если это установлено в их документации. Для переходов как средств измерений или эталонов единицы величины устанавливается прослеживаемость результатов измерений к государственному первичному эталону ГЭТ 75. Перехо-

ды серии ADP1A на выходе из производства могут быть дополнительно проверены на векторном анализаторе цепей высокой точности. На основании проверки выдается сертификат заводской калибровки и s2p-файл, содержащий значения комплексных коэффициентов передачи и отражения перехода в диапазоне рабочих частот.

5. Переходы входят в состав измерительных приборов, расширяя их функциональные возможности.

Векторные анализаторы цепей

Для измерения S-параметров многополюсников чаще всего используют векторные анализаторы цепей как средства, обладающие самой высокой точностью. ВАЦ представляет собой систему, состоящую из компаратора, кабелей и переходов, наборов мер коэффициентов передачи и отражения и управляющего программного обеспечения.

Для того чтобы обеспечить соответствие системы заявленным характеристикам, её необходимо правильно сконфигурировать, используя необходимые кабели и переходы для подключения исследуемых устройств, и выполнить «калибровку». В данном случае под термином «калибровка» подразумевается штатная процедура настройки ВАЦ перед использованием, схожая по назначению с установкой нуля и проверкой диапазона для некоторых радиоизмерительных приборов. «Калибровку» можно считать реальным способом управления

точностью проводимых измерений. К этой процедуре следует относиться с особой тщательностью и пониманием. Для проведения «калибровки» используют специальные наборы мер, состоящие из нагрузок, максимально перекрывающих комплексную плоскость S-параметров, а также отрезков линий передачи и переходов. Переходы в такой системе могут выполнять несколько функций (см. рис. 8):

1. Обеспечение совместимости соединителей измерительных портов и исследуемых устройств. Для расширения типов соединителей, поддерживаемых ВАЦ, в первую очередь в его состав должны быть включены прецизионные переходы класса не ниже измерительного. Используемые для этой цели переходы должны не только обеспечивать механическую совместимость портов ВАЦ и исследуемых устройств, но и не приводить к ухудшению электрических параметров портов.

2. Мера «перемычка» при выполнении «калибровки». Для проведения полной двухпортовой «калибровки» ВАЦ, обеспечивающей максимальную точность при одновременном измерении коэффициентов передачи и отражения исследуемого устройства, требуется мера «перемычка». Функцию перемычки может выполнять переход:

- переходы могут выступать в качестве меры «неизвестная перемычка» при тестировании устройств, например, с разными типами соединителей;
- при наличии описания в виде S-параметров переходы могут применяться в качестве меры «известная перемычка», если векторный анализатор цепей не поддерживает режим «калибровки» с «неизвестной перемычкой».

3. Смещение плоскости «калибровки». В процессе измерений может возникнуть ситуация, когда «калибровка» уже проведена и требуется подключить исследуемое устройство с другими соединителями. В этом случае измерение параметров устройства обычно проводят совместно с подключёнными переходами. Для компенсации влияния переходов на результаты измерений S-параметров осуществляют перенос плоскости «калибровки»:

- с помощью функций встраивания или исключения электрических це-

Таблица 3. Отличительные особенности соединителей в метрическом и дюймовом исполнении

Тип соединителя	Диаметр штыря центрального проводника соединителя «вилка», d, мм	Диаметр отверстия в гнездовом контакте соединителя «розетка», D, мм	Тип резьбы
N	1,651±0,013	1,600...1,676	5/8"-24UNEF
III	1,700 _{-0,025}	1,675...1,700	M16×1
3,5 мм	0,927±0,008	0,902...0,940	1/4"-36UNS
IX	0,900 _{-0,025}	0,875...0,900	M6×0,75

пей, если известны S-параметры перехода;

- с помощью функции «удлинение порта», если S-параметры перехода являются неизвестными (для этого в номенклатуре технических характеристик переходов серии ADP1A дополнительно представлена электрическая длина).
4. Защита соединителей различных устройств и обеспечение повторяемости результатов измерений при многократном подключении. Для предотвращения поломки соединителей измерительных портов ВАЦ рекомендуется использовать переходы. Качество переходов должно быть таким, чтобы при многократном подключении к ним исследуемых устройств параметры ВАЦ оставались на должном уровне в течение длительного времени.

ВАТТМЕТРЫ СВЧ

Ваттметры предназначены для измерений мощности непрерывных и модулированных СВЧ-колебаний в различных трактах. Приборы обеспечивают максимальную точность измерений в широком диапазоне частот и мощностей. По принципу действия они делятся на ваттметры поглощаемой мощности и ваттметры проходного типа.

В целях расширения области применения ваттметров в их состав добавляются переходы измерительного класса, обеспечивающие проведение измерений с разными типами соединителей. Для достижения согласования измерительного тракта с номинальным характеристическим импедансом линии передачи 50 Ом КСВН переходов должен быть как можно ниже. За счёт этого снижается основная погрешность измерений СВЧ-мощности, вызванная эффектом несогласования между источником сигнала и ваттметром.

Если переходы используются в процессе измерений мощности СВЧ с пределами допускаемой относительной погрешности более 6% (класс б и

хуже по ГОСТ 8.569), то допускается не учитывать их параметры, но рекомендуется убедиться, что неисклѐнная систематическая погрешность, обусловленная влиянием перехода, его S-параметрами, в реальных условиях применения ваттметра менее заданного уровня.

Тем не менее для получения более точных результатов измерений S-параметры переходов необходимо учитывать. Программное обеспечение большинства современных ваттметров имеет функцию автоматической компенсации S-параметров устройств, подключённых к их входу. Достаточно лишь загрузить файл описания перехода в программное обеспечение ваттметра, и оно автоматически пересчитает результат измерений в зависимости от коэффициентов передачи и отражения перехода. Если в процессе измерений известен коэффициент отражения выхода источника сигнала, то производители ваттметров рекомендуют использовать функцию гамма-коррекции, которая учитывает несогласование в тракте, делая результат измерений мощности ещё более точным. Стоит отметить, что гамма-коррекция работает совместно с функцией исключения S-параметров, если эти параметры известны и корректно загружены в программное обеспечение ваттметра.

ГЕНЕРАТОРЫ СИГНАЛОВ, ЧАСТОТОМЕРЫ, АНАЛИЗАТОРЫ СПЕКТРА И ПРОЧИЕ ПРИБОРЫ

Для данных приборов самыми важными функциями переходов являются уже рассмотренные выше соединения и защита. При совместном использовании зарубежных и отечественных радиотехнических устройств и приборов существует проблема соединения их между собой. Отличия отечественных соединителей от зарубежных заключаются в резьбе элементов соединения внешнего проводника и в диаметре контактов центрального проводника (см. табл. 3).



Так, например, проблема совместимости резьбы заключается в том, что внешний диаметр метрической резьбы M6×0,75 равен 6 мм (тип соединителя IX), а у дюймовой резьбы 1/4"-36UNS диаметр составляет 6,35 мм (тип соединителя 3,5 мм). По этой причине метрический соединитель «вилка» невозможно накрутить на дюймовый соединитель «розетка». Подобная ситуация возникает с резьбами M16×1 и 5/8"-24UNEF: внешний диаметр резьбы M16×1 равен 16 мм (тип соединителя III), а внешний диаметр резьбы 5/8"-24UNEF составляет 15,87 мм (тип соединителя N) – поэтому дюймовый соединитель «вилка» невозможно накрутить на метрический соединитель «розетка».

Существует возможность совмещения метрических и дюймовых соединителей в некоторых комбинациях: розетка типа N с вилкой типа III и вилка типа 3,5 с розеткой типа IX при условии, что длина резьбы не будет превышать 3–4 витка. При таком соединении не обеспечивается качественный электрический контакт по внешнему проводнику, что может привести к механиче-

скому повреждению центрального проводника.

При подключении несоответствующих друг другу контактов происходит соединение с повышенным усилием включения и выключения. Это может привести к преждевременному стиранию покрытия штыревого контакта, поломке ламелей гнездового контакта, смещению центральных проводников вдоль оси и повреждению диэлектрических опор. В связи с этим подключать устройства с разными типами соединителей запрещается. Соединение таких устройств между собой является одной из причин ухудшения надёжности радиотехнических устройств, сокращения срока их службы или выхода из строя.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Компания «НПК ТАИР» наладила серийное производство переходов измерительного класса с самыми востребованными типами соединителей, включая метрическое и дюймовое исполнение.

Предлагаемые переходы являются прецизионными, имеют низкий КСВН

и малые вносимые потери. Соединители имеют повышенный ресурс, а их конструкция обеспечивает высокую повторяемость и воспроизводимость результатов измерений при повторном подключении. Применяемая маркировка соответствует международной системе идентификации типов соединителей и позволяет избежать ошибок при подключении. На этапе выхода из производства характеристики переходов могут быть измерены на векторном анализаторе цепей высокой точности с выдачей сертификата заводской калибровки и файла с описанием частотных зависимостей коэффициентов передачи и отражения. Область применения переходов охватывает процессы разработки и производства любых устройств в радиотехнике, в том числе приложения с повышенными требованиями к метрологическому обеспечению. Переходы серии ADP1A могут отгружаться со склада готовой продукции в самые короткие сроки.

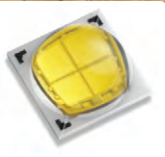
ЛИТЕРАТУРА

1. ООО «НПК ТАИР»: www.npktair.com
2. ООО «Планар»: www.planarchel.ru

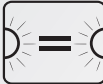




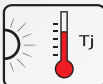
МОЩНЫЕ СВЕТОДИОДЫ LUXEON

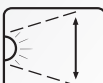





- 

Однородность цветовых характеристик
- 

Высокий индекс цветопередачи
- 

Стабильность цветовой температуры
- 

Постоянство углового распределения спектра
- 

Постоянство характеристик во времени



ОФИЦИАЛЬНЫЙ ДИСТРИБЬЮТОР

АКТИВНЫЙ КОМПОНЕНТ ВАШЕГО БИЗНЕСА

(495) 232-2522 ■ INFO@PROCHIP.RU ■ WWW.PROCHIP.RU





ЗАО «НАУЧНО-ПРОИЗВОДСТВЕННАЯ ФИРМА «ДОЛОМАНТ»

**ОТВЕТСТВЕННАЯ ЭЛЕКТРОНИКА
ДЛЯ ЖЕСТКИХ УСЛОВИЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ**

100% РОССИЙСКАЯ КОМПАНИЯ



ЗАКАЗНЫЕ РАЗРАБОТКИ

Разработка электронного оборудования по ТЗ заказчика в кратчайшие сроки

- Модификация КД существующего изделия
- Разработка спецвычислителя на базе COM-модуля
- Конфигурирование модульного корпусированного изделия
- Сборка магистрально-модульной системы по спецификации заказчика
- Разработка изделия с нуля



КОНТРАКТНОЕ ПРОИЗВОДСТВО

Контрактная сборка электроники уровней: модуль / узел / блок / шкаф / комплекс

- ОКР, технологические консультации и согласования
- Макеты, установочные партии, постановка в серию
- Полное комплектование производства импортными и отечественными компонентами и материалами
- Поддержание складов, своевременное анонсирование снятия с производства, подбор аналогов
- Серийное плановое производство
- Тестирование и испытания по методикам и ТУ
- Гарантийный и постгарантийный сервис

Перспективы использования диодов с резким восстановлением в силовой электронике

Василий Боровиков, Юрий Красников, Иван Красников (siel@ngs.ru)

В статье на примере импульсного понижающего регулятора напряжения показано, что замена быстродействующего кремниевого диода с мягким восстановлением на аналогичный диод с резким восстановлением совместно с разработанным снаббером тока позволяет уменьшить динамические потери при замыкании ключа более чем на порядок. Приводятся аргументы в пользу разработки и промышленного освоения быстродействующих кремниевых диодов с резким восстановлением для преобразователей с повышенными КПД и надёжностью.

ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время в развитых странах мира более половины получаемой электроэнергии проходит через полупроводниковые преобразователи, что обеспечивает рациональное и экономное её потребление. Уровень развития силовой электроники определяет эффективность генерации и исполь-

зования электроэнергии в энергетике, промышленности, бытовом секторе и во многом определяет уровень жизни населения и обороноспособность страны. Поэтому такие направления, как энергоэффективность, базовые технологии силовой электротехники, технологии создания энергосберегающих систем транспортировки, распределения и использования энергии, технологии создания электронной компонентной базы, входят в перечень приоритетных и критических направлений развития науки, технологий и техники в РФ.

Одна из основных проблем в силовой электронике – проблема восстановления обратного сопротивления быстродействующего кремниевого диода (БКД), когда к проводящему прямой ток диоду быстро прикладывается обратное напряжение. От того, как решена эта проблема, определяющим образом зависят КПД и надёжность преобразующего устройства в целом, т.к. при выводе накопленного в БКД заряда возникают токовые перегрузки, перенапряжения и дополнительные динамические потери в ключах и диодах. Несмотря на значительный прогресс в развитии БКД, диод по-прежнему рассматривается многими разработчиками преобразовательной техники как «слабый» элемент, ограничивающий возможность увеличить рабочую частоту, КПД и надёжность преобразователей, работающих в режиме «жёстких» переключений (например, частота коммутации силовых IGBT-ключей в тяговом приводе электровоза составляет всего 500 Гц).

Параметры отечественных серийно выпускаемых БКД уступают лучшим

образцам зарубежных производителей. Поэтому задача по разработке БКД, имеющих более низкие прямые и динамические потери по сравнению с лучшими зарубежными аналогами, актуальна с точки зрения импортозамещения. В настоящее время развитие БКД идёт по пути совершенствования технологии изготовления кремниевых диодных структур с целью одновременного получения малого прямого напряжения, малого заряда обратного восстановления, мягкого характера обратного восстановления и надёжной работы при высоких dI/dt , dU/dt . Для этого подбирается профиль диффузионных слоёв диодной структуры, формируется неоднородный аксиальный профиль распределения времени жизни неосновных носителей путём протонного и/или электронного облучения (Control Axial Lifetime technology), а также путём комбинированной диффузии золота и платины, снижается эффективность эмиттера за счёт сложной мозаичной конструкции эмиттера.

За мягкий характер восстановления БКД приходится платить увеличенными прямыми потерями и динамическими потерями на фронте спада обратного тока, которые невозможно убрать полностью даже с использованием снаббера тока. Отметим, что БКД с мягким восстановлением разработаны специально для бесснабберного применения, при этом динамические потери в силовом ключе во много раз превышают потери в БКД.

Применение известных простых снабберных цепей, включённых последовательно с БКД D1 (см. рис. 1а, б), уменьшает потери в ключе и диоде, но при этом возникают дополнительные потери в самих снабберных цепях.

РАЗРАБОТКА ВЫСОКОЭФФЕКТИВНОГО СНАББЕРА ТОКА

В ООО «Силовая электроника» разработан новый высокоэффективный снаббер тока. Введение дополнительной обмотки W_{aux} с током подмагничивания I (как правило, это один виток с током, равным среднему току

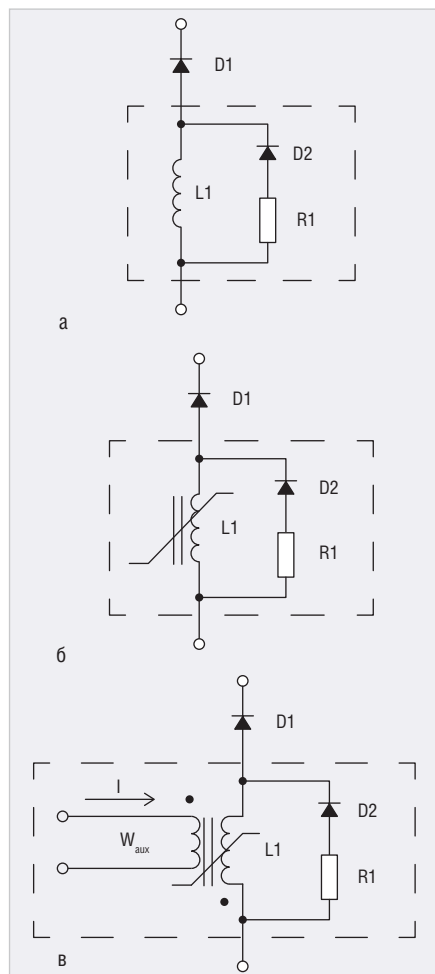


Рис. 1. Снабберы тока: а) с линейным дросселем; б) с дросселем насыщения; в) с ограничением обратного тока

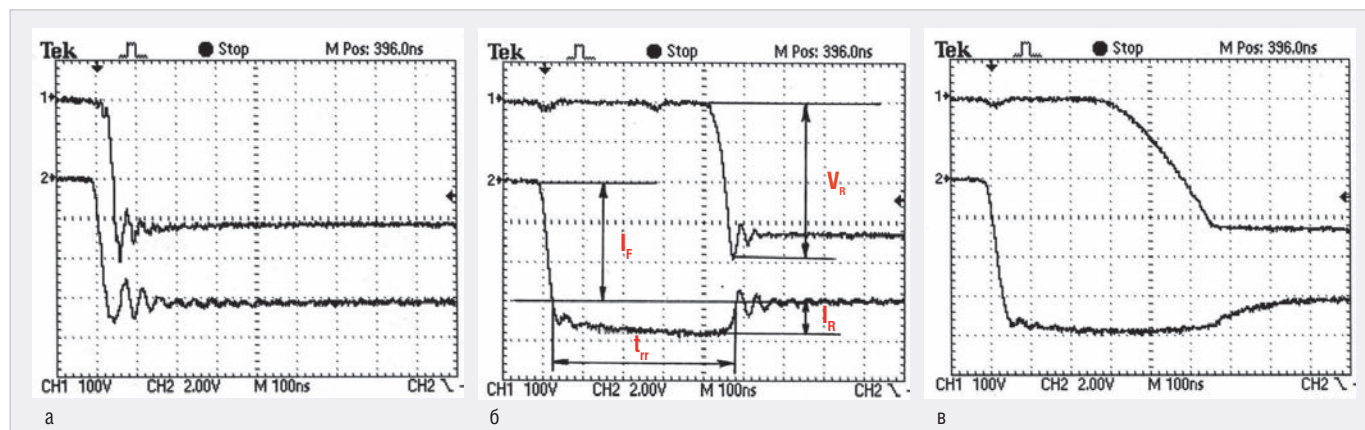


Рис. 2. Осциллограммы напряжения (канал 1, 100 В/дел.) и тока (канал 2, 10 А/дел.) при восстановлении запирающих свойств: а) карбид-кремниевый диод Шоттки CSD20060; б) диода с резким восстановлением КД2997; в) ультрабыстрого диода TURBOSWITCH с мягким восстановлением STTA2512P

нагрузке) на дросселе насыщения L1 (см. рис. 1в) приводит к радикальному изменению процесса обратного восстановления диода D1. При приложении обратного напряжения к цепи D1–L1 дроссель насыщения L1 выходит из насыщения и становится трансформатором тока, поэтому обратный ток диода D1 равен току подмагничивания I, делённому на отношение обмоток трансформатора тока. Сразу после запирающего диода D1 этот ток замыкается по цепи R1–D2, что приводит к обратному перемагничиванию сердечника дросселя L1 вплоть до насыщения. Подробно работа снаббера тока с ограничением обратного тока диода (тиристора) рассмотрена в [1–6].

Отметим основные преимущества предлагаемого снаббера тока:

- обратный ток постоянен по величине и может быть выбран в диапазоне 5–100% от тока подмагничивания;
- габаритные размеры, стоимость и потери в сердечнике уменьшены в несколько раз по сравнению с прототипом, представленным на рисунке 1б;
- потери в резисторе R1 (см. рис. 1в) уменьшены более чем на порядок по сравнению с прототипом;
- сразу после восстановления диода D1 сердечник дросселя насыщения L1 начинает перемагничиваться обратно вплоть до насыщения.

Использование снаббера тока с ограничением обратного тока при восстановлении БКД открывает возможность с успехом использовать БКД с резким (snappy) характером восстановления в режимах «жёсткой» коммутации силовых ключей. При выводе из БКД накопленного заряда всё напряжение

прикладывается к дросселю насыщения, поэтому в диоде и силовом ключе в этот момент нет динамических потерь, а ключ можно замыкать максимально быстро. При восстановлении запирающих свойств БКД, во-первых, не возникает резкого фронта обратного напряжения из-за медленного контролируемого вывода накопленного заряда, во-вторых, не возникает высокочастотных колебаний напряжения на запертом БКД благодаря огромной индуктивности дросселя в ненасыщенном состоянии, к тому же шунтированной R1–D2-цепью. В результате по статическим и динамическим потерям такой БКД в паре с предлагаемым снаббером тока близок к SiC-диоду Шоттки, но дешевле и надёжнее.

На рисунке 2 приведены осциллограммы тока диода и напряжения на диоде в режиме обратного восстановления с использованием предлагаемого снаббера тока для различных типов диодов при одинаковых условиях коммутации: прямой ток диода 30 А, коммутируемое напряжение 300 В.

Отметим, что у карбид-кремниевый диод CSD20060 нет накопленного заряда и, несмотря на очень быстрое выключение ($dI/dt > 1000$ А/мкс), нет больших перенапряжений на запертом диоде. В случае БКД с резким восстановлением КД2997 практически весь заряд выводится при нулевом напряжении на диоде, а динамические потери в диоде на фронте нарастания обратного напряжения не превышают 2 Вт на частоте 20 кГц при коммутируемой мощности 9 кВт. Для ультрабыстрого диода с мягким восстановлением TURBOSWITCH STTA2512P напряжение на диоде начинает нарастать, ког-

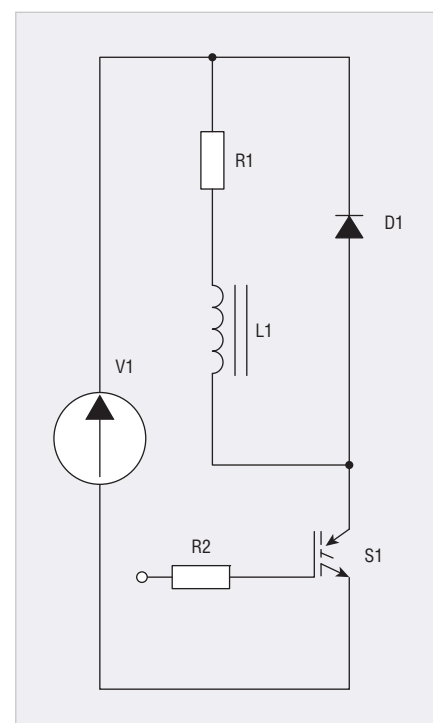


Рис. 3. Схема импульсного регулятора напряжения понижающего типа

да только часть накопленного заряда выведена из p-n-перехода, поэтому динамические потери в 4,5...5 раз больше, чем у диода КД2997.

На примере импульсного регулятора напряжения (см. рис. 3) оценим, какой выигрыш в суммарных динамических потерях в силовом ключе и диоде при замыкании ключа даст замена БКД с мягким восстановлением на БКД с резким восстановлением в паре с предлагаемым снаббером тока.

С целью упрощения оценки энергии потерь при восстановлении диода D1 с мягким восстановлением (см. рис. 4) сделаем следующие замечания и допущения:

- сумма падения напряжения на диоде D1 и ключе S1 равна U_0 ;

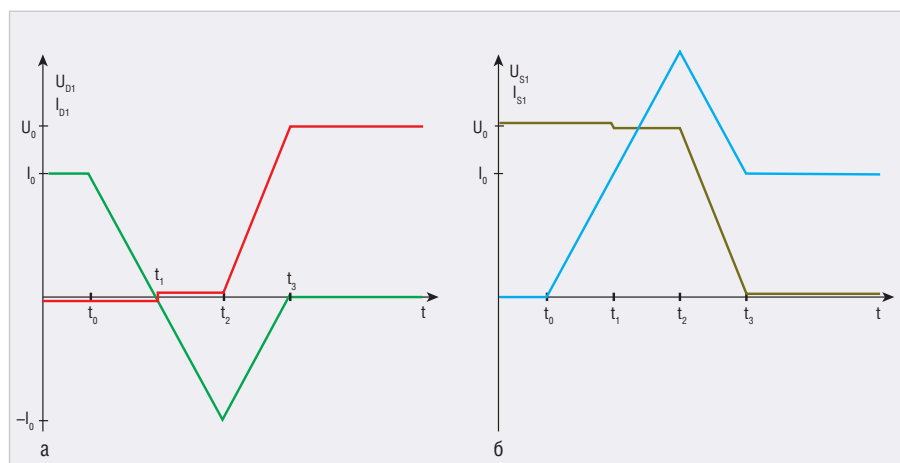


Рис. 4. Упрощённые осциллограммы тока и напряжения во время обратного восстановления диода D1: а) диод D1; б) силовой ключ S1

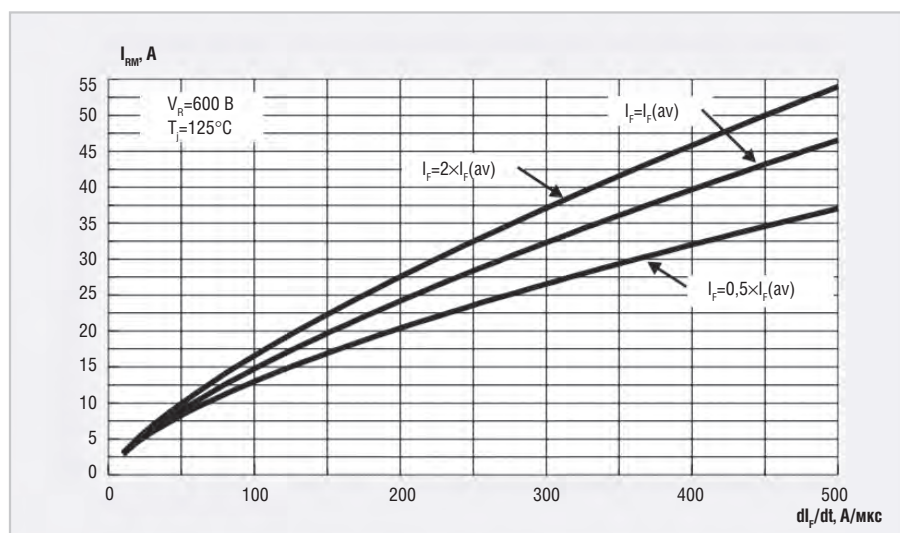


Рис. 5. Зависимость амплитуды обратного тока диода STTA2512P от di/dt

- резистор R2 подобран таким образом, чтобы амплитуда обратного тока I_{rr} диода D1 была равна прямому току I_0 ;

- коэффициент мягкости диода D1 равен 1: $K = (t_3 - t_2) / (t_2 - t_1) = 1$.

При таких допущениях $t_1 - t_0 = t_2 - t_1 = t_3 - t_2 = \tau_0$, поэтому энергия потерь E_0 равна:

$$E_0 = 2U_0 I_0 \tau_0 + \frac{5}{6} U_0 I_0 \tau_0 + \frac{1}{6} U_0 I_0 \tau_0 = 2U_0 I_0 \tau_0 + Q_0 U_0 = 3U_0 I_0 \tau_0, \quad (1)$$

где $2U_0 I_0 \tau_0$ – потери в силовом ключе S1, связанные с током нагрузки; $\frac{5}{6} U_0 I_0 \tau_0$ – потери в силовом ключе S1, связанные с обратным током диода D1; $\frac{1}{6} U_0 I_0 \tau_0$ – потери в диоде D1 на фронте нарастания обратного напряжения; $Q_0 U_0$ – суммарные потери в силовом ключе S1 и диоде D1, связанные с выводом накопленного заряда Q_0 .

Из рисунка 4 видно, что потери в силовом ключе S1 в 17 раз больше, чем в диоде D1. Наличие «хвоста» обратного

тока и перенапряжения на диоде D1 в момент его восстановления уменьшают эту разницу, но потери в силовом ключе всё равно примерно на порядок больше потерь в диоде. При уменьшении di/dt вдвое в рамках предложенной модели получим: $t_1 - t_0 = 2\tau_0$, $t_2 - t_1 = t_3 - t_2 = \sqrt{2}\tau_0$, $I_{rr} = I_0 / \sqrt{2}$, а энергия потерь E_1 будет равна:

$$E_1 = (1 + \frac{3}{\sqrt{2}}) U_0 I_0 \tau_0 + \frac{5}{6} U_0 I_0 \tau_0 + \frac{1}{6} U_0 I_0 \tau_0 = (1 + \frac{3}{\sqrt{2}}) U_0 I_0 \tau_0 + Q_0 U_0 = (2 + \frac{3}{\sqrt{2}}) U_0 I_0 \tau_0. \quad (2)$$

Сравнивая E_0 и E_1 , отметим, что при уменьшении di/dt полные потери увеличиваются (даже с учётом того, что накопленный заряд уменьшается при уменьшении di/dt), причём за счёт увеличения потерь в силовом ключе S1, поэтому усилия разработчиков современных БКД направлены на создание диодов, надёжно работающих при высоких значениях di/dt , имеющих коэффициент мягкости $K \geq 10$ и уменьшенный накопленный заряд Q_0 [7].

Другой путь снижения полной энергии потерь в момент восстановления диода D1 – включение снаббера тока последовательно с диодом D1, что позволяет использовать максимально быстрое включение силового ключа S1 и максимально быстрый фронт обратного восстановления диода (т.е. $K \ll 1$).

Оценим суммарную энергию потерь E_2 в силовом ключе S1 и диоде D1 при замене диода D1 с мягким восстановлением (см. рис. 3) на диод с резким восстановлением в паре с предлагаемым снаббером тока (см. рис. 1в), причём дополнительная обмотка W_{aux} включена последовательно с основным дросселем L1 (см. рис. 3). Для этого используем реальную осциллограмму, представленную на рисунке 2б:

$$E_2 = \frac{1}{2} U_0 I_0 \tau_1 + (U_{S1} + U_{D1}) Q_1 + \frac{1}{2K_{tr}} U_0 I_0 \tau_2 = \frac{1}{2} U_0 I_0 (\tau_1 + \frac{\tau_2}{K_{tr}}) + (U_{S1} + U_{D1}) Q_1, \quad (3)$$

где τ_1 – время нарастания тока в силовом ключе S1; U_{S1} – падение напряжения на замкнутом ключе S1; U_{D1} – падение напряжения на диоде D1; Q_1 – накопленный заряд в диоде D1, выведенный при почти нулевом напряжении на диоде D1 и силовом ключе S1; τ_2 – время нарастания напряжения на диоде D1; K_{tr} – коэффициент трансформации дросселя насыщения L1 (см. рис. 1в).

Отметим, что отношение $(U_{S1} + U_{D1}) Q_1 / Q U_0 = 0,01$, поэтому слагаемым $(U_{S1} + U_{D1}) Q_1$ в формуле (2) можно пренебречь.

Оценим отношение E_0 / E_2 :

$$E_0 / E_2 = 3U_0 I_0 \tau_0 / (\frac{1}{2} U_0 I_0 (\tau_1 + \frac{\tau_2}{K_{tr}})) = 6\tau_0 / (\tau_1 + \frac{\tau_2}{K_{tr}}). \quad (4)$$

Величину τ_0 определим исходя из условий: $I_0 = 30$ А, амплитуда обратного тока $I = 30$ А. По графику из технических характеристик на диод STTA2512P (см. рис. 5) получаем $di/dt = 300$ А/мкс, т.е. $\tau_0 = 100$ нс. Примем $\tau_1 = 30$ нс, $\tau_2 = 50$ нс, $K_{tr} = 5$. Итого получаем $E_0 / E_1 = 15$, т.е. полные динамические потери на включение силового ключа S1 (см. рис. 3) уменьшены более чем на порядок.

Выигрыш в надёжности при замене БКД с мягким восстановлением на БКД с резким восстановлением в паре с предлагаемым снаббером тока ещё значительнее.

Одна из основных причин выхода из строя БКД и силовых ключей

при бесснаберном восстановлении БКД в режимах «жёсткой» коммутации – увеличение амплитуды обратного тока и динамических потерь из-за роста накопленного заряда с увеличением температуры кристалла диода (накопленный заряд увеличивается в 2–4 раза при нагреве кристалла БКД на 100°C). В результате возникает положительная зависимость динамических потерь от температуры: чем выше температура, тем больше динамические потери. Из рисунка 6 видно, что амплитуда обратного тока диода достигает 65 А (при комнатной температуре), а ток в силовом ключе – 95 А. При увеличении температуры кристалла силового ключа на 100°C амплитуда тока может вырасти до 150 А и более, что может привести к выходу силового ключа, рассчитанного на ток 40–50 А, из насыщенного режима в линейный режим работы с последующим выходом из строя.

При использовании предлагаемого снаббера тока и БКД с резким восстановлением с увеличением температуры кристалла БКД будет увеличиваться время t_{rr} протекания обратного тока (см. рис. 2б) при почти нулевом напряжении на диоде и силовом ключе, т.е. динамические потери в диоде и ключе практически не увеличиваются с увеличением температуры кристалла БКД. Обратный ток диода будет оставаться практически постоянным в течение всего времени восстановления диода. Такое решение существенно повышает КПД и надёжность преобразователя в целом.

Требования к БКД с резким восстановлением невысокие: он должен иметь малое прямое падение напряжения и малый накопленный заряд. К нему не предъявляются требования высокой динамической стойкости, как к БКД с мягким восстановлением, поэтому технология изготовления диодов с резким восстановлением может быть существенно проще, а стоимость – значительно ниже, чем для БКД с мягким восстановлением и карбид-кремниевых диодов Шоттки.

Выводы

Прежде всего, стоит отметить, что в настоящее время сложилась парадоксальная ситуация: разработчик преобразовательной техники, применяя снабберы тока и напряжения для увеличения КПД и надёжности, вынужден использовать диоды с мягким вос-

становлением, которые разработаны специально для бесснаберного режима работы! Применение разработанного ООО «Силовая электроника» снаббера совместно с БКД с резким восстановлением позволит исправить эту ситуацию.

Предлагаемый снаббер тока является лучшим из известных аналогов по совокупности параметров: габариты, стоимость, форма и амплитуда обратного тока диода (тиристора), КПД, простота и удобство использования.

Использование БКД с резким восстановлением (БКДРВ) совместно с предлагаемым снаббером тока позволит радикально повысить КПД и надёжность преобразователей электроэнергии, работающих в экстремальных температурных условиях (нефтяные погружные насосы, электротранспорт, военная техника, космические объекты и т.д.) или при повышенных напряжениях, когда используются силовые ключи и диоды обладают низким быстродействием (РЖД, энергетика, промышленность).

Ввиду полного отсутствия БКДРВ на рынке необходимо провести НИР, ОКР и освоить промышленное производство нового перспективного типа диодов, которые нельзя использовать всегда и везде, а необходимо рассматривать как диоды для спецприменения, требующие специальных схемотехнических решений.

Разработка снаббера с ограничением обратного тока при восстановлении БКД (или тиристора), исследование характеристик обратного восстановления диодов различных типов с использованием разработанного снаббера тока, схемотехнические решения применения снаббера тока в различных преобразовательных устройствах были выполнены в основном за счёт сил и средств ООО «Силовая электроника». Для реализации следующих этапов (разработка новых типов БКДРВ, создание инженерного расчёта элементов снаббера тока, развитие схемотехники преобразователей электроэнергии с использованием БКДРВ) необходима государственная поддержка данного направления, нацеленного на импортозамещение и технологическую независимость России, которое может стать новой точкой роста в силовой электронике [8], причём сей-

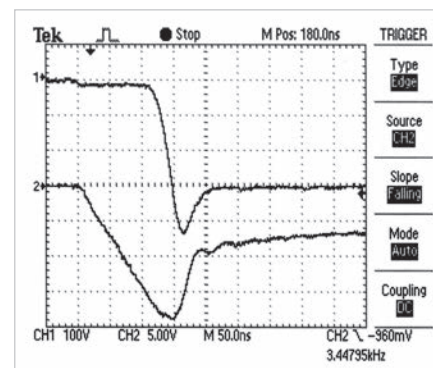


Рис. 6. Осциллограммы напряжения на диоде (канал 1, 100 В/дел.) и тока диода (канал 2, 25 А/дел.) при восстановлении запирающих свойств диода STTA2512P при $di/dt=750$ А/мкс

час в этом направлении Россия имеет абсолютный приоритет.

ЛИТЕРАТУРА

1. Боровиков В.М., Красников Ю.И. Способ ограничения обратного тока при восстановлении диода. Патент RU 2256283, опубликован 10.07.2005. Бюл. № 19.
2. Боровиков В.М., Красников Ю.И. Способ ограничения обратного тока при восстановлении диода. Международная заявка на изобретение WO 2005/074114 A1, опубликована 11.08.2005.
3. Красников Ю.И., Красников И.Ю. Новые решения старых проблем в импульсных регуляторах напряжения. VIII Международный симпозиум «Электротехника 2010», доклад 5-08, Московская область, 24–26 мая 2005 г.
4. Yu. Krasnikov. New solutions to the old problems of buck and boost converters. 11th European Conference on Power Electronics and Applications, 11–14 September 2005, Dresden, Germany.
5. Боровиков В., Красников Ю. Поиск «идеальных» решений в силовой электронике: от постановки задачи до реализации проекта. Современная электроника. 2006. № 8.
6. Yuriy I. Krasnikov. Improved Buck and Boost Converters for High-power Applications. 2007 IEEE International Symposium on Industrial Electronics, 4–7 June, 2007, Vigo, Spain.
7. Писарев А., Черников А., Сурма А. Мощные мягкие быстровосстанавливающиеся диоды для высокоэффективных инверторных систем: www.proton-electrotex.com/ru/articles/moshhnyemyagkie-byistrovosstanavlivaushiesya
8. Государство ждёт оппонента: эксперты обсудили, как сделать отечественную электронику доходной. Современная электроника. 2017. № 8.



РОССИЙСКАЯ НЕДЕЛЯ
ВЫСОКИХ ТЕХНОЛОГИЙ



СВЯЗЬ

Информационные и коммуникационные
технологии

24—27 апреля 2018

30-я юбилейная
международная выставка

Организатор:



При поддержке:

- Министерства промышленности и торговли РФ
- Федерального агентства связи (РОССВЯЗЬ)
- Российской ассоциации электронных коммуникаций (РАЭК)

Под патронатом ТПП РФ

12+ Реклама



Россия, Москва, ЦВК «Экспоцентр»

www.sviaz-expo.ru



14-й МОСКОВСКИЙ МЕЖДУНАРОДНЫЙ ИННОВАЦИОННЫЙ ФОРУМ

ТОЧНЫЕ ИЗМЕРЕНИЯ — ОСНОВА КАЧЕСТВА И БЕЗОПАСНОСТИ

проводится в соответствии с распоряжением Правительства Российской Федерации от 5 апреля 2014 г. № 541-р

**15-17 мая 2018 г.,
Москва, ВДНХ,
павильон 75, «Россия»**

СПЕЦИАЛИЗИРОВАННЫЕ
ВЫСТАВКИ



ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ

Консолидация усилий власти, науки и бизнеса в развитии отечественного приборостроения для обеспечения нужд промышленности и оборонного комплекса страны, а также повышение эффективности российской системы измерений, совершенствование нормативной базы метрологии с учетом международных тенденций в целях поддержки инноваций и их продвижения.

ПРОГРАММА ФОРУМА



METROLEXPO

Метрология и Измерения

14-я выставка средств измерений, испытательного оборудования и метрологического обеспечения.



CONTROL&DIAGNOSTIC

Контроль и Диагностика

7-я выставка промышленного оборудования и приборов для технической диагностики и экспертизы.



RESMETERING

Учёт энергоресурсов

7-я выставка технологического и коммерческого учета энергоресурсов.



LABTEST

Лабораторное оборудование

6-я выставка аналитических приборов и лабораторного оборудования промышленного и научного назначения.



PROMAUTOMATIC

Приборостроение и автоматизация

6-я выставка оборудования и программного обеспечения для технологических и производственных процессов.



WEIGHT SALON

Весовой салон

2-я выставка весового оборудования.

Организаторы



РОССТАНДАРТ

Поддержка



Международные партнеры



Стратегический
партнер



Ключевые
партнеры выставки



Генеральный
партнер



Устроитель
и выставочный оператор



ДИРЕКЦИЯ ФОРУМА

129344, Москва, ул. Искры, д. 31, корп. 1
Тел./Факс: +7 (495) 937-40-23 (многоканальный)

www.metrol.expoprom.ru
E-mail: metrol@expoprom.ru

Реклама

Низкопрофильные преобразователи «АЕПС-ГРУПП»

Александр Гончаров (alexann.goncharov@gmail.com),
Александр Сурков

С начала 2018 года международная группа компаний «АЕПС-ГРУПП», представленная в России фирмами ООО «ВИП АГ», ООО «АЕПС-ГРУПП» и ООО «ТЕ», начала принимать заявки на поставку новых моделей преобразователей DC/DC и AC/DC.

Новинки 2018 года

Первой новинкой являются ультракомпактные изолированные DC/DC-преобразователи с высоковольтной сетью серий JETND120-CTHV, JETND250-CTHV и JETND400-CTHV.

Для российского рынка данные модули поставляются с обозначением ВИПД. В ряде применений они могут заменить соответствующие модули фирмы VICOR семейств Micro, Mini и Maxi в корпусах промышленного стандарта Brick.



Рис. 1. Модуль JETND400-CTHV



Рис. 2. Модуль JETBA250



Рис. 3. Безвентиляторный блок электропитания JETAB5500-HP

На рисунке 1 показан типовой модуль в корпусе Full-Brick JETND400-CTHV мощностью 400 Вт.

Характерной особенностью всей серии JETND400-CTHV является возможность работы с двумя входными сетями – постоянным входным напряжением 100...200 В или 180...375 В. Типовые выходные напряжения 24, 27 или 48 В. Диапазон температур корпуса –40...+110°C, по заказу может быть расширен до –60...+130°C. Стандартные сервисные функции модулей: подстройка выходного напряжения, дистанционное включение и выключение, а в модулях на 250 и 400 Вт – ещё и параллельная работа и выносная обратная связь. Предусмотрен полный комплекс защит.

Габариты и удельная мощность анонсируемых приборов являются уникальными для производимых в России аналогичных модулей электропитания: для JETND-120CTHV (1/4 Brick) – 59×37×12 мм и 4813 Вт/дм³, для JETND-250CTHV (1/2 Brick) – 61×59×12 мм и 6030 Вт/дм³, для JETND-400CTHV (Full-Brick) – 117×61×13 мм и 6478 Вт/дм³.

Корпуса модулей выполнены из металла, что позволяет использовать их в экстремальных условиях эксплуатации. В них предусмотрены отверстия для крепления, позволяющие применять винты с утопленными головками, что отвечает низкому конструктивному профилю данных модулей. Выводная система – штыри, предназначенные под распайку на печатную плату.

Модули серии JETND-CTHV имеют высокий типовой КПД – до 92% при коэффициенте нагрузки 0,7.

Типовая область применения – системы радарных АФАР, использование в преобразователях AC/DC в качестве конвертеров (достаточно добавить выпрямитель и входной фильтр) при типовых однофазных и трёхфазных сетях на 50 и 400 Гц.

Вторая линейка новинок – это бюджетные версии популярных преобразователей AC/DC серии JETA.

В составе серии четыре модуля – JETBA50, JETBA100, JETBA250 и JETBA500.

Для российского рынка данные модули поставляются с обозначением ВИПАБ. Это низкопрофильные устройства в малогабаритных металлических корпусах-основаниях для установки их на радиаторы. Максимальная мощность составляет от 50 до 500 Вт. Работают устройства от стандартной сети 220 В (187...242 В), 50 Гц. Допускается также использование модулей и в сетях на 400 Гц.

На рисунке 2 показан типовой модуль JETBA250 мощностью 250 Вт.

Характерной особенностью всей серии является диапазон температур корпуса (–40...+85°C). Типовые выходные напряжения – от 5 до 48 В. Стандартные сервисные функции модулей для моделей на 250 и 500 Вт: подстройка выходного напряжения и дистанционное включение и выключение, а для модели на 500 Вт – ещё и параллельная работа с выносной обратной связью. Имеется стандартный комплекс защит, в том числе от превышения температуры.

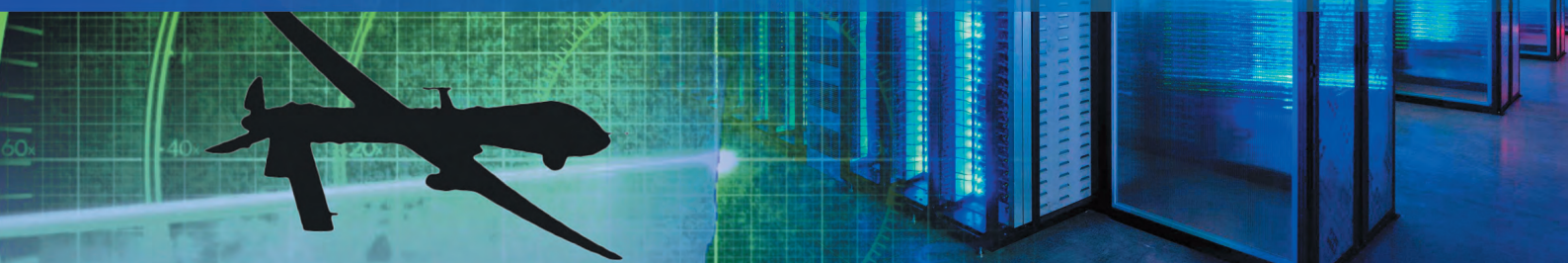
Габариты и удельная мощность представленных приборов являются весьма конкурентоспособными по сравнению с производимыми в России аналогичными модулями электропитания: для JETBA50 – 89×42×18 мм и 743 Вт/дм³, для JETBA100 – 101×55×21 мм и 787 Вт/дм³, для JETBA250 – 115×80×28 мм и 970 Вт/дм³, для JETBA500 – 175×93×29 мм и 1059 Вт/дм³.

Выводная система – клеммные колодки для гибких многожильных проводников. Модули снабжены фильтрами ЭМС.

Типовая область применения – системы автоматики и электропитания различных электронных устройств.

В связи с растущим спросом на мощные блоки электропитания с конвекционным охлаждением группой компаний «АЕПС-ГРУПП» разработан мощный безвентиляторный блок электропитания JETAB5500-HP. Внешний вид блока показан на рисунке 3.

Преимуществами данного изделия являются пассивное охлаждение без вентиляторов, трёхфазная входная сеть



Мы делаем уникальные системы электропитания Мы - AEPS group

АЕПС-ГРУПП внедряет в российском производстве передовые мировые технологические лицензии на низкопрофильные преобразователи для экстремальных условий с высокими показателями энергетической плотности до 6 500 Вт/дм³.

Наша продукция - высокоэффективные AC/DC и DC/DC модули и системы электропитания - уже сегодня успешно используются в широком классе радиоэлектронной аппаратуры, в первую очередь, где ценится малый вес, планарное исполнение и отсутствие вентиляторного охлаждения, во всех сферах ответственных применений, в том числе, в специальной и военной технике.

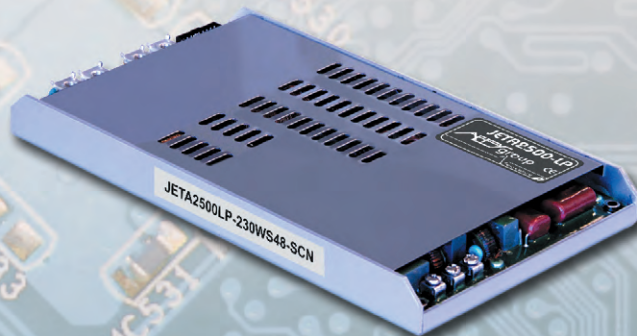
Ультранизкопрофильные AC/DC преобразователи JETNA1000-LP для работы от трехфазной сети



- Металлический корпус с ультранизким профилем 16 мм
- Трёхфазное входное напряжение
- Энергетическая плотность до 3850 Вт/дм³
- Без вентилятора
- Рабочая температура до -60°C...+85°C
- Выходная мощность до 1 000 Вт
- Коррекция коэффициента мощности
- Максимальная подключаемая выходная емкость – без ограничений
- Полный комплекс защит и сервисных функций

Ультранизкопрофильные однофазные AC/DC преобразователи JETA2500-LP

- Металлический корпус с ультранизким профилем 24 мм
- Входное напряжение до ~90...265 В
- Энергетическая плотность до 3000 Вт/дм³
- Без вентилятора
- Рабочая температура до -50°C...+85°C
- Выходная мощность до 2 500 Вт
- Коррекция коэффициента мощности
- Максимальная подключаемая выходная емкость – без ограничений
- Полный комплекс защит и сервисных функций



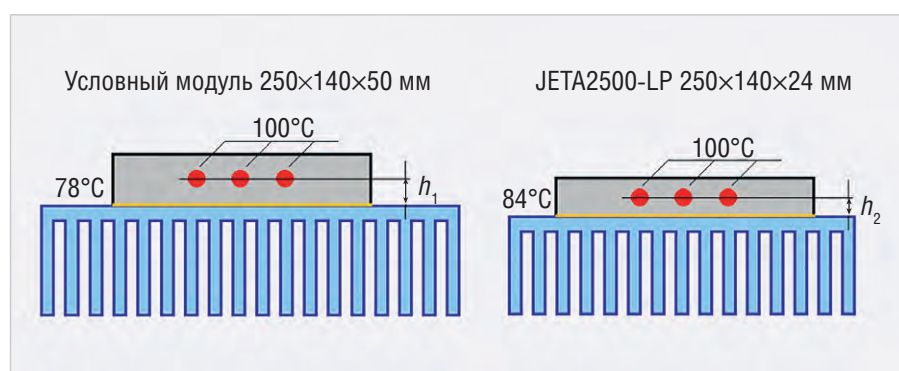


Рис. 4. Влияние низкопрофильности (планарности) модуля на размеры радиатора

3×400 В ±10%, 50–60 Гц, выходная мощность до 5500 Вт, выходное напряжение 220 В постоянного тока, выходной ток 25 А (возможны варианты наращивания мощности). Встроенный цифровой модуль с дистанционным управлением и возможностью настройки параметров, порт RS-232 значительно облегчают компьютерное управление блоком. Имеется возможность параллельной работы до 8 блоков. Монтаж производится в 19" стойку шириной 800 мм.

Безвентиляторные AC/DC-блоки электропитания объединяют в себе передовые технологии построения импульсных преобразователей напряжения на основе низкопрофильных модулей, исключающих также систему жидкостного охлаждения, с высоким КПД. Они имеют гибкую структуру в конструктиве стандарта 19" для построения конкурентоспособных систем с выходным током 25, 50, 75, 100 А при КПД более 0,92. Имеется возможность работы в буфере с батареей (работа и одновременная подзарядка). Температура окружающей среды –10...+45°C, климатическая группа IEC 721-3-3 – 3K3/3Z1/3B1/3C2/3S2/3M2. Размеры 730×404×300 мм (Ш×В×Г). Вес до 15 кг.

Типовые области применения безвентиляторных AC/DC-блоков электропитания – системы электропитания постоянного тока средней и высокой мощности, выпрямители в системах с резервированием и аккумуляторной батареей в буфере, системы сигнализации на ж/д транспорте, промышленные системы автоматизации, зарядка и оптимизация работы стационарных батарей на электростанциях, телекоммуникационная аппаратура.

Преимущества низкопрофильности для преобразователей AC/DC

Говоря о новинках 2018 года, нельзя оставить без внимания проблемы

получения низкопрофильности или малой толщины модулей электропитания AC/DC. Данный класс устройств электропитания по сравнению с DC/DC-модулями крайне неудобен для компоновки в аппаратуре. Это объясняется неизбежностью использования крупногабаритных элементов – конденсаторов, выпрямителей, трансформаторов, дросселей и т.п., без которых преобразование AC/DC невозможно.

Допустим, имеется модуль электропитания в виде некоторого геометрического объема со своими длиной, шириной и высотой (или толщиной – она-то и называется профилем). Система кондуктивного охлаждения отсутствует, однако имеется слабый вентилятор. При этом до идеального КПД=1 далеко, а тепла выделяется неприятно много. Что делать в таком случае?

Мысленно можно начать сплюсывать модуль так, чтобы уменьшить высоту – профиль. То, что у модуля при этом начнут увеличиваться длина или ширина или оба параметра, – не критично, главное, что у него начнет увеличиваться поверхность охлаждения, и в какой-то момент будет достигнут определенный результат: и вентилятор, и окружающий воздух «заработают», тепло начнет эффективно сниматься, а надёжность модуля – резко увеличиваться (снижение перегрева на каждые 10°C будет увеличивать время наработки на отказ вдвое).

В результате будет получен идеальный вариант – профиль станет равен нулю, а площадь поверхности станет равна бесконечности. Теперь вентилятор уже не понадобится, и, теоретически, даже в космосе охлаждение будет отличное.

Разберём, какие именно преимущества даёт низкопрофильность, или, что более правильно, планарность.

1. На поверхности лежит тезис о планарности как о весьма желательном параметре конструкции. Дело в том, что модули электропитания в большинстве случаев имеют самую большую толщину среди всех элементов конструкции и очень плохо komponуются с другими приборами микроэлектроники: тонкому прибору легче найти место в современной аппаратуре.

2. Ситуация с трудностью компоновки ещё более обостряется, когда совместно с модулем электропитания необходимо разместить радиатор, к которому модуль прикреплён. Конечно, лучше максимум толщины отдать радиатору, а сам модуль максимально «расплющить» на радиаторе, сделать его планарным.

3. Есть и неочевидные, но очень серьёзные доводы для борьбы за планарность модулей электропитания (см. рис. 4). Два модуля равного объёма с одинаковой мощностью рассеивания, но с разным профилем стоят на большом радиаторе. Первый модуль сундукообразный, его высота (толщина, профиль) – 50 мм. Второй модуль планарного типа, т.е. низкопрофильный, имеет толщину 24 мм. Красными кружками в районе центральной части высоты корпуса условно показаны концентраторы тепла – это могут быть, например, трансформаторы, дроссели, электролитические конденсаторы, терморезисторы и т.п. Крайне важно не допустить нагрева этих элементов выше некоторой критической температуры, например +100°C.

Очевидно (см. рис. 4), что тепловой путь h_1 для модуля, имеющего большую толщину, гораздо длиннее, чем тепловой путь h_2 для низкопрофильного планарного модуля, и поэтому в случае низкопрофильного модуля для удержания внутри конструкции предельной температуры +100°C можно допустить большую температуру на радиаторе, равную +84°C, в отличие от левой конструкции, имеющей на радиаторе температуру +78°C. Именно поэтому радиатор совместно с модулем электропитания у правой низкопрофильной планарной конструкции будут иметь заметно меньшие размеры и вес. Данное преимущество может иметь особое значение для передвижных изделий, например для дронов.

4. Весьма важным является вопрос о том, что делать с теплом, которое идёт не в радиатор (например, если используется жидкостный радиатор), а в противоположную сторону. Из-за наличия данного паразитного тепла приходится устанавливать в аппаратуре, наряду с основным жидкостным охлаждением, ещё и дополнительное, например вентиляторное.

Учитывая, что в конструкциях модулей электропитания, имеющих большую толщину, доля паразитного тепла может составлять 15–25%, данная проблема становится весьма неприятным, снижающим надёжность фактором. В аппаратуре могут появиться механические устройства – вентиляторы. Разработчикам «АЕПС-ГРУПП» приходилось сталкиваться с такими проблемами, разрабатывая системы электропитания для суперкомпьютеров и фазированных антенных решёток радаров. За счёт применения планарных низкопрофильных модулей электропитания достаточно легко довести уровень паразитного тепла до 7–10% – в этом случае появляются другие способы отведения тепла, кроме использования вентиляторов, например конвекционные.

Низкопрофильные преобразователи AC/DC

В области планарных конструкций в 2018 году «АЕПС-ГРУПП» предлагает низкопрофильные модули электропитания

AC/DC: JETNA1000-LP с профилем 16 мм и входным напряжением 380 В (см. рис. 5) и JETA2500LP с профилем 24 мм и входным напряжением 220 В (см. рис. 6).

Для JETNA1000-LP конкурентными характеристиками являются ультранизкопрофильная конструкция 16 мм, трёхфазное линейное входное напряжение, соединение в «треугольник» 304...456 В, энергетическая плотность до 3850 Вт/дм³, рабочие температуры корпуса –60...+85°C, выходной ток до 60 А, мощность до 1000 Вт. Кроме того, имеется возможность коррекции коэффициента мощности. При габаритах 175×93×16 мм (Ш×В×Г) это мощное микроминиатюрное устройство имеет выход питания вентилятора, защиту от перегрузки, КЗ и перенапряжения, тепловую защиту, возможность дистанционного включения/выключения.

Для JETA2500LP с профилем 24 мм конкурентными преимуществами являются экстремально низкий профиль для устройств, работающих от однофазной сети 100...242 В/176...242 В, а также высокая энергетическая плотность до 3000 Вт/дм³.

Модуль JETA2500LP поддерживает конвекционное или жидкостное охлаждение, рабочие температуры корпуса –50...+85°C, выходной ток до 125 А, мощность до 2500 Вт. Предусмотрены также параллельная работа, коррекция коэффициента мощности, все виды защиты, дистанционное включение/выключение с применением напряжения или «сухого контакта», подстрой-



Рис. 5. Модуль JETNA1000-LP



Рис. 6. Модуль JETA2500-LP

ка выходного напряжения, выносная обратная связь. Максимальная подключаемая выходная ёмкость – без ограничений. Металлический корпус AC/DC-преобразователя имеет размеры 250×140×24 мм (Ш×В×Г).

Основное назначение данных приборов с AC/DC-преобразованием – эффективная работа в самых компактных конфигурациях электропитания в жёстких условиях окружающей среды.

Литература

1. Каталоги продукции «ВИП АГ» и «АЕПС-ГРУПП».
2. www.aeps-group.ru

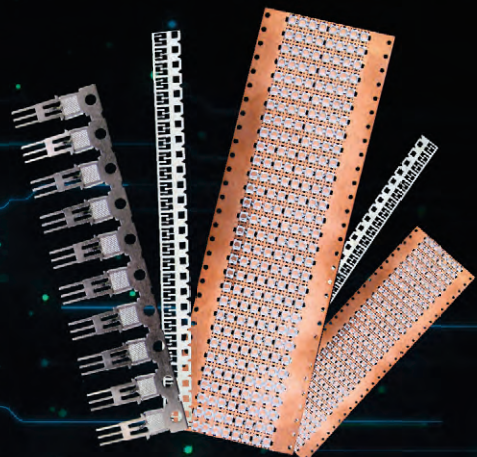




АО «Завод «МАРС»

Предприятие подготовило мощности для производства выводных рамок и металлополимерных корпусов под электронную компонентную базу.

Поддерживая программы импортозамещения воспроизводим уже выпускаемые типы рамок и готовы освоить новые разработки под ваше оборудование и оснастку.



www.z-mars.ru e-mail: z-mars@mail.ru
 тел.: +7 48251 55035 +7 48251 55237
 172010, Россия, Тверская область,
 г. Торжок, ул. Луначарского, 121

Реклама

Малошумящие высокочастотные генераторы на ПАВ

Дмитрий Астапенко, Алексей Ложников (г. Омск)

В статье рассмотрены вопросы реализации генераторов частот от 100 до 2000 МГц с использованием резонаторов и фильтров на поверхностных акустических волнах (ПАВ), а также представлены графики фазовых шумов.

Наряду с увеличением стабильности, основными тенденциями развития устройств генерации сигналов являются увеличение рабочих частот и уменьшение фазовых шумов и габаритных размеров. Частым требованием для генераторов в диапазоне частот от 100 до 2000 МГц является обеспечение низкого уровня спектральной плотности мощности фазовых шумов (СПМФШ) ($-145...-135$ дБ/Гц при отстройке 10 кГц и -170 дБ/Гц при отстройках выше

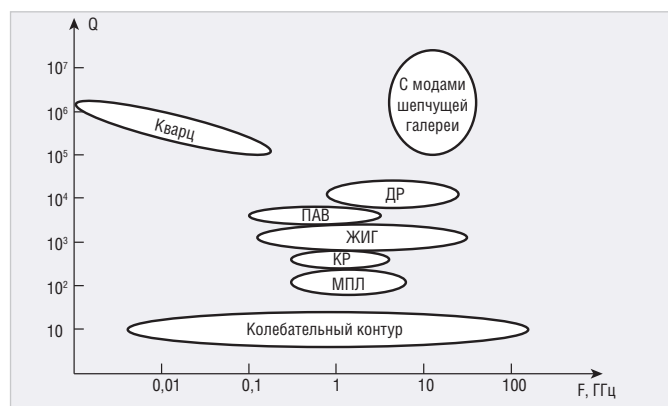
1 МГц) и малого джиттера (менее 100 фс).

Из рисунка 1, на котором представлена классификация резонаторов по частоте и добротности, видно, что в данном диапазоне частот наивысшей добротностью обладают ПАВ-резонаторы. С точки зрения габаритных размеров ПАВ-устройства также имеют ряд преимуществ.

Результаты измерения СПМФШ генераторов частот 224 и 857 МГц на ПАВ-резонаторах представлены на рисун-

ках 2 и 3. Данные генераторы по габаритным размерам и электрическим параметрам находятся на уровне устройств фирмы Crystek Crystals [2], позиционирующихся как Ultra-Low Phase Noise.

Реализация высокочастотных (5000... 20 000) ПАВ-резонаторов на частоты до 1000 МГц не вызывает технологических трудностей, так как ширина линии ПАВ-структуры больше 1 мкм. Для реализации генераторов с частотами от 1000 до 2000 МГц оптимально использовать генераторы на ПАВ-резонаторах с умножением частоты. Это вынужденная мера, связанная, во-первых, с трудностями реализации топологий (<1 мкм), а во-вторых, с тем, что подобная ПАВ-структура со временем может дегра-



Примечание: ЖИГ – резонаторы на основе железо-иттриевого граната; ПАВ – резонаторы на основе поверхностно-акустических волн; КР – коаксиальные резонаторы; ДР – дисковые диэлектрические резонаторы; МПЛ – микрополосковые резонаторы

Рис. 1. Классификация резонаторов по частоте (F) и добротности (Q)

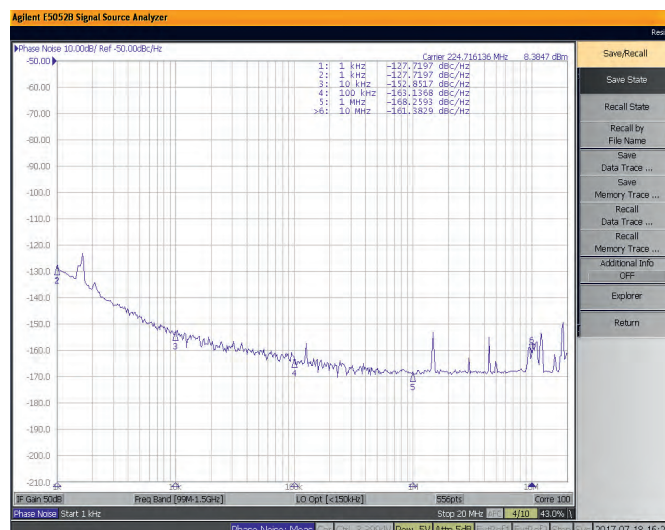


Рис. 2. Характеристика генератора частоты 224 МГц

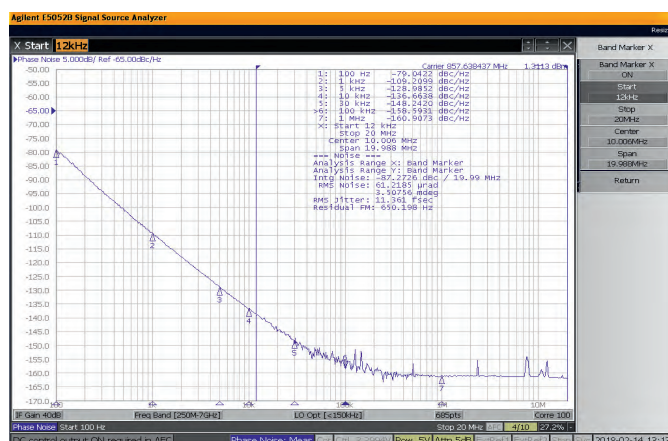


Рис. 3. Характеристика генератора частоты 857 МГц

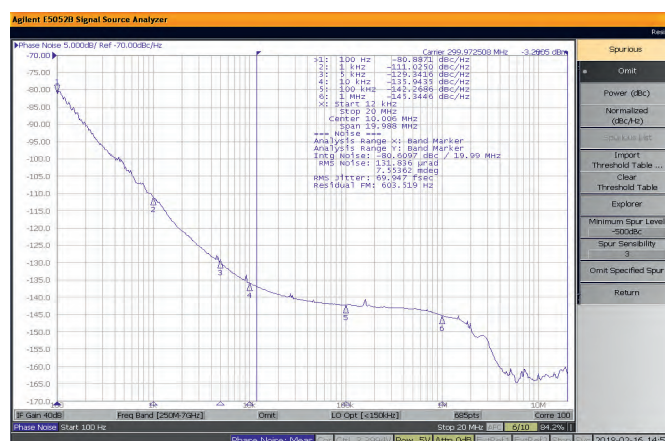


Рис. 4. Характеристика генератора частоты 300 МГц с фильтром на ПАВ

дировать, что недопустимо для высоконадёжных устройств.

Помимо ПАВ-резонаторов, в генераторах также применяются ПАВ-фильтры. Наиболее эффективным их применение является в диапазоне частот от 100 до 300 МГц. К примеру, миниатюрные термокомпенсированные кварцевые SMD-генераторы обладают относительно высокой температурной и долговременной стабильностью ($\pm 1...5 \times 10^{-6}$) и, как правило, их частота не превышает 100 МГц (M54003, АО «ОНИИП»), при этом СПМФШ не опускается ниже отметки -150 дБ/Гц. Применение узкополосных фильтров на ПАВ позволяет одновременно снизить СПМФШ на 20 дБ/Гц в дальней зоне и выделить третью гармонику выходного сигнала КМОП. Данное решение позволяет реализовать высокостабильные миниатюрные генерато-

ры в диапазоне частот от 100 до 300 МГц в металлокерамических SMD-корпусах. Результаты измерения СПМФШ и джиттера 100 МГц генератора M54003 с ПАВ-фильтром на 300 МГц представлены на рисунке 4. Схожее решение используется в генераторах фирмы Vectron, например в модели VS-702 [3].

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Современные материалы и технологии позволяют реализовать генераторы на отечественной элементной базе, обеспечивающие низкий уровень фазовых шумов в широкой полосе отстройки от несущей в высокочастотном диапазоне от 200 до 2000 МГц, с габаритными размерами не более $12,7 \times 9,2 \times 5,0$ мм. Кроме того, за счёт применения кварцевых подложек ПАВ-структур генераторы обладают высокой температурной ста-

бильностью ($\pm 50...200 \times 10^{-6}$). В диапазоне частот от 100 до 300 МГц может быть использовано сочетание кварцевого SMD-генератора и ПАВ-фильтра, что обеспечивает джиттер меньше 70 фс и температурную стабильность ($\pm 1...5 \times 10^{-6}$).

Во всех генераторах также может быть реализована возможность управления напряжением, что позволяет использовать их в качестве ключевых компонентов в различных высокочувствительных радионавигационных и радиолокационных системах.

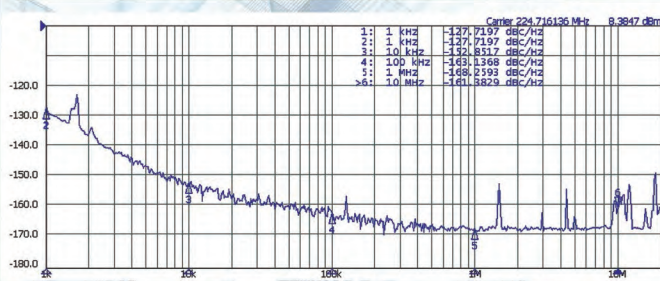
ЛИТЕРАТУРА

1. Горевой А. Выбор генераторов для построения маломощных СВЧ-синтезаторов. Компоненты и технологии. 2012. № 6. С. 87–92.
2. Crystek Crystals: www.crystek.com
3. Vectron International: www.vectron.com 

ОМСКИЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ ПРИБОРОСТРОЕНИЯ

АО «ОНИИП» находится на стадии освоения производства высокочастотных устройств стабилизации частоты на основе ПАВ-резонаторов.

Данное направление позволяет заменить на рынке российской электроники аналогичную продукцию таких фирм как Vectron, Mini-Circuits, Crystek Crystals, Axtal.



Основные технические характеристики генераторов:

- диапазон номинальных частот от 200 МГц до 2 ГГц;
- возможность управления частотой внешним напряжением с компенсацией температурных уходов;
- низкий уровень фазовых шумов до $-170...-175$ дБ/Гц в дальней зоне;
- джиттер менее 100 фс в полосе частот 12 кГц – 20 МГц;
- габаритные размеры до $13 \times 9 \times 6$ мм.

644009, Россия, Омск, ул. Масленникова, 231, тел. (3812) 51-49-00, факс. (3812) 53-66-73, e-mail: info@oniip.ru, <http://oniip.ru>.

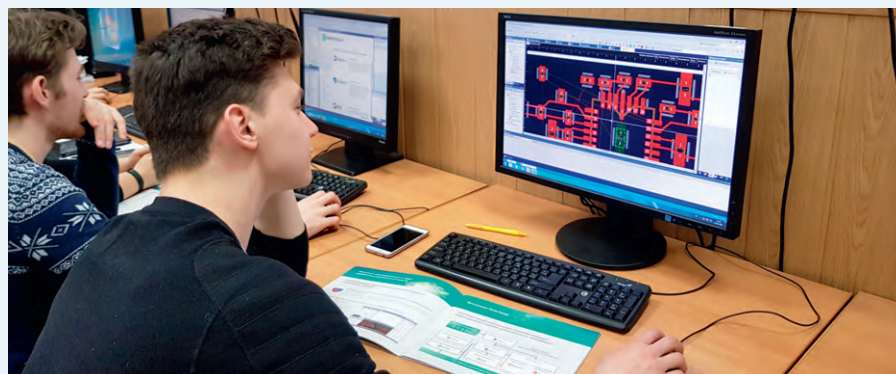
Реклама

НОВОСТИ МИРА

Сотрудничество «МИЭТ» и «ЭРЕМЕКС» в сфере научно-образовательной деятельности

Компания «ЭРЕМЕКС» по инициативе Института нано- и микросистемной техники (НМСТ) НИУ «МИЭТ» в начале 2017 года провела ряд встреч с представителями вуза. Встречи были направлены на демонстрацию сквозного маршрута проектирования печатных плат Delta Design и обсуждение условий сотрудничества в сфере образовательной и научной деятельности. Сотрудники Института НМСТ посетили несколько значимых научно-технических семинаров компании «ЭРЕМЕКС».

В ноябре 2017 года организации подписали договор о сотрудничестве, в рамках которого «ЭРЕМЕКС» предоставил «МИЭТ» лицензионное программное обеспечение и материа-



лы по работе в САПР электроники Delta Design Professional, SimOne, TopoR, а также провёл обучение сотрудников вуза на базе учебного центра в Москве. Сотрудники института НМСТ организовали курсы с использованием полученных данных «Основы САПР Delta Design» и «Сквозной маршрут проектирования Delta Design» для подготовки бакалавров и маги-

стров по направлению «Конструирование и технология электронных средств». С 9 февраля 2018 года стартовал первый из курсов для бакалавров.

В ходе совместной деятельности планируется сотрудничество в области САПР для разработки ВЧ/СВЧ-устройств.

Пресс-служба компании «Эремекс»

10 принципов, которые необходимо знать при работе с источником питания постоянного тока

Часть 2

Keysight Technologies

Во второй части статьи описаны ещё 5 принципов работы с источником питания постоянного тока, знание которых может обеспечить гибкость при создании наиболее простых и эффективных испытательных установок.

6. ОБЕСПЕЧЕНИЕ БЕЗОПАСНОСТИ ИСПЫТУЕМОГО УСТРОЙСТВА С ПОМОЩЬЮ ВСТРОЕННЫХ В ИСТОЧНИК ПИТАНИЯ ЗАЩИТНЫХ ФУНКЦИЙ

Большинство источников питания постоянного тока имеют функции, предназначенные для защиты чувствительных испытуемых устройств и цепей от потенциально опасного напряжения или тока. Когда испытуемое устройство приводит в действие схему защиты в источнике питания, схема защиты выключает выход и выдаёт соответствующий сигнал. Две обычные защитные функции – защита от перегрузки по напряжению и защита от перегрузки по току.

При разработке испытательных систем важно понимать эти защитные функции, чтобы предохранить испытуемое устройство.

Защита от перегрузки по напряжению (OVP)

OVP – это установленное значение в вольтах, предназначенное для защиты испытуемого устройства от чрезмерного напряжения. Когда значение выходного напряжения источника питания превысит OVP, защита выключит выход.

Функция OVP всегда включена. Когда источники питания отгружаются с фабрики, значение OVP обычно уста-

новлено существенно выше максимального номинального выходного значения источника питания. Следует установить напряжение срабатывания OVP достаточно низким для защиты испытуемого устройства от чрезмерного напряжения, но достаточно высоким, чтобы предотвратить случайное срабатывание вследствие нормальных флуктуаций выходного напряжения. Флуктуации могут появляться во время переходных состояний выхода, таких как изменения тока нагрузки.

Предупреждение: на большинстве источников питания OVP реагирует на напряжение на выходных разъёмах, а не на разъёмах, предназначенных для измерений. При использовании четырёхпроводного подключения следует запрограммировать значение напряжения срабатывания OVP на достаточно высоком уровне, чтобы обеспечить падение напряжения на выводах для подключения нагрузки.

Схемы OVP могут реагировать на состояние перегрузки по напряжению в течение микросекунд, однако понижение самого выходного напряжения займёт больше времени. Время, необходимое для отключения выхода, зависит от способности источника питания к быстрому снижению напряжения и нагрузки, которая подключена к выходу.

Некоторые источники питания имеют однооперационный тиристор, включённый параллельно выходу и открывающийся, когда переключается OVP, что снижает напряжение гораздо быстрее.

Защита от перегрузки по току (OCP)

Большинство источников питания имеет установку выходного напряжения и установку предела силы тока. Установка предела силы тока опре-

деляет значение в амперах, при котором источник питания будет предотвращать протекание электрического тока слишком большой силы. Такой режим стабилизации тока (CC) регулирует выходное значение силы тока так, чтобы она была равна предельному значению тока, но не отключает выход – напротив, напряжение уменьшается ниже установленного значения, и источник питания продолжает генерировать ток в соответствии с установленными пределами для режима стабилизации по току.

Функция защиты от перегрузки по току выключает выход, чтобы предотвратить поступление избыточного электрического тока в испытуемое устройство. Ограничение тока следует установить достаточно низким, чтобы защитить испытуемое устройство от избыточного тока, но достаточно высоким, чтобы предотвратить случайное переключение вследствие нормальных флуктуаций выходного тока, которые могут иметь место во время переходных состояний выхода, например при изменении значения напряжения на выходе. Когда источник питания поставляется с фабрики, защита от перегрузки по току выключена.

На рисунке 8 представлена панель источника питания, показывающая защиту от перегрузки по напряжению (OV), перегрузки по току (OC), режимы стабилизации напряжения (CV) и стабилизации тока (CC).

7. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ВЫХОДНЫХ РЕЛЕ ДЛЯ ФИЗИЧЕСКОГО ОТКЛЮЧЕНИЯ ИСПЫТУЕМОГО УСТРОЙСТВА

Существует мнение, что если установлено состояние выключения выхода, то выход источника питания полностью разомкнут, однако это не всегда верно. В состоянии «Отключено» выходной импеданс будет различным для разных моделей; он также может зависеть от опций, установленных в источнике питания. Состояние «Выход отключён» обычно устанавливает нуле-



Рис. 8. Панель источника питания

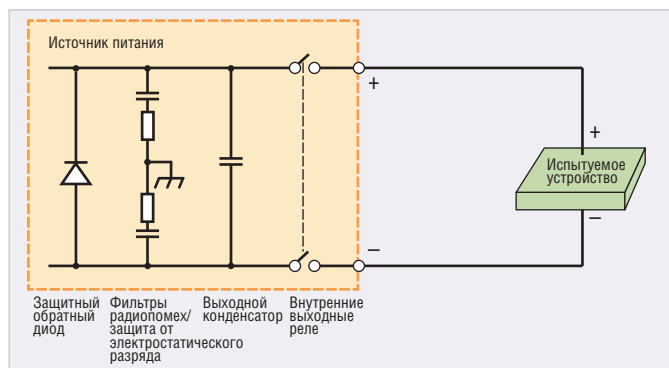


Рис. 9. Источник питания с внутренними реле, расположенными на выходе

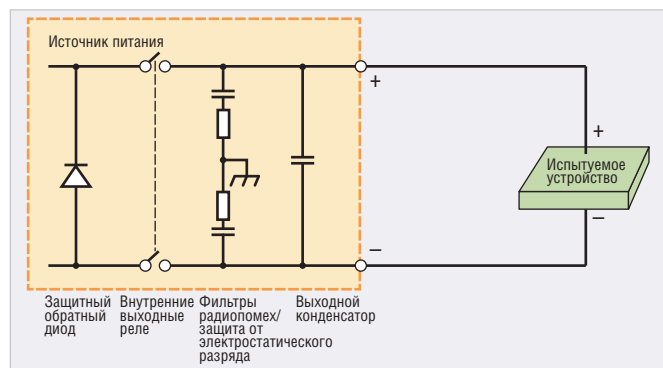


Рис. 10. Источник питания с внутренними реле и другими компонентами, встроенными в цепь выхода

вые значения выходного напряжения и тока, а также отключает внутренние схемы генерации мощности. Тем не менее эти установки не гарантируют, что ток перестанет течь в испытуемое устройство (ИУ) или из него, как если бы выходные клеммы были физически отсоединены от ИУ.

Когда выход источника питания отключён, но не разомкнут, на тестирование ИУ могут неблагоприятно повлиять следующие причины:

- ИУ содержит источник энергии, который подключён непосредственно к выходу источника питания;
- ИУ содержит источник энергии, который подключён к выходу источника питания в конфигурации с обратной полярностью;
- ИУ чувствительно к излишней ёмкостной нагрузке;
- ИУ приводит к изменениям напряжения на выходе источника питания.

Некоторые модели источников питания имеют опцию внутреннего выходного реле, которое может полностью отсоединять выход источника питания от ИУ. Реле, показанное на рисунке 9, открывается, когда пользователь использует установку «Выход отключён», и полностью останавливает протекание электрического тока в ИУ. Но даже если опция реле присутствует, отдельные модели могут иметь выходные конденсаторы или цепи с ёмкостной связью, соединяющие выходные клеммы с заземлением шасси вследствие расположения реле – таким образом, ИУ в этом случае будет всё ещё подключено к этим компонентам (см. рис. 10).

При использовании критически важных приложений, где требуется полное отсоединение ИУ от выхода источника питания, следует обратиться к производителю источника питания, чтобы выяснить, существует ли опция реле,

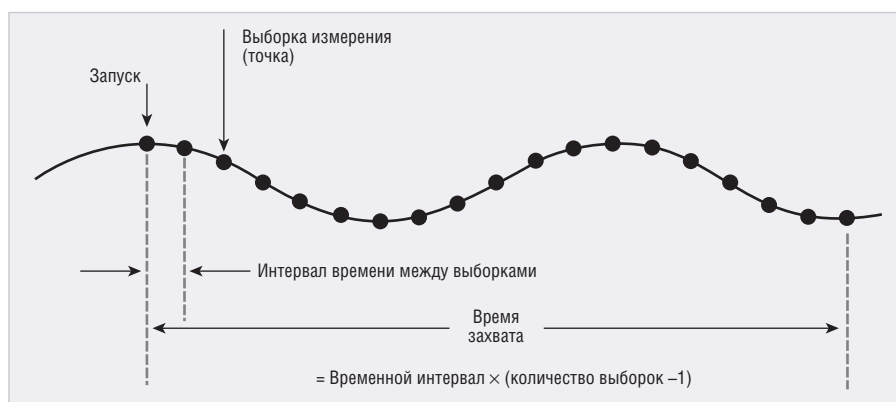


Рис. 11. Дигитайзер, преобразующий аналоговый сигнал в точки данных с помощью выборки

обеспечивающая полное отключение. Если такая конфигурация недоступна, возможно, следует предусмотреть собственные внешние реле для отключения выхода.

Недостатками конфигурации с внешним реле являются дополнительная стоимость и усложнение испытательной установки, а также необходимость в дополнительном пространстве. В этом случае необходимо предусмотреть реле, соединить провода от выхода источника питания с реле, а также установить средства управления реле. Кроме того, более сложной может оказаться синхронизация открытия и закрытия внешних реле с другими событиями, связанными с электропитанием.

Встроенные реле отключения выхода, если таковые доступны, дают следующие преимущества по сравнению с внешними реле:

- простота;
- упрощение монтажа;
- отсутствие схемы управления внешним реле;
- экономия места;
- лучшая встроенная синхронизация открытия/закрытия реле с другими событиями, зависящими от электропитания;

- открытие реле при наступлении состояния отказа, например перегрузки по напряжению или току.

8. Захват динамических сигналов с помощью встроенного в источник питания дигитайзера

В то время как большинство источников питания могут измерять установившиеся значения напряжения и силы тока ИУ, некоторые могут также измерять динамические значения напряжения и тока. Такие источники имеют встроенный дигитайзер.

Обычно дигитайзеры используются при сборе данных для захвата и хранения аналоговых сигналов. Как и осциллограф, который использует дигитайзер для отображения аналогового сигнала, присутствующего на одном из его входов, встроенный дигитайзер источника питания захватывает динамические сигналы напряжения и тока, создаваемые на его выходе.

Основы работы дигитайзера

На рисунке 11 показан дигитайзер, преобразующий аналоговый сигнал в набор точек данных. По сигналу запуска дигитайзер захватывает выборки измерений и сохраняет их в буфере.

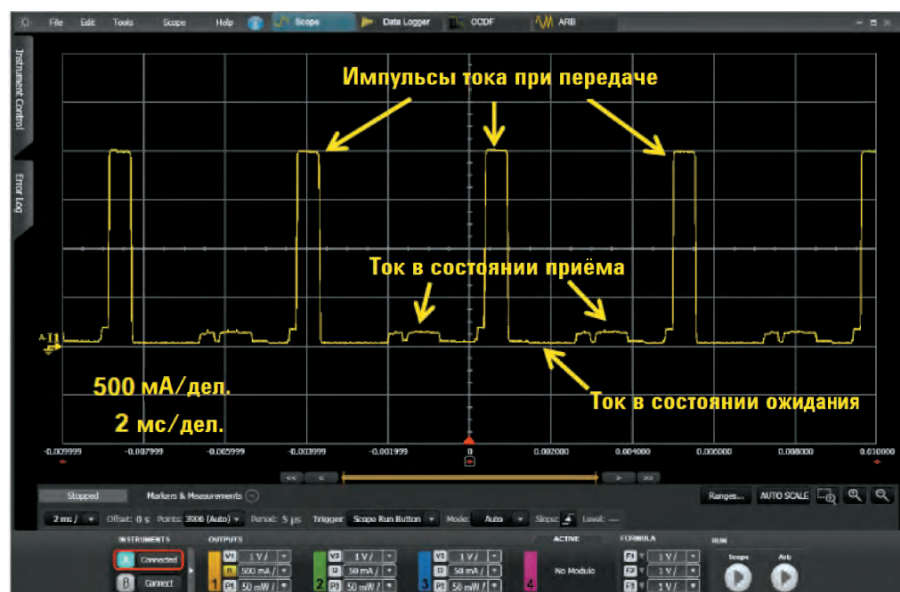


Рис. 12. Отображение потребления тока с помощью программного обеспечения, использующего встроенный дигитайзер источника питания для захвата данных

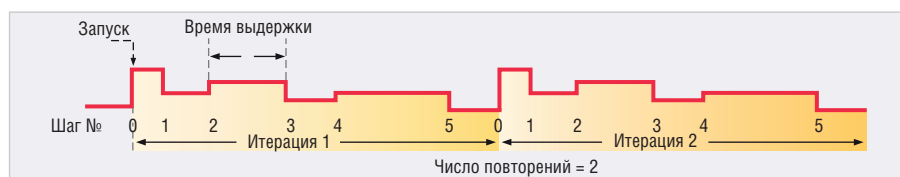


Рис. 13. Последовательность отдельно запрограммированных шагов напряжения (или силы тока), инициированная с помощью сигнала запуска

Когда осуществляются измерения с использованием дискретизации, можно установить два из следующих трёх параметров:

1. Временной интервал – время между выборками.
2. Количество выборок – полное число выборок, которое требуется захватить.
3. Время захвата – полное время, в течение которого требуется захватывать выборки.

Когда два параметра заданы, параметр будет определяться следующим равенством: $\text{Время захвата} = \text{Временной интервал} \times (\text{Количество выборок} - 1)$.

Похожим образом встроенный дигитайзер источника питания может быть сконфигурирован на запуск и захват сигналов напряжения и тока источника. Дигитайзер источника будет сохранять точки данных сигнала в буфер отсчётов. Пользователь может извлечь эти данные и использовать любое стандартное программное обеспечение для анализа. Также можно использовать собственную программу или доступное программное обеспечение для измерения параметров устройств, чтобы легко визуализировать результаты во временной области (просмотр как на осциллографе или в системе сбо-

ра данных) или провести статистический анализ.

Пример применения дигитайзера

Если источник питания используется вместо батареи, можно получать динамическую информацию об электрическом токе, который течёт в ИУ, что позволяет проследить потребление тока батареей ИУ. Благодаря этому можно внести соответствующие корректировки в проект, чтобы оптимизировать управление электропитанием ИУ в процессе различных режимов его работы.

На рисунке 12 представлен образец сигнала, полученный при потреблении тока мобильным телефоном с помощью выходного дигитайзера источника питания и программного обеспечения.

При использовании программного обеспечения захваченные данные графически отображаются во временной области так же, как осциллограф отображает сигнал. На графике различимы состояния ожидания, приёма и передачи. Конечно, можно анализировать дискретизированные данные и другими способами: с использованием интерфейса шины, например USB, LAN или GPIB, для захвата и выборки дискретизированной информации о сигнале. Выбран-

ные данные могут возвращаться как скалярное значение, которое вычисляется источником питания в виде единственного числа, полученного посредством усреднения данных, или как массив значений. Можно также захватывать данные, предшествующие или следующие за событием запуска, изменяя задержку запуска для захвата сигналов, таких как пиковое потребление тока во время испытаний пускового тока.

9. Создание изменяющегося во времени напряжения выходного сигнала с помощью режима работы по списку LIST

Обычно источники питания применяются для подачи напряжения с постоянным значением на цепи питания испытуемого устройства. Однако для более сложных приложений может потребоваться изменяющееся во времени напряжение (или ток). Современные источники питания могут легко справиться с обеими задачами, используя режим свипирования по списку в приложениях, для которых характерны изменения во времени.

Режим работы по списку LIST

В обычной ситуации можно запрограммировать ПК для изменения напряжения на выходе источника питания в течение дискретных периодов времени. В этом случае пользовательская программа управляет переходами между значениями напряжения, позволяя проводить тестирование ИУ в различных условиях.

Режим работы по списку LIST позволяет генерировать такие последовательности напряжений и синхронизировать их с внутренними или внешними сигналами без использования компьютера. Для этого необходимо установить отдельно программируемые шаги напряжения (или силы тока), а также соответствующую длительность шага. После установки длительности для каждого шага следует запустить список на исполнение непосредственно на источнике питания. Можно настроить источник питания для перехода на следующий шаг на основе времени выдержки или сигналов запуска. Список может быть запрограммирован на повторение один или несколько раз (см. рис. 13).

Для создания списка необходимо установить следующие параметры:

- один или более шагов напряжения или силы тока – определённые значения напряжения или силы тока;

- времена выдержки – длительность, связанная с каждым шагом напряжения или силы тока;
- число повторений – необходимое количество повторений списка.

Два способа применения режима работы по списку LIST для испытаний

Режим работы по списку LIST в источнике питания может быть эффективным инструментом для запуска двух типов испытаний:

1. Тестирование последовательностью напряжений – испытание, при котором измерения осуществляются в то время, когда заданные значения напряжения воздействуют на ИУ.
2. Тестирование напряжением произвольной формы – испытание, при котором измерения осуществляются в то время, когда сигнал напряжения произвольной формы воздействует на ИУ.

В обоих случаях создаётся последовательность шагов напряжения. В первом случае имеется несколько уровней установившегося напряжения, во втором – непрерывно изменяющийся профиль напряжения. Оба испытания обычно применяются при тестировании ИУ на этапе разработки. Следует учитывать, что источник питания постоянного тока имеет ограничения по полосе пропускания и обычно может генерировать сигналы напряжения только с частотой до десятков килогерц. Кроме того, большинство источников питания являются униполярными устройствами, которые создают только положительные значения напряжения.

Использование режима работы по списку LIST

Режим работы по списку LIST может использоваться для тестирования автомобильных электронных систем.

Во время запуска двигателя внутреннего сгорания, также известного как холодный пуск, уровень напряжения батареи существенно падает из-за потребления огромного количества тока электромотором стартера (см. рис. 14). Как только двигатель запускается, сигнал напряжения батареи становится плоским и достигает окончательного уровня после выключения электрического стартера.

Можно ввести упрощённую последовательность, приведённую в таблице 4, в список, чтобы осуществить испытания управляющего блока автомобильной электронной системы на этапе разработки (имитировать переходы меж-

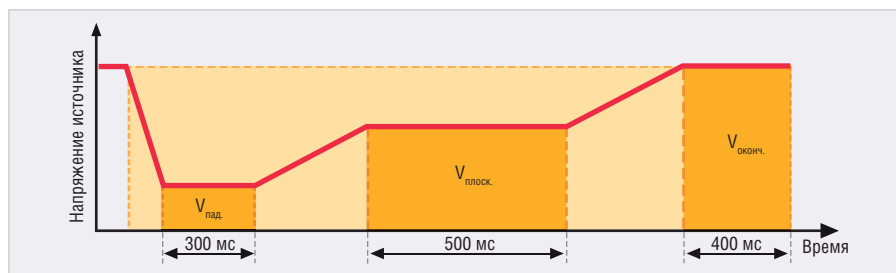


Рис. 14. Профиль напряжения в бортовой сети автомобиля при холодном пуске двигателя, представленный списком шагов

ду уровнями напряжения с помощью дополнительных шагов). Такое испытание позволяет убедиться, что автомобильная электроника имеет достаточную устойчивость к переходным помехам по цепи питания. Режим работы по списку LIST следует использовать таким способом в случаях, когда необходимо приложить изменяющееся во времени напряжение к ИУ.

10. Особенности монтажа источника питания в стойку

При планировании приборной стойки выбор компоновки контрольно-измерительной аппаратуры может оказаться достаточно сложной задачей. Безопасность, надёжность и производительность – вот лишь часть из множества требований, влияющих на выбор.

При размещении источника питания постоянного тока в стойке следует принять во внимание следующие соображения:

- вес должен быть распределён должным образом, чтобы избежать неустойчивости стойки;
- должен быть обеспечен соответствующий подвод мощности от сети питания переменного тока, чтобы избежать чрезмерного потребления тока;

Таблица 4. Список, использующийся для симуляции профиля напряжения в бортовой сети автомобиля при пуске двигателя

Шаг	Уровень напряжения	Значение напряжения, В	Время выдержки, мс
0	$U_{\text{пад}}$	8	300
1	$U_{\text{плоск}}$	12	500
2	$U_{\text{оконч}}$	14	400

- следует обеспечить должный контроль нагрева во избежание слишком высоких температур;
- размещать приборы необходимо таким образом, чтобы минимизировать влияние магнитного поля;
- прокладывать провода следует таким образом, чтобы минимизировать наведённые и излучённые помехи.

Распределение веса

Как правило, источник питания является одним из самых тяжёлых приборов в стойке, поэтому его следует монтировать в нижней её части, чтобы понизить центр тяжести и, следовательно, уменьшить риск опрокидывания (см. рис. 15).

Подвод питания от сети переменного тока

При выборе сечения подводящего сетевого кабеля следует использовать максимальные номинальные значения

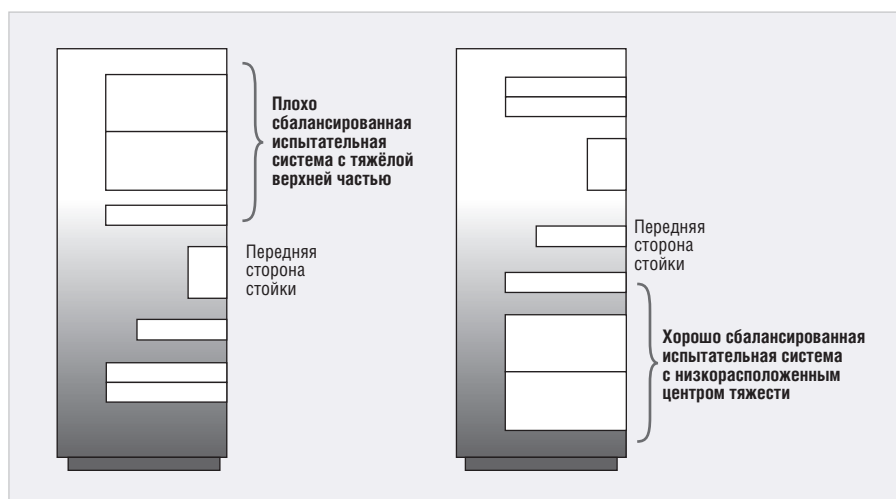


Рис. 15. Размещение источника питания в приборной стойке (вид сбоку)

силы тока каждого прибора в стойке, чтобы обеспечить соответствующий подвод питания от сети переменного тока к стойке. Большинство приборов потребляет относительно постоянное количество тока, однако подводимый переменный ток меняется вместе с выходной нагрузкой источника питания. Если максимальная ожидаемая выходная нагрузка источника питания заранее неизвестна, следует планировать наихудший вариант, используя максимальное номинальное значение входного тока источника питания.

Контроль нагрева

Обычно источники питания имеют встроенные вентиляторы охлаждения. При монтаже источника питания в стойку следует убедиться, что имеется достаточно пространства для притока и

выпуска отработанного воздуха. Следует держать чувствительные к температуре приборы, например мультиметры, на достаточном удалении от источников питания, поскольку высокие температуры могут оказать отрицательное воздействие на показания таких приборов.

Влияние магнитного поля

ЖК-дисплеи заменили большую часть ЭЛТ-дисплеев, однако при использовании старых компьютеров или осциллографов с ЭЛТ-дисплеями следует иметь в виду, что они чувствительны к магнитным полям. Магнитные поля также могут влиять на характеристики и точность некоторых измерительных приборов. Например, цепи вольтметров могут быть чувствительными к сильному магнитному полю, создаваемому трансформатором, таким

же, какой находится внутри источника питания. Следует устанавливать источники питания постоянного тока достаточно далеко от приборов, чувствительных к магнитному полю, особенно от цифровых мультиметров.

Прокладка проводов

Поскольку силовые провода могут излучать помехи, а измерительные провода и сенсоры восприимчивы к этим помехам, силовые и сигнальные кабели следует прокладывать отдельно.

ЛИТЕРАТУРА

1. 10 принципов, которые необходимо знать при работе с источником питания постоянного тока. Часть 1. Современная электроника. 2018. № 3.
2. <http://literature.cdn.keysight.com/litweb/pdf/5990-8888EN.pdf>



НОВОСТИ МИРА

«Росэлектроника» выпустит микроконтроллер для электродвигателей на 250 MIPS

Специалисты холдинга «Росэлектроника» Госкорпорации «Ростех» разработали микроконтроллер для управления электродвигателями любого типа с производительностью 250 млн операций в секунду. Эксплуатационные испытания изделия планируется начать осенью 2018 года. В настоящее время с потенциальными потребителями обсуждается состав и функциональность периферии.

Разработчиком 32-разрядного микроконтроллера 1921BK024 выступило воронежское АО «НИИ электронной техники» (НИИЭТ, в составе холдинга входит в концерн «Созвездие»).

Микроконтроллер предназначен для использования в системах электропривода

различного типа, в том числе станков с ЧПУ, робототехники, в агрегатах, применяемых в нефтегазовой промышленности, сельскохозяйственном производстве и энергетике, а также в средствах измерений, медицинском оборудовании.

Микроконтроллер осуществляет управление частотой и направлением вращения вала электродвигателя, контролем и стабилизацией крутящего момента, процессом торможения, остановкой двигателя и его отключением от электрической сети при аварийных режимах работы. Мощное производительное ядро и специально разработанная дополнительная периферия позволяют применять микроконтроллер в высокопроизводительных системах для высокоточного определения положения, направления и скорости вращения вала.

При этом объем внутрикристалльной энергонезависимой памяти микроконтроллера позволяет разместить в ней управляющую программу практически любой сложности, что исключает необходимость использования внешних микросхем памяти.

В настоящее время НИИЭТ серийно выпускает 8- и 16-разрядные микроконтроллеры для управления электродвигателями.

Кроме того, предприятие выводит на рынок Ga/N-транзисторы для сетей связи 5G. Выходная мощность приборов – от 5 до 50 Вт, коэффициент усиления по мощности – от 9 до 13 дБ, КПД стока – не менее 45% на тестовых частотах 4 и 2,9 ГГц. Изделия уже прошли испытания в составе аппаратуры квадрокоптеров, радиостанций и аппаратуры локализации аэропортов.

Пресс-служба «Росэлектроники»



РОССИЙСКИЙ РАЗРАБОТЧИК И ПРОИЗВОДИТЕЛЬ

- Разработка герметичных DC/DC-преобразователей для ответственных применений
- Разработка и производство мощных источников питания для авиационной аппаратуры
- Разработка заказных силовых и ВЧ/СВЧ-модулей
- Производство дискретных силовых компонентов в керамических корпусах
- Разработка и проведение испытаний изделий и компонентов силовой электроники



ОФИЦИАЛЬНЫЙ ДИЛЕР

АКТИВНЫЙ КОМПОНЕНТ ВАШЕГО БИЗНЕСА

(495) 232-2522 • INFO@PROCHIP.RU • WWW.PROCHIP.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
площадь
1"×1"

Маломощные источники питания AC/DC для установки на плату



Серия ECE

- От 5 до 40 Вт
- Ультратонкие 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
- Ультратонкие
- Одно- и многоканальные модели
- Герметизированное исполнение и открытый корпус
- Потребляемая мощность в режиме холостого хода < 0,3 Вт



Загрузите

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

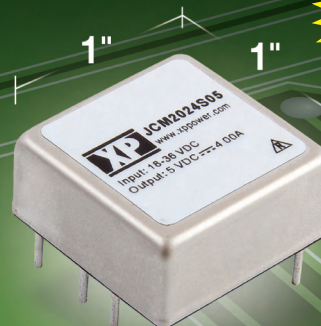
www.xppower.com/literature_downloads



GREEN+POWER



Селектор для загрузки
в мобильные устройства



20 Вт
DC/DC
площадь
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 4 кВ (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 2:1, 4:1 и ±10%
- Одно- и двухканальные модели



XP Power



НОВОСТИ МИРА

В МГТУ им. Баумана обсудили актуальные вопросы проектирования

С 27 по 28 марта 2018 г. в МГТУ им. Н.Э. Баумана прошла IV научно-практическая конференция «Технологии разработки и отладки сложных технических систем». Мероприятие было посвящено системам управления и цифровой обработке сигналов. Основная цель конференции, организатором которой является ЦИТМ «Экспонента», – это повышение осведомлённости промышленности об эффективных методиках проектирования сложных систем в формате докладов участников и экспозиции вспомогательного оборудования для решения технологических «вызовов» проектирования.

С докладами на конференции выступили представители ведущих промышленных предприятий и вузов: «Гражданские самолёты Сухого», «Туполев», Yokogawa, «ОДК-Авиадвигатель», «НПП «Салют», ДВФУ, «Радио Гигабит», «КБ Радар», ДВФУ и другие. Инженеры ЦИТМ «Экспонента» продемонстрировали примеры выполненных реальных проектов.

Спикеры конференции представили свой взгляд на развитие российской промышленности и поделились историями успеха с точ-

ки зрения применения модельно-ориентированного проектирования в области автономных систем автоматического управления и цифровой обработки сигналов.

Докладчики рассмотрели широкий спектр вопросов – от анализа инженерных данных, создания системы управления пассажирского авиалайнера до реализации встраиваемых алгоритмов на отечественной электронной компонентной базе (ЭКБ), разработки системы управления электроприводом и улучшения процессов разработки встраиваемого ПО с помощью модельно-ориентированного проектирования. Спикеры конференции подробно рассказали, как посредством данной методологии повысить эффективность научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ при создании сложных технических систем в условиях импортозамещения ЭКБ.

В рамках экспозиции делегатам конференции были продемонстрированы различные аспекты технологии модельно-ориентированного проектирования, в т.ч. использование свёрточных нейронных сетей (глубокого обучения) во встраиваемых системах, распознавание объектов и лиц с помощью тепловизоров, проектирование системы управ-

ления беспилотного летательного аппарата (БПЛА) на примере дрона, реализация следающей системы, программирование отечественной ЭКБ и многие другие ноу-хау.

Для представителей СМИ в ходе первого дня конференции состоялся брифинг на тему «Риски российской промышленности в случае отложенного внедрения методологий модельно-ориентированного проектирования при разработке наукоемкой продукции и подготовке инженерных кадров».

Участники брифинга, среди которых были руководители МГТУ им. Н.Э. Баумана, ЦИТМ «Экспонента», ГНЦ РФ ФГУП «НАМИ» и ряда других предприятий, обсудили такие вопросы, как ускорение цикла производства авиационно-космической техники, системные подходы к раннему обнаружению отказов, пути достижения требуемого качества инженерных кадров за счёт расширения практико-ориентированного обучения. Также были рассмотрены способы снижения зависимости от проблем с ЭКБ при модернизации и разработке новой продукции, проблемы отраслевой кооперации при проектной работе над сложными техническими изделиями.

www.matlab.ru

XLight

Источники питания INVENTRONICS со стабилизацией выходного тока и напряжения



Компания XLIGHT представляет широкий спектр источников питания INVENTRONICS для систем светодиодного освещения мощностью от 36 до 300 Вт

Преимущества

- Питание от сети 90...305 В
- Возможность управления яркостью освещения
- Показатель эффективности до 94%
- Коэффициент мощности до 99%
- Отсутствие пульсаций
- Защита от перенапряжения, короткого замыкания и перегрева
- Диапазон рабочих температур от -40 до +70°C
- Режим работы не менее 65 000 часов
- Водонепроницаемый корпус IP67



(495) 232-1652

info@xlight.ru

www.xlight.ru



Реклама

Аркадий Дворкович заявил о необходимости создания стратегии развития радиоэлектронной отрасли

О необходимости создания стратегии развития российской электронной промышленности в рамках программы «Цифровая экономика» высказался заместитель председателя правительства РФ Аркадий Дворкович на Open Innovations Startup Tour в Калининграде. Самый масштабный в России и СНГ проект по поддержке стартап-команд в сфере ИТ на два дня, 21 и 22 марта, переместился в Балтийский федеральный университет им. И. Канта.

«Я согласен, что нужна отраслевая стратегия, программа, какой-то документ, который определял бы приоритеты поддержки и основные направления рынка», – отметил Аркадий Дворкович. Он также заявил, что в рамках программы цифровой экономики развиваются инфраструктуры, сквозные платформы, ориентируясь на которые можно оценить объёмы рынка. По словам спикера, необходимо сформировать точный заказ и начать его реализовывать.

Ассоциация разработчиков и производителей электроники (АРПЭ) уже обратилась в Минпромторг России с конкретными предложениями по разработке отраслевой стратегии, которая определит приоритетные рыночные сегменты для дальнейшего развития российской электронной промышленности.

Стратегия развития электронной промышленности в России, над которой сейчас работают участники АРПЭ, направлена на поддержку отечественных производителей. Согласование документа на государственном уровне позволит расширить сектор частных компаний, переориентировать отрасль на экспорт инновационной продукции и обеспечить глобальное технологическое лидерство в приоритетных направлениях. Ключевые цели стратегии развития электронной промышленности в России: увеличить к 2035 году долю российской электроники на мировом рынке до 3%, на внутреннем рынке – до 35%.

АРПЭ

Объём выпуска продукции отечественной радиоэлектроники вырос за последние 5 лет в 3,5 раза

20 марта 2018 года в Кремле под председательством Владимира Путина состоялось совещание, посвящённое перспективам развития гражданской микроэлектроники. В мероприятии приняли участие представители кабинета министров и производители микроэлектроники.

Президент рассказал, что на сегодняшний день в отрасли работает 55 дизайн-центров, а также действует ряд промышленных про-

изводств, таких как «Микрон», «Ангстрем» и предприятия, входящие в корпорацию «Ростех». Однако доля их гражданской продукции на внутреннем рынке электронной компонентной базы пока невелика. Отрасль нуждается в дополнительном развитии, так как объём внутрироссийского рынка гражданской микроэлектроники составляет не менее 120 млрд рублей и будет только увеличиваться.

«С 2013 года у нас реализуется государственная программа «Развитие электронной и

радиоэлектронной промышленности на 2013–2025 годы». В её рамках на решение научных, технических, технологических задач из федерального бюджета за пять лет выделено более 62 млрд рублей. Ещё свыше 35 млрд привлечено в качестве внебюджетных средств. Это повысило конкурентоспособность отрасли и позволило увеличить за пять лет объём выпуска продукции радиоэлектроники в 3,5 раза», – сообщил президент.

Минпромторг России



Магнитодиэлектрики MICROMETALS

Применение сердечников Micrometals гарантирует:

- снижение стоимости индуктивных компонентов
- повышение надёжности аппаратуры
- снижение потерь на 30...50% по сравнению с ферритами
- оптимизацию конструкции и уменьшение габаритов индуктивных компонентов



ProCHIP
POWERED BY ProSOFT

ОФИЦИАЛЬНЫЙ ДИСТРИБЬЮТОР

АКТИВНЫЙ КОМПОНЕНТ ВАШЕГО БИЗНЕСА
(495) 232-2522 • INFO@PROCHIPRU • WWW.PROCHIPRU



Реклама

Логический анализатор «за один вечер»

Часть 2. Работа с программой Saleae Logic

Павел Редькин (ppr1@yandex.ru)

В статье продолжается описание процесса создания и настройки многоканального цифрового логического анализатора, рассказывается о работе с программой Saleae Logic и приводятся примеры анализа сигналов для различных цифровых шин передачи данных.

Обучающие материалы по работе с программой Saleae Logic размещены производителем в сети Интернет [1]. При инсталляции на компьютере программа запрашивает разрешение на установку драйвера для логического анализатора производства Saleae – необходимо согласиться на установку этого драйвера.

При подключении к компьютеру в качестве аппаратной части логического анализатора платы CY7C68013A USB Board на ней должна быть установлена перемычка-джампер P-SDA. После подключения платы она автоматически опознаётся ОС Windows 7 в качестве Saleae Logic USB Logic Analyzer.

В этом случае установку драйвера логического анализатора ОС Windows завершит автоматически.

После запуска программы Saleae Logic открывается её главное окно, показанное на рисунке 7. В верхней части окна указывается текущий статус соединения программы с аппаратной частью анализатора. При наличии корректного обмена с аппаратной частью будет установлен статус *Connected*, как показано на рисунке. Если программа не обнаруживает подключённой к компьютеру аппаратной части анализатора, она будет функционировать в демонстрационном режиме, при этом будет установлен статус *Disconnected*. Основ-

ное поле окна Saleae Logic по горизонтали разделено на сектора по числу доступных каналов. В данном случае для устройства Logic, как можно видеть на рисунке 7, доступно восемь цифровых каналов: Channel 0...7.

Кликом левой клавиши мыши на вертикальных стрелках (на рисунке 7 обведены красным), находящихся рядом с большой зелёной кнопкой *Start*, расположенной в левом верхнем углу окна, открывается окно настроек параметров захвата внешних сигналов, показанное на рисунке 8. В этом окне из списка доступных устройств, подключённых в данный момент к компьютеру, можно выбрать аппаратную часть логического анализатора для взаимодействия с программой. В данном случае в списке содержится только одно устройство – Logic. Кроме того, в этом окне можно задать желаемую частоту выборок внешних сигналов – *Speed (Sample rate)*. Максимальная доступная для выбранного устройства скорость – 24 мегавыборки/с (MS/s). Помимо этого, в окне может быть задана длительность временного интервала анализа входных сигналов – *Duration (Record data for)*. Этот параметр определяет интервал времени, в течение которого анализатор будет производить выборки значений сигналов во всех каналах и отображать захваченные значения в виде временных диаграмм в главном окне. Захват осуществляется с заданной частотой выборок. Команда на запуск захвата подаётся однократным кликом левой клавиши мыши на большой зелёной кнопке *Start* (см. рис. 7).

Таким образом, логический анализатор в совокупности с программой Saleae Logic по сути представляет собой цифровой многоканальный запоминающий осциллограф с однократной развёрткой.

В качестве источника исследуемых цифровых сигналов для анализатора была использована отладочная плата CoreEP4CE6 с установленной на ней ПЛИС Cyclone-IVE EP4CE6E22C8N. К плате подключён модуль часов/календаря реального времени PCF8563. В соответствии с загруженной в ПЛИС конфигурацией два раза в секунду ПЛИС читает из модуля PCF8563 текущее время и дату в виде блока данных, состоящего из

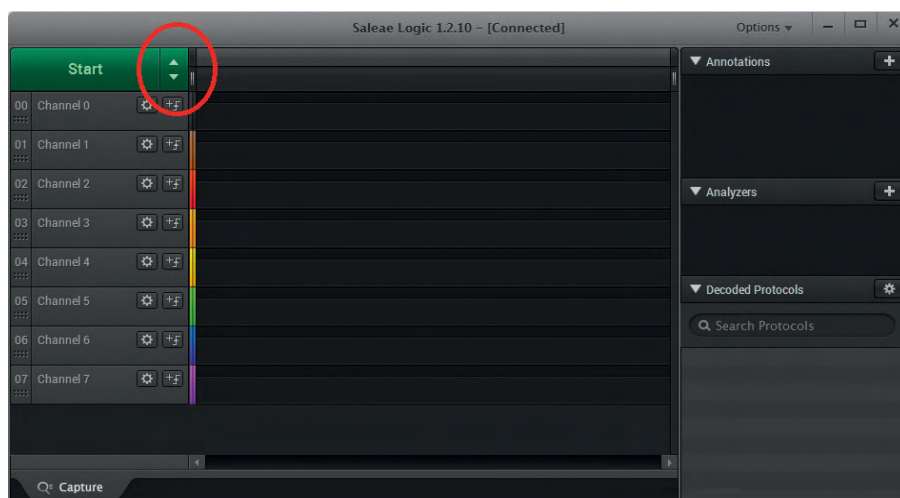


Рис. 7. Главное окно программы Saleae Logic

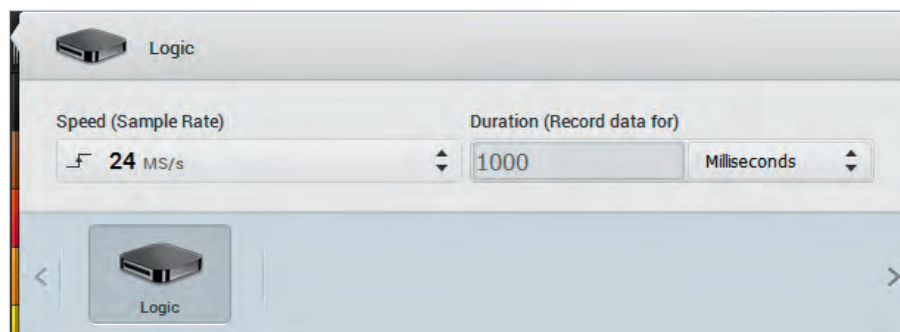


Рис. 8. Окно настроек параметров захвата сигналов

нескольких байт. Чтение производится по шине I²C. Линия SCL этой шины соединена со входом Channel 0 анализатора, линия SDA – со входом Channel 1. Помимо этого, каждые 2 мс ПЛИС выдаёт во внешнее устройство посылку из нескольких байт данных по шине UART со скоростью 230 400 бит/с. Линия TX этой шины соединена со входом Channel 3 анализатора, также необходимо соединить между собой общие провода (GND) отладочной платы и анализатора. Общий вид собранного макета с подключённой к нему платой логического анализатора CY7C68013A USB Board показан на рисунке 9.

С учётом имеющегося полусекундного интервала между посылками на шине I²C значение параметра *Duration* в программе было задано равным 800 мс и запущен захват.

Для того чтобы получить представление о наличии исследуемых сигналов во всём интервале анализа, рекомендуется после завершения захвата уменьшить до минимума масштаб изображения с помощью клавиши «↓» клавиатуры или колёсика мыши. В ходе эксперимента в интервал анализа попали две посылки данных на шине I²C (каналы Channel 0, Channel 1) и множество посылок на линии TX шины UART (канал Channel 2). Для детального исследования захваченных сигналов следует увеличить масштаб изображения с помощью клавиши «↑» клавиатуры или колёсика мыши, чтобы получить детализированное изображение (см. рис. 10). Прокрутка в окне диаграмм по горизонтали осуществляется с помощью клавиш «→», «←» клавиатуры или горизонтальным движением мыши при нажатой левой клавише. Если при крупном масштабе навести курсор мыши на какой-либо участок диаграммы в каком-либо канале, то в поле окна сразу же отобразятся временные параметры этого участка: длительность паузы, длительность периода, соответствующая этой длительности частота. Конкретный набор отображаемых параметров может быть задан с помощью контекстного меню, открываемого кликом правой клавиши мыши.

Если необходимо сделать последовательно несколько захватов сигналов с сохранением каждой из полученных диаграмм, действовать надлежит следующим образом. Кликнуть левой клавишей мыши на значке «>>» (на рисунке 10 обведён красным) рядом с названием вкладки *Capture* в левой нижней части окна, после чего текущая диа-

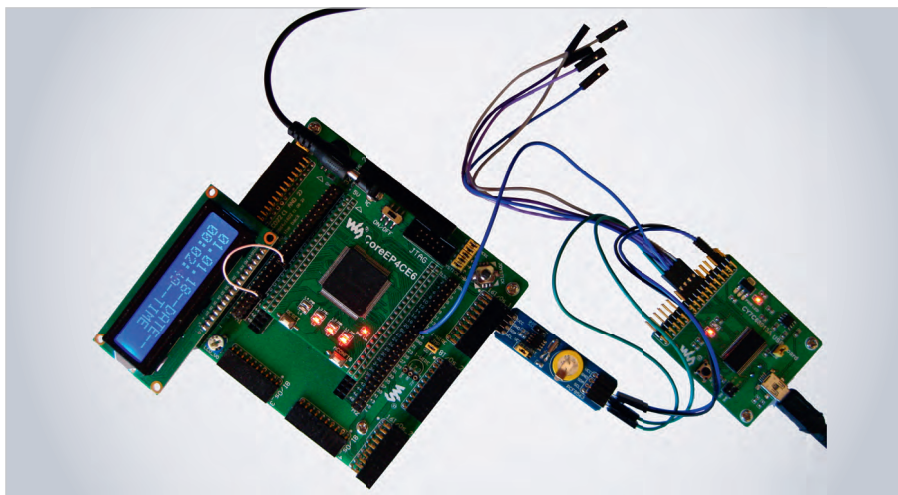


Рис. 9. Общий вид собранного макета с логическим анализатором



Рис. 10. Диаграммы в крупном масштабе

грамма окажется в новой открытой вкладке (см. рис. 11). Для новой вкладки можно задать имя, например *SAMPL_1*. Для этого нужно дважды кликнуть мышью на заголовке вкладки, заданном по умолчанию. Данные в открытой вкладке при последующих захватах останутся неизменными. Чтобы произвести следующий захват, необходимо вернуться во вкладку *Capture*.

Диаграммы, полученные в программе Saleae Logic в результате захвата сигналов, могут быть сохранены на жёстком диске, а также загружены оттуда обратно в программу. Для сохранения необходимо из любой вкладки выбрать в главном меню *Options* → *Save Capture*, после чего откроется окно дерева файлов и каталогов, в котором будет предложено сохранить диаграммы с вкладки в виде файла с расширением *.logicdata*. Для загрузки сохранённой диаграммы нужно выбрать в меню *Options* → *Open Capture*, а затем задать нужный файл с расширением *.logicdata*.

Диаграммы также могут быть экспортированы из программы Saleae Logic с преобразованием в один из нескольких форматов. Для этого необходимо из любой вкладки выбрать в глав-

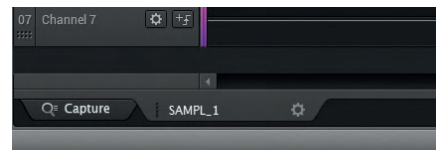


Рис. 11. Сохранение диаграмм во вкладках

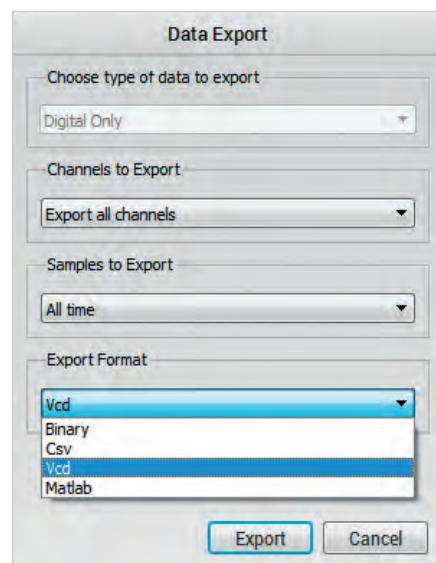


Рис. 12. Окно задания параметров экспорта данных

ном меню *Options* → *Export Data*, после чего откроется окно, показанное на рисунке 12. В поле *Export Format* это-



Рис. 13. Задание триггера для канала: а) контекстное меню для задания триггера; б) задание уровня сигнала для срабатывания триггера

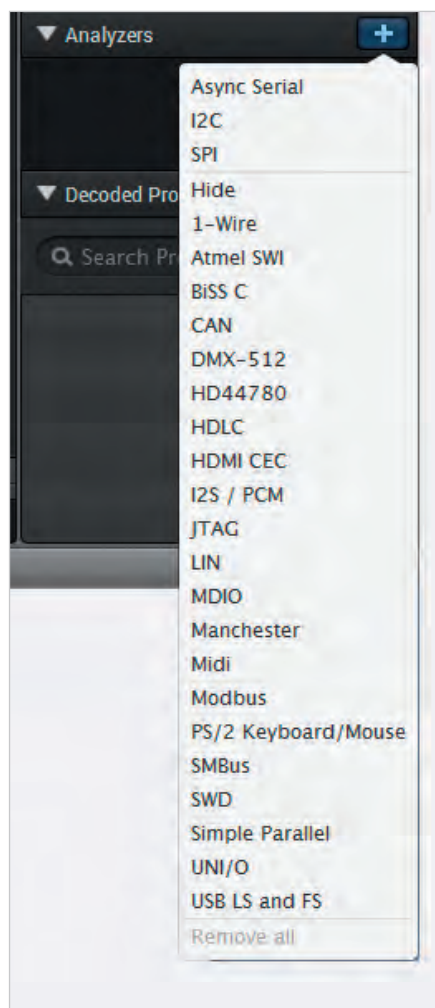


Рис. 14. Перечень анализируемых протоколов

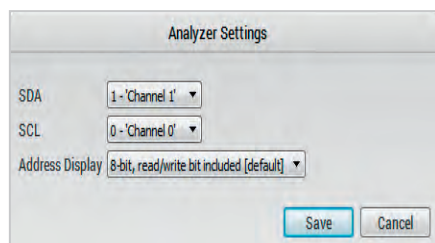


Рис. 15. Окно настроек анализатора протокола I²C

го окна можно из выпадающего списка выбрать формат экспортируемого фай-

ла данных. Размер этого файла определяется заданными параметрами захвата (*Speed, Duration*), а также выбранным форматом.

Программа Saleae Logic обеспечивает возможность захвата сигналов с задаваемым пользователем условием запуска – триггером. Для задания триггера нужно кликнуть левой клавишей мыши на значке положительного перепада (*Setup Trigger*) в секторе нужного канала. При этом откроется контекстное меню, показанное на рисунке 13а. Как видно из рисунка, для канала возможно задание запуска по положительному или отрицательному перепадам сигнала, а также по положительному или отрицательному импульсам заданной длительности. Задать указанным образом условие запуска можно только для одного канала. Для остальных каналов в этом случае возможно только задание уровня (высокий, низкий, безразлично), который должен иметь сигнал в данном канале для обеспечения срабатывания триггера, как показано на рисунке 13б. Вернуть все триггеры в исходное состояние можно, нажав кнопку *RESET* контекстного меню.

Помимо простого наблюдения сигналов, программа Saleae Logic обеспечивает весьма важную функцию анализа протоколов. Она заключается в возможности распознавания в захватываемых сигналах посылок команд и данных заданного протокола шинного обмена. При таком анализе программа производит дешифрацию распознанных посылок и выстраивает их структуру в соответствии с заданным протоколом. Полный перечень поддерживаемых программой протоколов (более двадцати) можно увидеть, кликнув на значке «+» в строке *Analyzers* и выбрав в открывшемся контекстном

меню команду *Show more analyzers* (см. рис. 14).

Работу анализатора протоколов можно продемонстрировать на примере анализа сигналов шины I²C. Сначала необходимо задать соответствие линий шины I²C каналам анализатора. Для этого в контекстном перечне поддерживаемых протоколов, показанном на рисунке 14, нужно выбрать позицию *I²C*, после чего откроется окно настроек, показанное на рисунке 15. В нём следует задать *SCL – Channel 0*, *SDA – Channel 1* и сохранить эти настройки путём нажатия кнопки *Save*. После этого под позицией строки *Analyzers* в главном окне появится строка *I²C*. Кликком на значке с изображением солнца в этой строке открывается контекстное меню. В нём можно задать формат представления дешифруемых при анализе протокола цифровых значений. В данном случае нужно выбрать двоичный формат представления данных (*Bin*), после чего запустить захват, после завершения которого можно будет наблюдать картину, показанную на рисунке 16. Как можно видеть из рисунка, программа идентифицировала группы импульсов в каналах Channel 0, Channel 1 как посылку данных протокола I²C, включающую условие *START I²C*, условие *повторный START I²C* (отмечены на диаграмме зелёными точками) и условие *STOP I²C*. Программа также дешифровала каждый передаваемый по шине байт, обнаружив, например, адреса ведомого устройства с признаками записи (*Write*) и чтения (*Read*), биты подтверждения приёма байта от ведущего устройства (*ACK*). При этом под позицией строки *Decoded Protocols* появилась таблица данных, состоящая из последова-

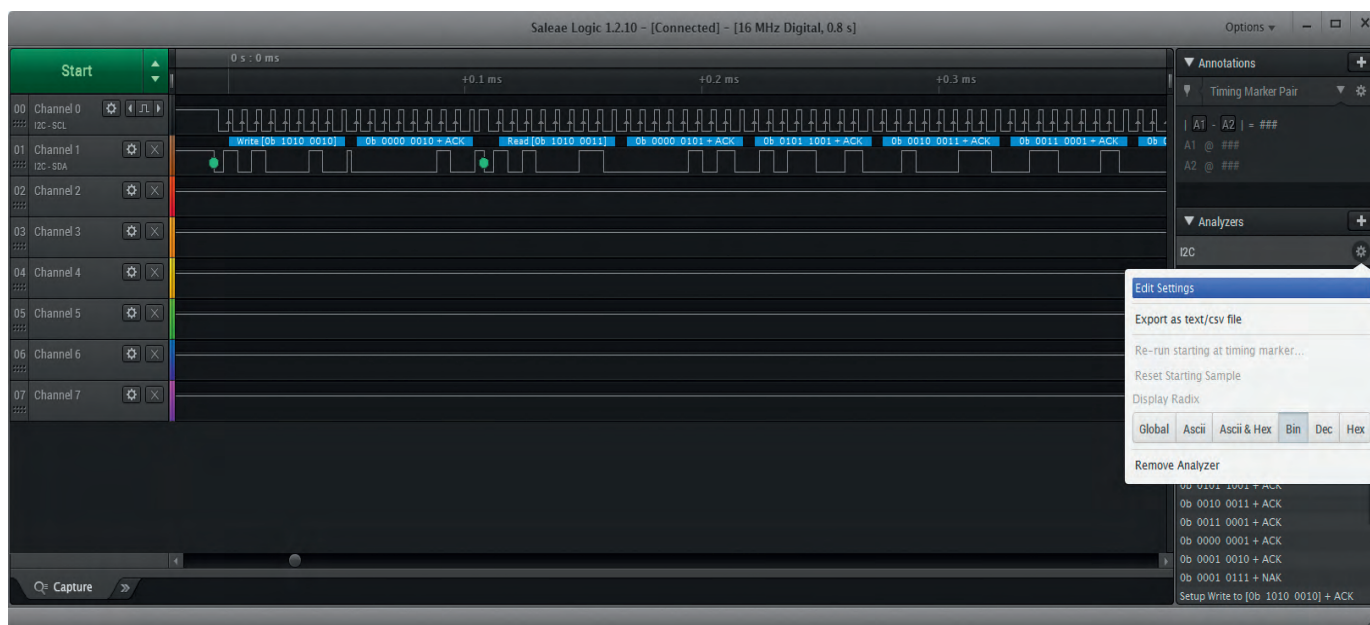
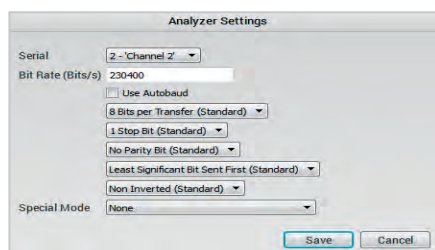
Рис. 16. Анализ протокола I²C

Рис. 17. Окно настроек анализатора протокола UART

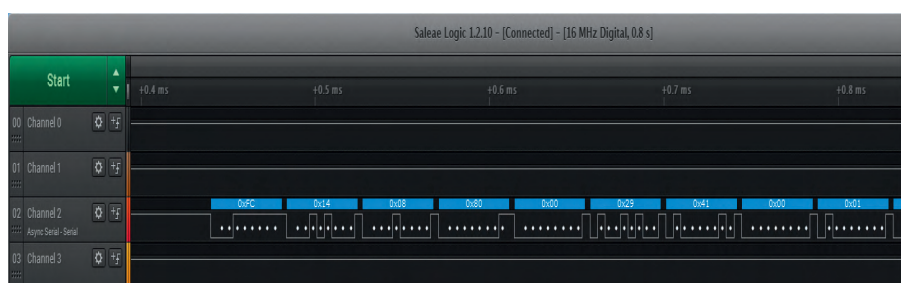


Рис. 18. Анализ протокола UART

тельности значений всех дешифрованных программой байт (см. рис. 16). Если кликнуть правой клавишей мыши на каком-либо элементе этой таблицы, то в центре главного окна появится соответствующий этому элементу фрагмент диаграммы.

Отключение анализатора протокола I²C производится с помощью команды *Remove Analyzer* из контекстного меню (см. рис. 16).

Аналогичным образом можно провести анализ протокола UART. Для этого в перечне поддерживаемых протоколов нужно выбрать *Async Serial*. В окне его настроек, приведённом на рисунке 17, следует задать канал *Channel 2*, скорость обмена *Bit Rate*=230 400 Bits/s, а остальные параметры оставить заданными по умолчанию, поскольку они соответствуют реальному сигналу. Далее следует выбрать шестнадцатеричный формат представления данных (*Hex*), после чего запустить захват. После его завершения можно будет наблюдать картину, показанную на рисунке 18. Как можно видеть из рисунка, программа идентифицировала

группы импульсов в канале *Channel 2* как посылку данных протокола UART, состоящую из нескольких асинхронно передаваемых байт.

ЛИТЕРАТУРА

Saleae Users Guide: <https://support.saleae.com/hc/en-us/sections/201990573-saleae-users-guide>





МАГНИТНЫЕ ПРИБОРЫ

ООО «Магнитные приборы»
г. Санкт-Петербург, ул. 2-я Алексеевская, д.7, пом.4Н, лит.А

**МАГНИТНЫЕ ДАТЧИКИ,
ПРЕОБРАЗОВАТЕЛИ,
МАГНИТОМЕТРЫ,
ИЗМЕРИТЕЛИ
МАГНИТНОГО
МОМЕНТА,
ПРИБОРЫ
КОНТРОЛЯ
ЛАКОКРАСочНЫХ
ПОКРЫТИЙ**



тел/факс +7(812)301-8693
<http://www.magnetic.spb.ru>

E-mail info@magnetic.spb.ru
Skype [magneticspbru](https://www.skype.com/en/contacts/magneticspbru)
Реклама

НОВОСТИ МИРА

АТОС ВЫПУСКАЕТ УНИВЕРСАЛЬНУЮ СИСТЕМУ ТЕСТИРОВАНИЯ ЭК СПУТНИКОВ

Компания Atos объявила о выпуске ProUST univerSAS™. Это компактная система тестирования спутников, предназначенная для оптимизации их массового производства за счёт увеличения скорости и эффективности тестирования. Благодаря недавнему приобретению компании Siemens Convergence Creators (CVC), Atos значительно упрочила свои позиции в космической промышленности. Система ProUST univerSAS вошла в семейство решений для тестирования электронных компонентов (ЭК) спутников – EGSE (Electrical Ground Support Equipment), обеспечивающее исключительную надёжность и бесперебойность работы на протяжении всего времени их нахождения на орбите.

ProUST univerSAS – самая компактная система тестирования питания спутников, которая обеспечивает выходную мощность более 16 кВт при толщине корпуса всего около 10 см. Уникальность новой разработки заключается в том, что она способна тестировать целый ряд различных конфигураций питания (моделирование работы

солнечных батарей, аккумуляторов и загрузки энергосистемы), тогда как другие представленные на рынке решения могут тестировать только один тип конфигурации.

Система ProUST univerSAS позволяет упростить крупносерийное производство спутников за счёт отказа от ручной сборки и перехода на более эффективные технологии проверки систем. Небольшой вес, компактность, универсальность и портативность оборудования позволяют снизить расходы и повысить эффективность производства за счёт сокращения сроков разработки и тестирования с использованием всего одного устройства.

Ключевые характеристики и преимущества:

- компактная конструкция корпуса толщиной около 10 см;
- универсальность – одно устройство способно тестировать 3 типа конфигураций питания; кроме того, оно может одновременно обрабатывать две задачи (например, 50% ресурсов расходуются на моделирование нагрузки от солнечных батарей, а оставшиеся 50% – на моделирование питания от аккумуляторов);
- исключительная удельная мощность – более 16 кВт при высоте корпуса в 10 см, что бо-

лее чем в 8 раз превышает показатели существующих систем аналогичного размера;

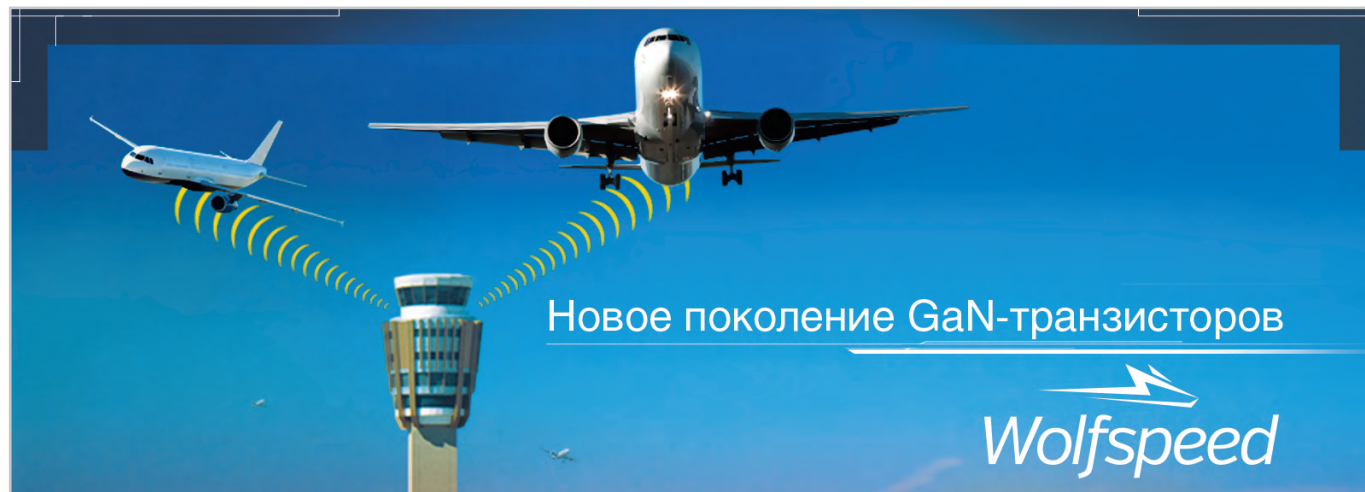
- небольшой вес и портативность – возможность удобного переноса в различные зоны линии сборки, в другие лаборатории или на стартовую площадку;
- снижение расходов – минимальная совокупная стоимость владения;
- энергоэффективность – энергия возвращается в сеть, не превращаясь в тепло.

Системы ProUST univerSAS™ уже используются в рамках крупных проектов нескольких заказчиков. Поставки нового решения запланированы на начало 2019 года.

www.atos.net

2018 ГОД СТАНЕТ ГОДОМ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА

Выручка поставщиков систем когнитивного и искусственного интеллекта по итогам 2017 года может достигнуть \$12,5 млрд, увеличившись по сравнению с 2016 годом на 59,3%. Среднегодовые темпы прироста рынка до 2020 года ожидаются на уровне 54,4%. К этому времени доходы превысят \$46 млрд. На этот раз аналитики могут оказаться правы: технологии ИИ поддерживаются на меж-



Новое поколение GaN-транзисторов

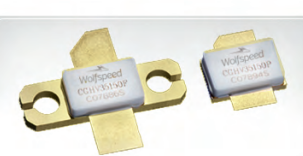
WolfSpeed



CGHV14250
Диапазон частот: 1200–1400 МГц
Мощность: 250 Вт
Коэффициент усиления: 18 дБ



CGHV14500
Диапазон частот: 1200–1400 МГц
Мощность: 500 Вт
Коэффициент усиления: 17 дБ



CGHV35150
Диапазон частот: 2900–3500 МГц
Мощность: 150 Вт
Коэффициент усиления: 13,5 дБ



PROCHIP
POWERED BY PROSOFT

ОФИЦИАЛЬНЫЙ ДИСТРИБЬЮТОР

АКТИВНЫЙ КОМПОНЕНТ ВАШЕГО БИЗНЕСА
(495) 232-2522 ■ INFO@PROCHIPRU ■ WWW.PROCHIPRU



Реклама

дународном уровне различными компаниями. Ярким подтверждением указанному факту стала выставка потребительской электроники CES 2018, прошедшая в Лас-Вегасе.

На CES 2018 были представлены различные голосовые помощники и связанные с ними подключённые вещи: душевые, зеркала, выключатели, микроволновки и даже автомобили. На рынке лидирует Amazon, но конкурировать с этой компанией намерены также Apple и Google. Именно на CES 2018 Samsung представила своего «умного» голосового ассистента Bixby, которым обзаведутся умные телевизоры компании, выпущенные в 2018 году и позднее. Работа голосовых помощников базируется на технологиях искусственного интеллекта, которые позволяют управлять устройствами в умном доме и автомобилем. Большинство потребителей считают, что в интеллектуальном домашнем пространстве должен быть только центр управления, к которому легко и бесшовно посредством Wi-Fi можно подключить другие устройства. Такая концепция подразумевает, что для добавления интеллектуального освещения, подключённой камеры или «умного» дверного звонка не потребуется

тратить деньги на мастера: пользователь справится сам.

Область, в которой технологии искусственного интеллекта также будут широко востребованы – это «умные» автомобили. В сфере подключённых автомобилей спрос на «умных» помощников только растёт. Большинство решений ориентировано на пассажиров. Так, на CES 2018 стало известно о том, что с 2018 года некоторые модели Toyota и Lexus обзаведутся голосовым помощником Amazon Alexa. В сентябре 2017 года компания Volkswagen презентовала решение Car-Net App Connect, с помощью которого через развлекательную систему для автомобилей станет возможным управлять «умным» домом от Deutsche Telekom. Пассажиры или водители смогут удалённо включать и выключать охрану дома, обеспечивать нужную температуру в жилище к моменту возвращения с работы и т.д.

Такая волна инноваций начнёт непосредственно влиять на способы управления жилищем, даст возможность проводить обмен информацией с поставщиками услуг «умного» дома, которые на основе анализа данных улучшат свои продукты.

Комбинация улучшенного интеллекта и распространение новых технологий позволит создавать правила поведения «умных» устройств и для системы AAL. Применение контекста в конкретных ситуациях станет ключевым преимуществом для распространения ИИ-технологий.

Прирост сегмента голосового или расширенного ИИ особенно хорош в контексте AAL (Программа содействия активности и жизни), где способность управлять устройствами с семантической речью жизненно важна по нескольким причинам: это устраняет необходимость физического взаимодействия с малыми или труднодоступными устройствами, речевое управление также избавляет пользователя от взаимодействия с оборудованием, ОС, пользовательским интерфейсом.

В 2018 году кардинальных изменений в технологиях ИИ ждать не приходится. Стоит рассчитывать на расширение линейки устройств для пользователей «умного» дома и, следовательно, появление новых сценариев использования и улучшение базового функционала систем «умного» дома.

Новости Интернета вещей





Вся суть в размере!

Компактный поворотный переключатель 77-й серии




- 25 000 циклов переключения
- Соответствует: MIL-DTL-3786, MIL-STD-20
- Высота выступающей части с задней стороны панели — 4,5 мм



ОФИЦИАЛЬНЫЙ ДИСТРИБЬЮТОР

АКТИВНЫЙ КОМПОНЕНТ ВАШЕГО БИЗНЕСА
(495) 232-2522 • INFO@PROCHIP.RU • WWW.PROCHIP.RU





Подготовка к производству с помощью Delta Design 2.5

Сергей Попов (popov.sn@eremex.ru)

В статье затронуты вопросы подготовки производственной документации печатных плат, описан функционал, позволяющий просматривать и анализировать Gerber-файлы, а также рассмотрены сопутствующие возможности системы сквозного проектирования электроники Delta Design версии 2.5.

Инженеры-конструкторы печатных плат (ПП) используют несколько вариантов передачи проектов в производство. Большинство экспортирует проекты в Gerber-формат (или, очень редко, в формат ODB++), остальные передают свои проекты полностью, то есть делают это в формате той программы, в которой они ведут проектирование ПП. Фактически эта группа инженеров отдаёт в стороннюю организацию всю информацию о разрабатываемом изделии (список цепей и подключений, данные об используемых компонентах и т.п.).

Можно предположить, что передача проектов в производство вызвана тем, что параметры экспорта непонятны инженерам и вызывают опасения относительно возможных ошибок, а производители печатных плат в этом вопросе идут им навстречу и самостоятельно производят конвертацию присланных проектов.

Однако в таком подходе есть как минимум два существенных недостатка. Первый заключается в том, что, передавая свой проект в производство, инже-

нер-конструктор не полностью контролирует качество и правильность выходных данных. Все вопросы, связанные с конвертацией данных и разрешением спорных моментов, переходят на сторону технологов. При этом может увеличиваться срок (затраты на согласование) и стоимость изготовления печатной платы (из-за привнесённых ошибок). Вторым важным аспектом является то, что самим производителям печатных плат такой подход приносит много неудобств. Они вынуждены иметь в своём распоряжении те же программы проектирования, в которых происходит разработка платы, со всеми вытекающими отсюда последствиями. В связи с этим производители призывают разработчиков переходить на универсальный язык общения – язык Gerber-файлов [1].

Общая тенденция в отрасли позволяет говорить о том, что инженеры предпочитают Gerber- и Excellon-файлы для обмена с производителями печатных плат. Предварительно, до отправки производителю, конструкторы осуществляют ряд специальных проверок, относящихся к DFM-анализу (Design For Manufacturing). Почти все существующие САПР ПП обладают широким набором таких проверок [2, 3]. Кроме того, системы позволяют открыть и визуально проверить полученные Gerber-файлы.

DFM-проверки в САПР DELTA DESIGN 2.5

В зависимости от объектов DFM-проверки могут быть поделены на следующие категории [3]: проверка правиль-

ности созданного контура платы, проверка зазоров между объектами печатного монтажа (трек – трек, трек – контактная площадка, переходное отверстие – переходное отверстие и др.), проверка соблюдения ширины гарантийного пояса, проверка зазоров вырезов в маске и пр.

В связи с этим следует рассмотреть, как конструктор может задать ограничения и выполнить проверки до передачи проекта на производство, применительно к системе Delta Design (см. рис. 1), а также показать, каким образом в системе реализованы проверки, отвечающие за правильность и технологичность производственных файлов.

Задание основных технологических ограничений

В системе существуют предустановленные наборы значений параметров правил (стандарты правил), которые соответствуют различным классам точности ПП. На этапе создания проекта инженер может применить один из доступных стандартов. После этого в редакторе правил будут автоматически заполнены значения параметров технологических ограничений (см. рис. 2).

Говорить о том, какой класс точности будет у проектируемой платы, до этапа расстановки на ней компонентов и их трассировки преждевременно, поэтому выбор класса точности на начальном этапе создания проекта носит скорее рекомендательный характер. В процессе дальнейшего проектирования значения параметров могут быть отредактированы инженером; имеется также возможность их повторной загрузки из другого стандарта правил.

Граница платы, гарантийный пояс, зазоры «ОТВЕРСТИЕ К...»

Выбор одного из стандартов правил определяет значения и других параме-

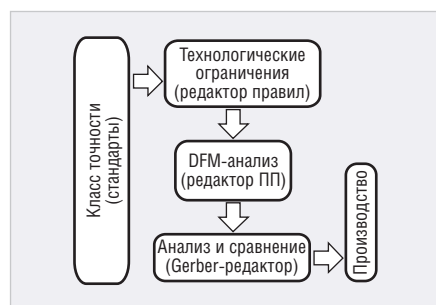


Рис. 1. Формирование технологических ограничений в САПР Delta Design

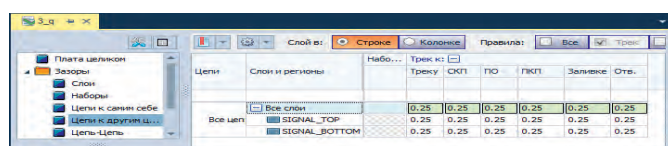


Рис. 2. Редактор правил с параметрами, заполненными по 3-му классу точности

Правила зазоров по слоям				
Слой	Отв. к Отв.	Отв. к краю	Медь к краю	Гарантийный пояс
Все слои	0,5	0,5	0,5	0,17
SIGNAL_TOP	0,5	0,5	0,5	0,17
SIGNAL_BOTTOM	0,5	0,5	0,5	0,17

Рис. 3. Значения параметров, используемых для DFM-анализа

Система автоматизированного проектирования электронных устройств



Менеджер библиотек
Liberty



Схемотехническое моделирование
SimOne



Редактор печатных плат
RightPCB



Редактор правил
DRM



Схемотехнический редактор
FlexyS



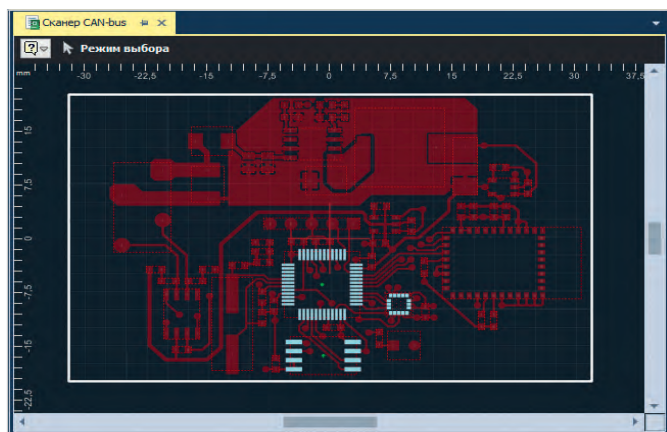
HDL-симулятор
Simtera



Топологический трассировщик
TopoR

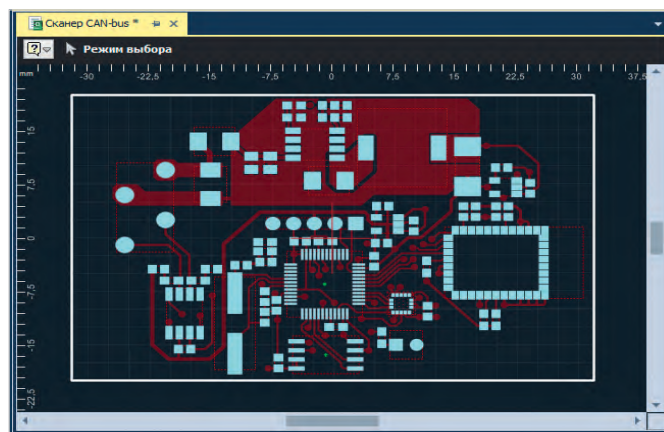


Коллективная работа для предприятий
Enterprise Server



Примечание: сигнальный слой – тёмно-красный, слой маски – светло-голубой

Рис. 4. Сформированные только для трёх SMD-компонентов вырезы в маске



Примечание: сигнальный слой – тёмно-красный, слой маски – светло-голубой

Рис. 5. Автоматически сформированный слой маски

тров, относящихся к DFM-проверкам, которые также влияют на технологичность будущей платы (см. рис. 3).

Контур платы

Одним из первых шагов при проектировании платы является создание контура. Система настроена так, чтобы поддерживать замкнутость контура проектируемой платы. В редакторе ПП для формирования контура предназначен системный слой BOARD_OUTLINE. При выборе этого слоя становятся доступны инструменты построения только замкнутых фигур (полигон, прямоугольник, окружность), что делает создание контура с разрывами невозможным. Однако одновременно с построением контура средствами самой Delta Design существует возможность загружать чертежи, созданные в машиностроительных САПР. При этом вполне возможны ситуации, когда импортированный контур содержит разрывы и является незамкнутым. Такая ситуация будет обработана системой следующим образом:

1. В рабочем окне редактора плат импортированный контур не будет визуально выделен специальной штриховкой.
2. DRC-проверка выдаст предупреждение о том, что контур платы не замкнут.
3. Для редактирования контура будет дополнительно активирован инструмент «Разместить полилинию».

Гарантийный пояс

Если проверка минимально допустимой ширины гарантийного пояска сквозной контактной площадки обнаружит нарушение, то разработчик может изменить посадочное место в библиотеке компонентов, а

затем обновить его в проекте. Также он может выбрать альтернативный вариант и отредактировать посадочное место только на плате.

Маска и паста

Этап формирования слоёв маски и пасты важен тем, что при создании библиотечных посадочных мест пользователь может не указать размеры контактных площадок на этих слоях или указать их только для отдельных компонентов.

Если разработчик закончил размещение и трассировку платы и DRC-проверка проекта не выявила каких-либо нарушений, то следующим шагом будет формирование геометрии слоёв маски и пасты. В Delta Design реализован функционал, который позволяет сформировать данные слои на системных слоях платы. Кроме того, имеются настройки, которые позволяют конструктору управлять процессом формирования маски и пасты. Например, существует возможность учесть или проигнорировать библиотечные данные о маске и пасте. На рисунке 4 приведён пример слоя маски SOLDERMASK_TOP до выполнения команд по его автоматическому формированию. Из рисунка видно, что вырезы в маске были сформированы только для трёх компонентов проекта, а для остальных вырезы не сформировались, поскольку не были определены на этапе создания библиотечного посадочного места. На рисунке 5 показан слой маски, который был автоматически сформирован с отступом, равным 0,15 мм.

СОЗДАНИЕ И ПРОВЕРКА GERBER-ФАЙЛОВ

Функционал создания Gerber- и Excellon-файлов был доступен начи-

ная с первой версии редактора ПП. Работая в Delta Design, инженер-конструктор может взаимодействовать с производителями ПП двумя способами. Первый способ – генерация Gerber-файлов и файлов сверловки и их прямая передача на производство. Такой способ является наиболее подходящим для совсем простых плат, не требующих дополнительной верификации. Второй способ – выполнение ряда проверок, доступных в Gerber-редакторе, и последующая передача файлов на производство. Данный способ в большей степени подходит для сложных и ответственных плат.

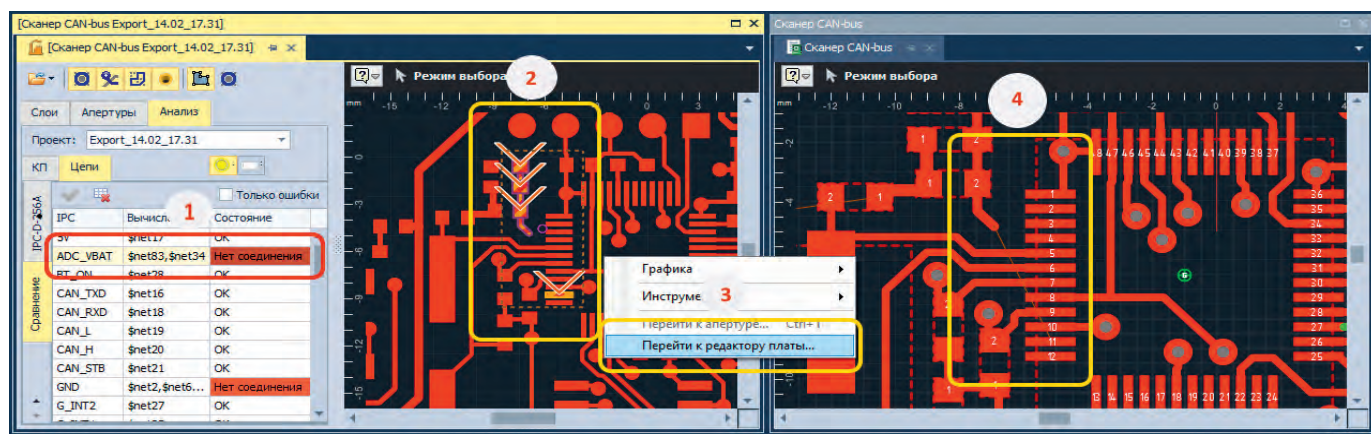
Gerber-редактор

В системе реализован функционал, который позволяет автоматически открывать Gerber-файлы сразу же по завершении их создания. При этом порядок следования, цвет и тип слоёв будут идентичны порядку, цвету и типу установленных в редакторе плат. Такой подход позволяет ускорить работу, а также избежать ошибок при описании свойств загружаемых Gerber-файлов.

В Delta Design версии 2.5 был реализован ряд функций, которые позволяют конструкторам как визуально оценивать Gerber-файлы, так и анализировать их.

Визуальная инспекция файлов

Загруженные слои отображаются в новом рабочем окне системы. Видимость слоёв и их цвет могут быть изменены. Для каждого объекта есть возможность отображения его свойств, а также того, какой апертурой (элемент изображения, через который будет происходить засветка) он был нарисован на слое. При необходимости



Примечание: 1 – отображение ошибки в таблице; 2 – подсветка «разрыва» в окне Gerber-редактора; 3 – переход в редактор ПП; 4 – отображение ошибки в окне редактора ПП

Рис. 6. Взаимодействие Gerber-редактора с редактором ПП

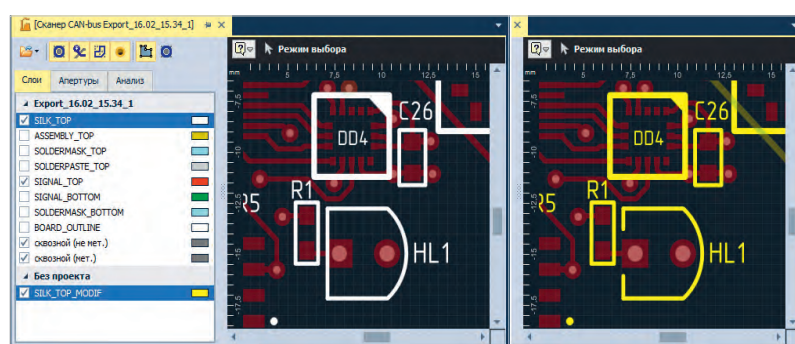
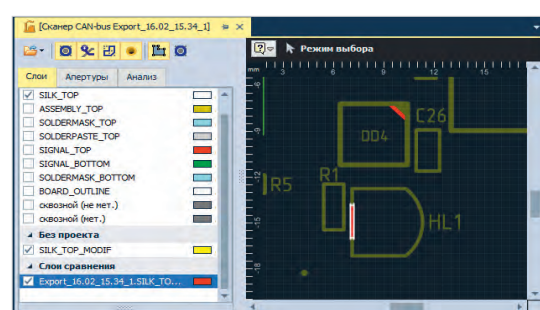


Рис. 7. Слой шелкографии до (слева) и после правок (справа)



Примечание: красным цветом показаны различия между слоями

Рис. 8. Результаты геометрического сравнения двух слоёв

сти может быть активирован системный инструмент «Линейка» – с его помощью удобно определять ширину выгруженных треков и контактных площадок.

Анализ Gerber-файлов

Во время анализа загруженных Gerber-файлов и файлов сверловки происходит построение внутреннего списка цепей. Цепи формируются на основе геометрического расчёта проводников, того, как они соприкасаются друг с другом, с контактными площадками и с медными заливками. Далее происходит сравнение вычисленного и загруженного (из IPC-D-356A-файла) net-листов. Результат сравнения отражается в таблице сопоставления вычисленных и загруженных цепей. Нерастрассированные и заколоченные цепи отмечаются в таблице красным, а также подсвечиваются в окне редактора. Кроме того, имеется возможность перехода из Gerber-редактора в редактор платы. Переход осуществляется именно на тот участок, где была найдена ошибка (см. рис. 6). Схожим образом могут быть найдены и подсвечены возможные случаи заколочивания цепей.

Геометрическое сравнение

После выполнения анализа Gerber-файлов и их визуальной инспекции они могут быть отправлены на производство, однако у производителей ПП могут появиться замечания по производственным файлам, например касающиеся отступов маски, вскрытия шелкографии и пр. В этой связи вполне допустимы ситуации, когда технолог на производстве может отредактировать один из Gerber-файлов и прислать его на согласование. Для этих целей в Delta Design реализована функция геометрического сравнения слоёв (см. рис. 7).

Разработчик может загрузить и изучить исправленный технологический файл. Благодаря функции геометрического сравнения слоёв будут отображены участки, содержащие изменения (см. рис. 8). Автоматический поиск и отображение изменений исключают вероятность пропуска правок, сделанных технологом. Все найденные расхождения отобразятся на отдельном слое сравнения.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Основными задачами современных САПР печатных плат являются сокращение временных затрат и обеспе-

чение высокого качества проектирования. САПР Delta Design версии 2.5 обладает большим набором проверок, отвечающих за качество и технологичность будущей платы. Специализированный редактор позволяет изучать и анализировать созданные производственные файлы в форматах Gerber, Excellon, IPC-D-356A. Работая в Delta Design, инженер-конструктор без особых усилий может общаться с производителями печатных плат на их языке – на языке Gerber. Сквозная навигация между редакторами системы обеспечивает удобство использования и внесения правок на любом этапе проектирования платы, а значит более высокую скорость разработки в целом.

ЛИТЕРАТУРА

1. Топоров С. Вы говорите на GERBER? Как экспортировать GERBER- и EXCELLON-файлы. Печатный монтаж. 2010. № 2.
2. Effective DFM Analysis with the PADS Flow: <https://www.pads.com/resources/overview/effective-dfm-analysis-with-the-pads-flow-ae8739dc-cb21-424f-86c0-f8f10c608f3c>.
3. Акулин А. Новые возможности САПР Cadence OrCAD и Allegro Venture 17.2. Современная электроника. 2018. № 1.

Интерактивная трассировка в среде Altium Designer

Часть 2. Трассировка дифференциальных пар и групп цепей

Алексей Якубенко (support@idstrade.com)

Во второй части статьи рассматриваются такие инструменты, как интерактивная трассировка дифференциальных пар и интерактивная трассировка групп цепей. Поскольку в статье идёт речь исключительно об инструментах интерактивной трассировки, то по тексту термин «интерактивный» для краткости будет опущен.

Трассировка дифференциальных пар

Прежде чем перейти к рассмотрению вопросов, связанных с трассировкой дифференциальных пар, необходимо вспомнить, что собой представляет дифференциальная пара.

Передача сигнала с помощью дифференциальной пары – такой метод передачи, при котором сигнал передаётся по двум проводникам. По одному из проводников передаётся сигнал, инвертированный по отношению к сигналу, передающемуся по второму. В данном случае приёмник определяет разницу между потенциалами пары. Как следствие, данный способ передачи сигнала гораздо более устойчив к воздействию электромагнитных помех, так как любая электромагнитная помеха добавляется к двум инвертированным между собой сигналам, сохраняя их разность (см. рис. 1).

Подготовка к трассировке дифференциальных пар

Прежде чем заниматься непосредственно прокладкой проводников дифференциальных пар, необходи-

мо совершить ряд подготовительных действий:

1. Определить, какие сигналы являются дифференциальными парами.
2. Выполнить ряд настроек файла проекта.
3. Выполнить настройку правила типа *Differential Pairs Routing*.

Определение дифференциальных пар

Определение дифференциальных пар, как правило, производится в редакторе схем. Для этого в общем случае необходимо выполнить два действия: присвоить цепям имена по определённому правилу, а также с помощью специального маркера указать, какие цепи входят в дифференциальные пары.

Присвоение имён цепям дифференциальной пары производится по следующему правилу: имя каждой цепи пары должно состоять из имени дифференциальной пары и суффикса «_P» для неинвертированного сигнала или суффикса «_N» для инвертированного сигнала (см. рис. 2 и рис. 3) [1].

Упомянутый выше маркер представляет собой директиву *Differential Pair*. Чтобы указать, какие из сигналов схемы входят в дифференциальные пары, необходимо выполнить команду *Place* → *Directives* → *Differential Pair* и после этого щелчками ЛКМ установить маркеры на соответствующие цепи. Необходимо заметить, что директивы должны быть установлены на каждой цепи, входящей в дифференциальную пару (см. рис. 2). Чтобы закончить установку маркеров, нужно щёлкнуть ПКМ или нажать клавишу ESC [1, 2].

Если на схеме присутствует большое количество дифференциальных пар, то можно воспользоваться групповой директивой *Blanket*. Для этого необходимо выполнить команду *Place* → *Directives* → *Blanket* и после этого серией щелчков ЛКМ сформировать вокруг соответствующих меток цепей групповую директиву. Чтобы закончить формирование этой директивы, необходимо щёлкнуть ПКМ или нажать клавишу ESC [1, 3]. После этого остаётся лишь «подцепить» к групповой директиве *Blanket* директиву *Differential Pair* (см. рис. 3).

Помимо указания цепей дифференциальных пар, директива *Differential Pair* имеет также ещё ряд возможностей, реализуемых с помощью панели *Properties*, содержащей опции директивы (см. рис. 4).

В верхней части панели расположены поля ввода (X/Y), отображающие координаты

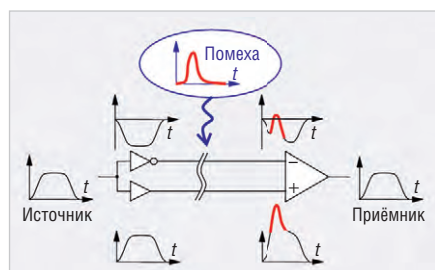


Рис. 1. Помеха, воздействующая на сигналы дифференциальной пары

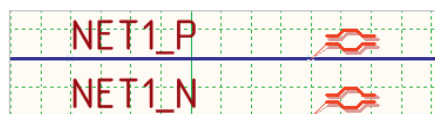


Рис. 2. Определение цепей дифференциальной пары с помощью директив *Differential Pair*

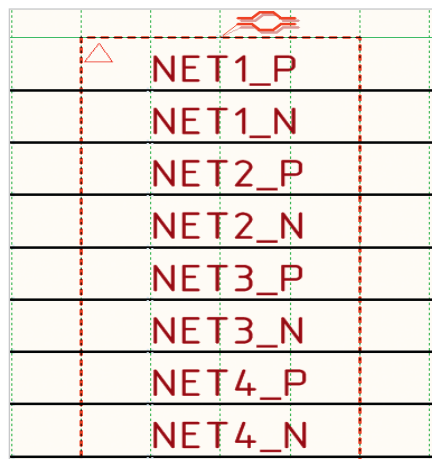


Рис. 3. Определение дифференциальных пар с помощью групповой директивы *Blanket* и директивы *Differential Pair*

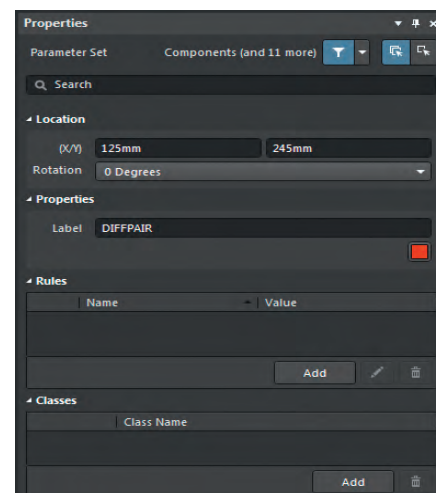
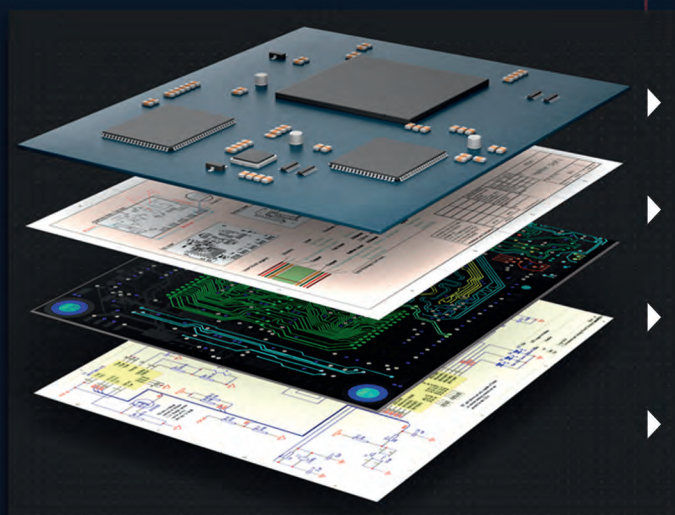


Рис. 4. Панель *Properties* директивы *Differential Pair*



ALTIUM
DESIGNER

КОНСУЛЬТАЦИОННЫЙ ТРЕНИНГ ЦЕНТР



▶ Передовое методическое обеспечение

▶ Опыт применения и лучшие практики

▶ Современное аппаратное обеспечение

▶ Сертификация специалистов

Получить подробную информацию вы можете:

На сайте:

🌐 www.idstrade.com

Запрос по адресу:

✉ info@idstrade.com

По телефону:

☎ +7 /495/ 665-20-69



ООО "АЙДИЭС" авторизованный партнер
компании Altium Limited на территории РФ.

Altium

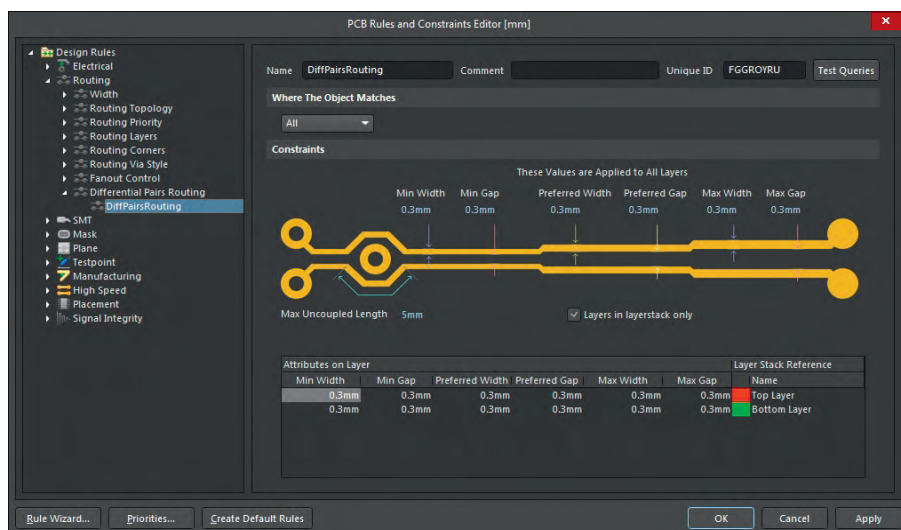


Рис. 5. Правило *Differential Pairs Routing* в окне редактора правил *PCB Rules and Constraints Editor*

наты расположения директивы по осям X и Y соответственно. Здесь же эти координаты можно вручную отредактировать. Ниже расположено выпадающее меню, с помощью которого можно повернуть директиву на 90, 180 или 270° или вернуть её в положение 0°. Ещё ниже расположена область *Properties*, которая содержит поле ввода *Label*, где отображается имя директивы.

Под областью *Properties* находится область *Rules*, с помощью которой на этапе формирования схемы можно задавать правила, которые вместе с остальными данными схемы будут переданы в документ ПП. Для формирования правила нужно нажать расположенную в нижнем правом углу области кнопку *Add*, в результате чего откроется окно *Choose Design Rule Type*, где нужно указать, к какому типу относится формируемое правило (в данном случае – *Routing* → *Differential Pairs Routing*). После выбора типа и нажатия кнопки *OK* окно *Choose Design Rule Type* закроется, а вместо него откроется окно *Edit PCB Rule (From Schematic)* – *Differential Pairs Routing Rule*. Настройка правил данного типа будет рассмотрена далее. Для редактирования уже существующего правила необходимо нажать расположенную в том же углу кнопку с изображением карандаша, а для удаления – кнопку с изображением корзины.

С помощью директивы *Differential Pair* можно не только указывать, какие цепи входят в дифференциальные пары, но и формировать классы цепей. Для этого предназначена область *Classes*, расположенная ниже области *Rules*. Чтобы задать класс, необходимо нажать расположенную в нижнем правом углу кнопку

Add – в результате в области *Classes* появится строка нового класса, а в её графе *Class Name* необходимо будет установить соответствующее имя класса. Расположенная в том же углу кнопка с изображением корзины предназначена для удаления существующего класса. Следует добавить, что в данном случае формируется общий класс цепей типа *Net Class*, а не класс цепей дифференциальных пар типа *Differential Pair Classes* [2].

Необходимо заметить, что создание правил с помощью директивы *Differential Pair* имеет свои особенности. Так, если правило создаётся с помощью директивы, помещаемой на цепь, то оно создаётся исключительно для данной цепи, независимо от того, создаётся ли с помощью той же директивы класс цепи. В то же время, если правило создаётся с помощью директивы, помещаемой на групповую директиву *Blanket*, то возможны два варианта:

1. С помощью директивы одновременно создаётся и правило, и класс цепей – в таком случае формируется одно правило для класса цепей.
2. С помощью директивы создаётся только правило – в таком случае формируется столько правил, сколько цепей охватывает групповая директива, т.е. по одному правилу на каждую цепь.

Кроме описанной выше, существует также возможность определения дифференциальных пар на этапе трассировки ПП в PCB-редакторе – этот способ будет рассмотрен позже [1].

Настройка проекта

После того как все дифференциальные пары были определены, информацию об этом нужно передать в файл ПП.

Для того чтобы передача этой информации была произведена без ошибок, необходимо убедиться, что проект настроен правильным образом. Для этого с помощью команды *Project* → *Project Options...* нужно открыть окно *Options for PCB Project...* после чего необходимо:

- убедиться, что на вкладке *ECO generation* в строке параметра *Add Differential Pair* выставлено значение *Generate Change Orders* [4];
- убедиться, что на вкладке *Comparator* в строке параметра *Extra Differential Pairs* выставлено значение *Find Differences* [5];
- на вкладке *Class Generation* поставить галочку напротив пункта *Generate Net Classes* [6].

Настройка правила *Differential Pairs Routing*

После того как данные со схемы были переданы в документ ПП, для работы с дифференциальными парами необходимо настроить одно или несколько правил типа *Differential Pairs Routing*. В окне редактора правил *PCB Rules and Constraints Editor* все правила данного типа можно найти в разделе *Routing* → *Differential Pairs Routing* (см. рис. 5).

Настройка правила производится с помощью опций, представленных в области *Constraints*. На схематическом отображении дифференциальной пары представлены следующие опции:

- *Min Width* – минимально допустимая ширина проводников;
- *Min Gap* – минимально допустимый зазор между проводниками;
- *Preferred Width* – предпочитаемая ширина проводников;
- *Preferred Gap* – предпочитаемый зазор между проводниками;
- *Max Width* – максимально допустимая ширина проводников;
- *Max Gap* – максимально допустимый зазор между проводниками;
- *Max Uncoupled Length* – максимально допустимая несогласованная длина проводников.

Ниже схематического отображения дифференциальной пары находится таблица, с помощью которой можно отредактировать те же значения отдельно для каждого слоя [7].

Прокладка проводников дифференциальной пары

В общем случае после того как все вышеописанные действия были выполнены, можно приступить к прокладке проводников дифференциальных пар.

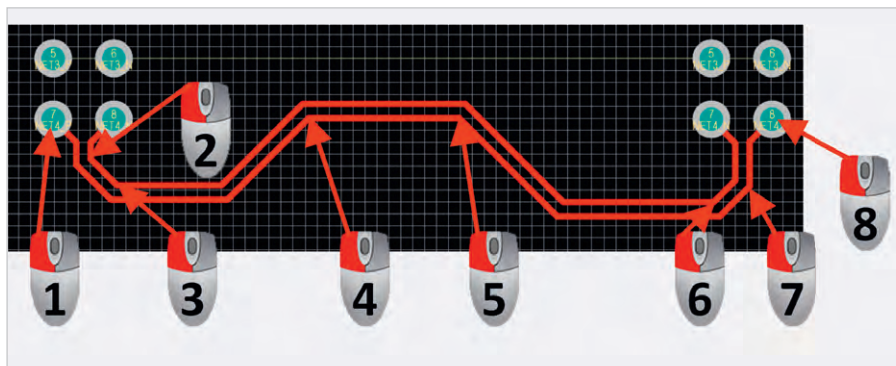


Рис. 6. Прокладка проводников дифференциальной пары

Трассировка дифференциальных пар аналогична трассировке отдельных проводников. Для выполнения данной задачи необходимо выполнить следующие действия:

1. Запустить команду *Route* → *Interactive Differential Pair Routing* (горячие клавиши $U \rightarrow I$) или щёлкнуть ЛКМ по расположенной на панели инструментов пиктограмме – среда AD перейдёт в режим трассировки дифференциальной пары, а курсор, в зависимости от настроек, примет вид большого или малого перекрестия под углом 90° или малого перекрестия под углом 45°.
2. Щёлкнуть ЛКМ в начальной точке прокладываемых проводников – в результате среда AD перейдёт в режим прокладки проводников дифференциальной пары.
3. Проложить проводники серией щелчков ЛКМ в их узловых точках (см. рис. 6).
4. Закончить трассировку.

Как уже упоминалось выше, процесс трассировки дифференциальных пар аналогичен процессу трассировки отдельного проводника. Это касается таких действий, как выбор ширины проводников, работа с углами, завершение прокладки проводников и т.п. Все настройки интерактивной трассировки в полной мере относятся и к трассировке дифференциальных пар [11]. По упомянутой причине повторно описывать весь процесс не имеет смысла, стоит остановиться подробнее только на его особенностях.

При прокладке проводников дифференциальной пары создаются одновременно два проводника: для инвертированного и неинвертированного сигналов. Ширина проводников и зазор между ними определяются правилом типа *Differential Pairs Routing*. Совершенно не имеет значения, к какому из двух сигналов относится элемент топо-

логии, выбранный в качестве начальной точки, – в процессе прокладки будут формироваться одновременно оба проводника. В случае если элементы, от которых отводятся новые проводники, находятся друг от друга на большем расстоянии, чем определённый правилом зазор, то среда AD автоматически формирует отвод проводников дифференциальной пары от подобных элементов топологии (см. рис. 7) [1].

Панель *Properties* в режиме трассировки дифференциальной пары

Поскольку трассировка дифференциальных пар аналогична трассировке отдельных цепей, то и содержимое панели *Properties* в режиме трассировки дифференциальных пар очень близко к содержимому панели в режиме трассировки отдельных проводников. В связи с тем что содержимое этой панели было подробно рассмотрено в первой части статьи [11], следует рассмотреть лишь отличия, имеющиеся в данном режиме.

В области *Net Information* (см. рис. 8) отображаются: в строке *Diff. Pair* – имя дифференциальной цепи, а в строке *Diff. Pair Class* – имя класса дифференциальной цепи.

Основные отличия области геометрических настроек в режиме прокладки дифференциальных пар (см. рис. 9) состоят в том, что, во-первых, в поле схематического отображения представлено изображение дифференциальной пары, а во-вторых, в поле, содержащем настройки ширины, добавлено выпадающее меню *Gap*, с помощью которого можно выбрать минимальный, предпочтительный или максимальный зазор между проводниками в соответствии с правилом типа *Differential Pairs Routing*.

И последнее: в области *Rules* кнопка, открывающее окно редактирования правила типа *Width Rule*, заменена

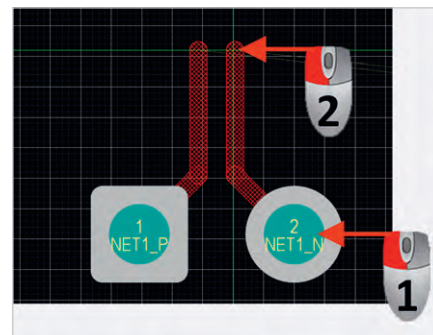


Рис. 7. Автоматическое формирование отвода проводников дифференциальной пары

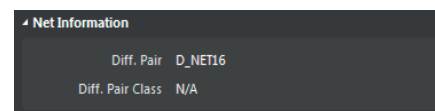
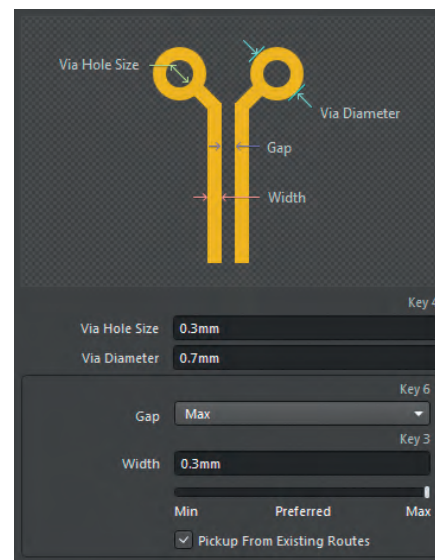
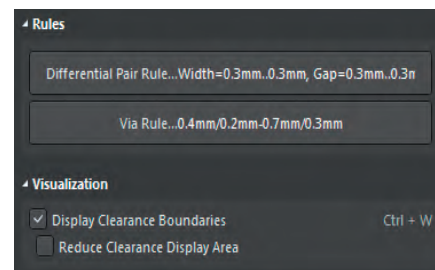

 Рис. 8. Область *Net Information* панели *Properties* в режиме прокладки проводников дифференциальных пар


Рис. 9. Область геометрических настроек проводников дифференциальных пар


 Рис. 10. Области *Rules* и *Visualization* панели *Properties* в режиме прокладки проводников дифференциальных пар

кнопкой, открывающей окно редактирования правила типа *Differential Pair Rule*, а в области *Visualization* отсутствует кнопка, включающая индикатор длины проложенного проводника (см. рис. 10) [1].

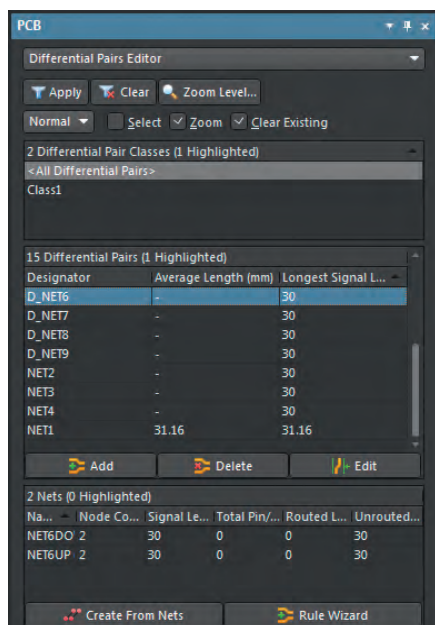


Рис. 11. Панель PCB в режиме Differential Pairs Editor

Панель PCB в режиме Differential Pairs Editor

Ещё одним крайне полезным в процессе работы над дифференциальными парами инструментом является панель PCB в режиме *Differential Pairs Editor*. Данная панель позволяет отслеживать, добавлять, удалять и редактировать дифференциальные цепи, а также формировать новые правила (см. рис. 11).

В верхней части панели расположена область *...Differential Pair Classes*, в которой отображаются присутствующие в документе ПП классы дифференциальных цепей. При выделении в данной области одного из классов в расположенной ниже области *...Differential Pairs* отображаются все цепи, относящиеся к выбранному классу. Ещё ниже расположена область *...Nets*, в которой отображаются цепи (и их харак-

теристики), входящие в дифференциальную пару, выделенную в области *...Differential Pairs* [8].

Ранее уже упоминалось, что дифференциальные пары можно определять не только на этапе проектирования схем, но и средствами редактора ПП. В данном случае, так же, как и при работе над схемой, существует два способа определения дифференциальных цепей – определение отдельной дифференциальной пары и групповое определение дифференциальных пар.

Для определения одиночной дифференциальной цепи необходимо нажать кнопку *Add*, которую можно найти в нижней части области *...Differential Pairs*, после чего откроется окно *Differential Pair* (см. рис. 12). С помощью выпадающих меню *Positive Net* и *Negative Net* необходимо выбрать цепи неинвертированного и инвертированного сигналов соответственно. С помощью поля ввода *Name* нужно задать имя дифференциальной пары. После нажатия кнопки *OK* будет создана новая дифференциальная пара. Необходимо заметить, что в данном случае правило наименования сигналов дифференциальной пары не применяется: имена обоих сигналов могут быть абсолютно любыми [9].

В нижней части области *...Differential Pairs*, помимо кнопки *Add*, расположены также кнопки *Delete* и *Edit*. Очевидно, что первая предназначена для удаления выбранной дифференциальной пары, а вторая – для редактирования.

В случае необходимости группового определения дифференциальных пар средствами редактора ПП соответствующие цепи должны также иметь имена, сформированные по определённому правилу. Однако в данном случае такое

правило несколько отличается: если имя дифференциальной пары в именах обеих цепей также должно быть одинаковым, то суффиксы, определяющие неинвертированный и инвертированный сигналы, могут быть любыми, отличными от «*_P*» и «*_N*».

Чтобы в документе ПП определить группу дифференциальных пар, необходимо нажать кнопку *Create From Nets*, расположенную в нижней части области *...Nets*. В результате откроется окно *Create Differential Pairs From Nets* (см. рис. 13). В верхней части данного окна расположена строка *Create nets from class ... differing ... by ... to create differential pair with prefix...* С помощью опций, представленных в данной строке, формируются условия для поиска цепей, которые должны войти в дифференциальные пары. Если двигаться по строке слева направо, то первым размещено выпадающее меню, с помощью которого можно ограничить список цепей определённым классом. Далее, между словами «*differing*» и «*to*» находятся два поля ввода, в которые необходимо вручную ввести суффиксы, определяющие неинвертированный и инвертированный сигналы. В конце строки расположено поле ввода, позволяющее при необходимости ввести префикс, который будет добавлен к имени каждой дифференциальной пары.

Ниже указанной строки расположено поле ввода с выпадающим меню *Create differential pairs in class* – здесь можно ввести имя нового или выбрать имя уже существующего класса типа *Differential Pair Classes*. В таком случае все формируемые дифференциальные пары будут отнесены к заданному классу.

Основную часть окна *Create Differential Pairs From Nets* занимает

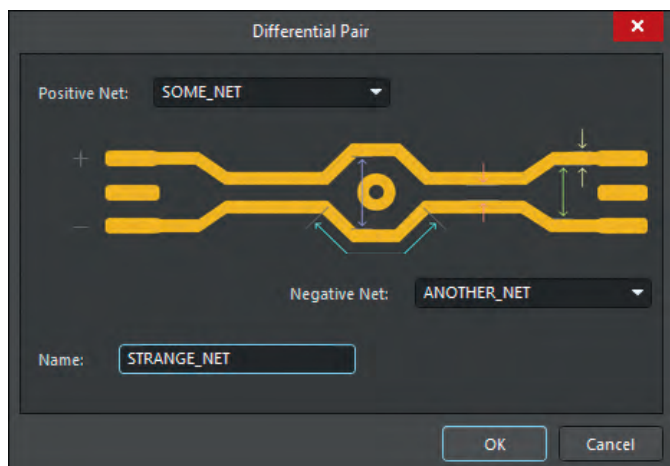


Рис. 12. Окно Differential Pair

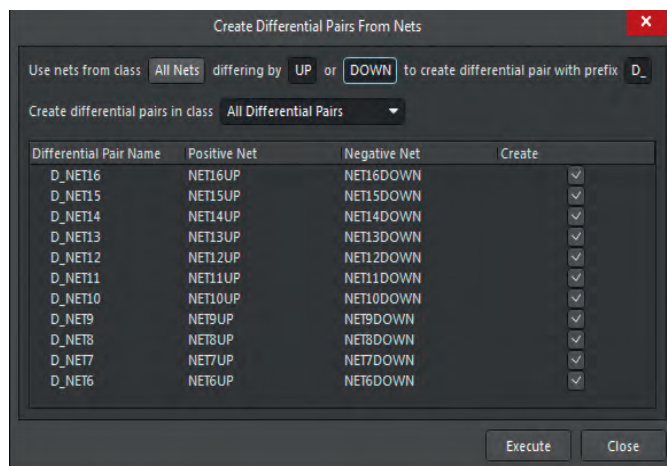


Рис. 13. Окно Create Differential Pairs From Nets

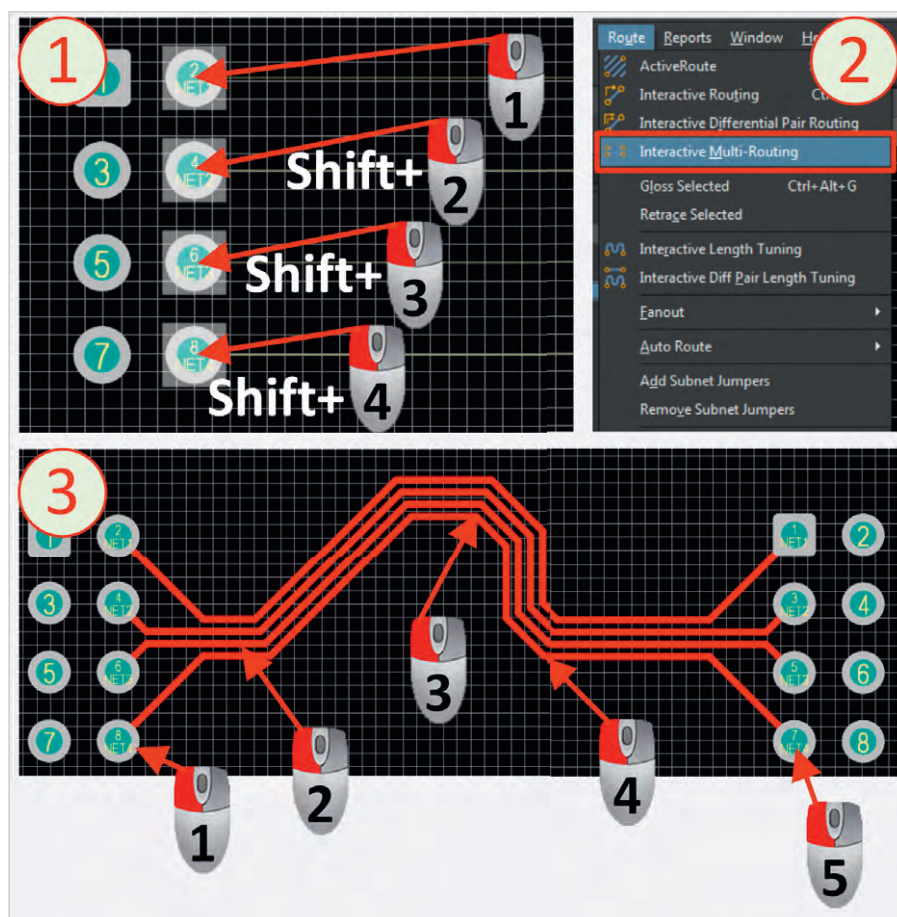
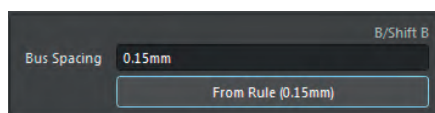


Рис. 14. Прокладка группы проводников


 Рис. 15. Область панели *Properties* в режиме трассировки групп цепей

таблица, в которой в соответствии с настройками отображается информация о предполагаемых дифференциальных парах. Данная таблица содержит следующие графы:

- *Differential Pair Name* – предполагаемое имя дифференциальной пары;
- *Positive Net* – имя неинвертированной цепи;
- *Negative Net* – имя инвертированной цепи;
- *Create* – пункт, определяющий, будет ли сформирована дифференциальная пара.

После нажатия кнопки *Execute* редактор ПП в соответствии с выполненными настройками сформирует группу дифференциальных пар [10].

В нижней части области *...Nets* рядом с кнопкой *Create From Nets* расположена кнопка *Rule Wizard*, с помощью которой запускается помощник для формирования соответствующих правил [8].

ТРАССИРОВКА ГРУПП ЦЕПЕЙ

Прокладка группы проводников

Трассировка групп цепей также мало чем отличается от трассировки отдельной цепи [11]. В общем случае для выполнения данной процедуры необходимо выполнить следующие действия:

1. Выбрать элементы топологии, подключённые к цепям, которые будут трассироваться.
2. Запустить команду *Route* → *Interactive Multi-Routing* (горячие клавиши *U* → *M*) или щёлкнуть ЛКМ по расположенной на панели инструментов пиктограмме  – среда AD перейдёт в режим трассировки, а курсор, в зависимости от настроек, примет вид большого или малого перекрестия под углом 90° или малого перекрестия под углом 45°.
3. Щёлкнуть ЛКМ по любому из выбранных на первом этапе элементов топологии – в результате среда AD перейдёт в режим прокладки группы проводников.
4. Проложить группу проводников серией щелчков ЛКМ в их узловых точках (см. рис. 14).
5. Закончить трассировку.

За исключением очевидных отличий, все аспекты интерактивной трассировки

ки – режимы угла, настройки, ширина проводников и т.п. – в полной мере относятся и к трассировке групп цепей.

Панель *Properties* в режиме трассировки группы цепей

По причине схожести процессов трассировки отдельной цепи [11] и группы цепей содержимое панели *Properties* в соответствующих режимах отличается незначительно. Первое, что бросается в глаза, – отсутствие области *Net Information*. Если двигаться далее вниз, можно заметить следующее отличие: под областью, задающей ширину проводников, находится область, которая содержит поле ввода *Bus Spacing*. Это поле предназначено для определения величины зазора между одновременно трассируемыми проводниками. Под данным полем расположена кнопка *From Rule*, подгружающая величину зазора из правила типа *Electrical* → *Clearance* (см. рис. 15). Кроме того, в области *Interactive Routing Options* отсутствует пункт *Pin Swapping*. И последнее отличие – отсутствие областей *Rules* и *Visualization*.

В двух частях статьи были описаны основные принципы, инструменты и настройки интерактивной трассировки. В третьей части будут рассмотрены правила, которые непосредственно связаны с прокладкой проводников, а также инструменты редактирования проложенных проводников.

ЛИТЕРАТУРА

1. Altium. Documentation 2018. Differential Pair Routing: www.altium.com
2. Altium. Documentation 2018. Parameter Set: www.altium.com
3. Altium. Documentation 2018. Blanket: www.altium.com
4. Altium. Documentation 2018. Project Options – ECO Generation: www.altium.com
5. Altium. Documentation 2018. Project Options – Comparator: www.altium.com
6. Altium. Documentation 2018. Project Options – Class Generation: www.altium.com
7. Altium. Documentation 2018. Differential Pairs Routing: www.altium.com
8. Altium. Documentation 2018. PCB – Differential Pairs Editor: www.altium.com
9. Altium. Documentation 2018. Differential Pair: www.altium.com
10. Altium. Documentation 2018. Create Differential Pairs From Nets: www.altium.com
11. Якубенко А. Интерактивная трассировка. Часть 1. Трассировка отдельной цепи. Современная электроника. 2018. № 3. 

Возможности анализа цепей питания в Altium Designer

Юрий Леган (altium.ru@altium.com)

Применение средств САПР и математического моделирования на этапе проектирования печатной платы позволяет разработчику значительно лучше реализовать заложенные в изделии технические решения. В статье представлен обзор возможностей дополнительного программного модуля PDN Analyzer 2.0 для Altium Designer 17.1 и Altium Designer 18.0, предназначенного для выполнения анализа целостности питания по постоянному току.

ВВЕДЕНИЕ

Эффективность работы современных цифровых высокоскоростных узлов электронной техники в значительной степени зависит от топологии электрических цепей. Программный модуль PDN Analyzer 2.0, разработанный компанией Altium с применением математических алгоритмов компании CST, предназначен для моделирования цепей питания. PDN Analyzer 2.0 позволяет инженеру построить модель цепей питания на основе списка связей, действительной топологии печатной платы и её технологических параметров, а также знаний о характеристиках электронных компонентов и их рабочих режимах и выполнить исследование характеристик построенной модели.

Одной из задач проектирования печатной платы для современного

высокоскоростного цифрового узла является обеспечение минимально возможного значения полного сопротивления Z_{PDS} цепей питания и заземления [1]. Расчёт токов в слоях питания многослойных печатных плат (МПП) является нетривиальной задачей, а с учётом большого количества межслойных переходов и разделения цепей питания на домены сложной формы – практически невыполнимой без привлечения специальных технических средств.

Результатами некорректно разработанной топологии цепей питания могут являться:

- чрезмерное падение напряжения питания в моменты пиковых токов потребления, что приводит к появлению неустойчивости формирования сигналов микросхемами;

- снижение надёжности печатной платы и изменение её электрических характеристик: изменение проводимости вследствие обугливания органических материалов печатной платы, ухудшение частотных характеристик вследствие деформации и расслоения, вызванных перегревом проводников, термочиклическое разрушение межслойных переходов, отслоение печатных проводников, плавление проводников;
- появление шумов в сигнальных цепях, наводимых цепями питания;
- появление сверхнормативного электромагнитного излучения, создаваемого функциональными частями цепей питания.

Решение первых двух проблем относится к задачам обеспечения целостности питания по постоянному току.

Возможности PDN ANALYZER 2.0

Программный модуль PDN Analyzer 2.0 позволяет инженеру построить модель цепей питания проектируемого устройства и выполнить расчёт токовых нагрузок на элементы топологии печатной платы. Результаты моделирования представляют собой цветную шкалу, наложенную на рисунок топологии печатной платы (см. рис. 1) и описывающую двухмерное распределение плотности тока (см. рис. 2) или разности электрических потенциалов в проводниках (см. рис. 3).

PDN Analyzer 2.0 позволяет выполнять [2]:

- одновременное моделирование нескольких вариантов эквивалентной схемы замещения цепей питания;

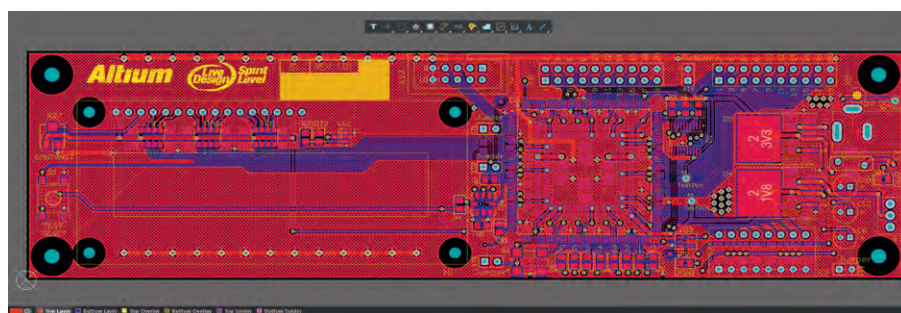


Рис. 1. Рисунок топологии печатной платы



Рис. 2. Отображение плотности тока

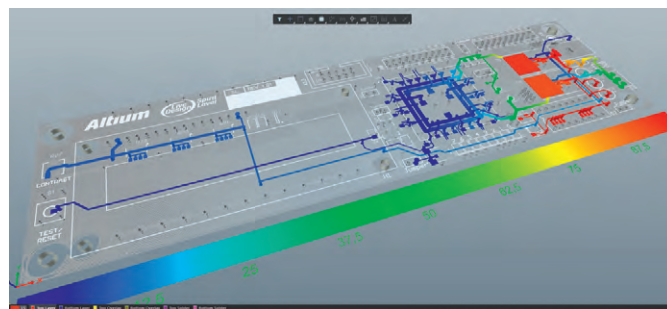


Рис. 3. Отображение падения напряжений питания

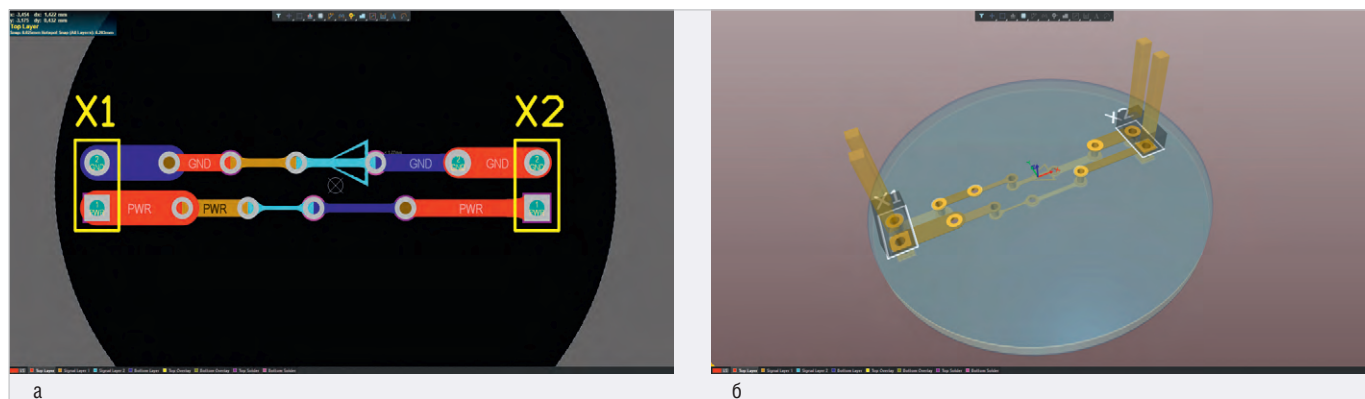


Рис. 4. Демонстрационная МПП: а) двухмерный вид; б) трёхмерный вид

- анализ многосегментной модели цепей питания;
- анализ плотности тока и падения напряжения в проводниках цепей питания;
- анализ предельного допустимого тока для контактных площадок выводов элементов и переходных отверстий межслойных переходов;
- экспертизу нарушений граничных условий, определённых пользователем;
- визуализацию результатов моделирования в двух- и трёхмерном представлении;
- сохранение и загрузку модели цепей питания;
- формирование подробного отчёта в формате HTML.

PDN Analyzer 2.0 использует для своей работы информацию о перечне компонентов моделируемого устройства, списке цепей, рисунке топологии, структуре слоёв, загружая эти сведения из файла печатной платы. При этом в расчётах учитывается толщина меди. Дополнительно пользователь должен ввести информацию о технологических параметрах печатной платы, структуре цепей питания, токах потребления и электрических характеристиках электронных компонентов.

Таким образом, наиболее трудоёмкие части задачи сбора сведений реализуются системой, а пользователю предоставляется творческая часть работы – описание модели цепей питания.

ПРИМЕР АНАЛИЗА ЦЕЛОСТНОСТИ ПИТАНИЯ ПО ПОСТОЯННОМУ ТОКУ

Проиллюстрируем возможности программы двумя практическими примерами. В первом примере демонстрируется точность расчётов, выполняемых PDN Analyzer 2.0 при работе с многослойной печатной платой (см. рис. 4). Информация о МПП извлекается из стека слоёв (см. рис. 5). Источ-

Layer Name	Type	Material	Thickness (mm)	Dielectric Material	Dielectric Constant	Pullback (mm)	Orientation	Coverlay Expansion
Top Overlay	Overlay							
Top Solder	Solder Mask/Co...	Surface Material	0.01	Solder Resist	3.5			0
1 Top Layer	Signal	Copper	0.035				Top	
Dielectric 1	Dielectric	Prepreg	0.19		4.2			
2 Signal Layer 1	Signal	Copper	0.05				Not Allowed	
Dielectric 4	Dielectric	Core	1		4.2			
3 Signal Layer 2	Signal	Copper	0.05				Not Allowed	
Dielectric 3	Dielectric	Prepreg	0.19	FR-4	4.2			
4 Bottom Layer	Signal	Copper	0.035				Bottom	
Bottom Solder	Solder Mask/Co...	Surface Material	0.01	Solder Resist	3.5			0
Bottom Overlay	Overlay							

Рис. 5. Стек слоёв печатной платы

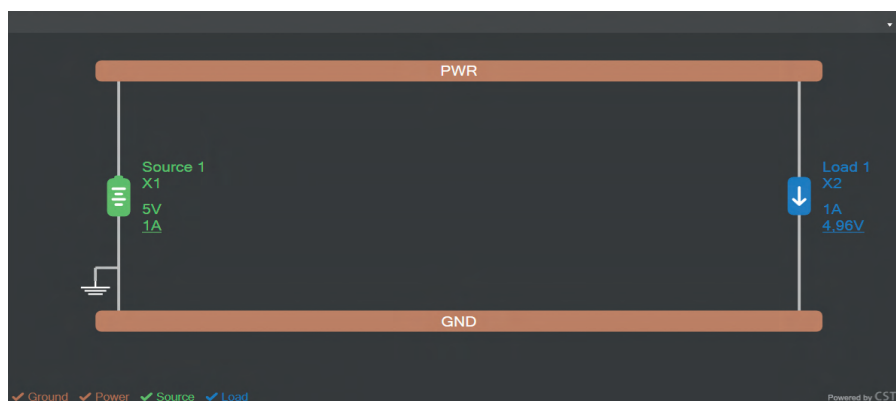


Рис. 6. Структурная схема цепи питания

Характеристики участков цепей и результаты аналитического расчёта

Номер участка	Ширина проводника, мм	Наименование слоя	Толщина меди, мм	Плотность тока, А/мм ²
1	2	Top Layer	0,035	14,29
2	1	Signal Layer 1	0,05	20
3	0,25	Signal Layer 2	0,05	80
4	0,5	Bottom Layer	0,035	57,14
5	1	Top Layer	0,035	28,57

ником постоянного напряжения 5 В служит соединитель X1, а потребителем тока – соединитель X2 с током нагрузки 1 А (см. рис. 6). Сравним аналитический расчёт плотности тока с результатами симуляции. Плотность тока вычисляется по формуле:

$$J = \frac{I}{w \times d},$$

где I – ток, w – ширина проводника, d – толщина слоя меди.

Характеристики участков цепей и результаты аналитического расчёта приведены в таблице.

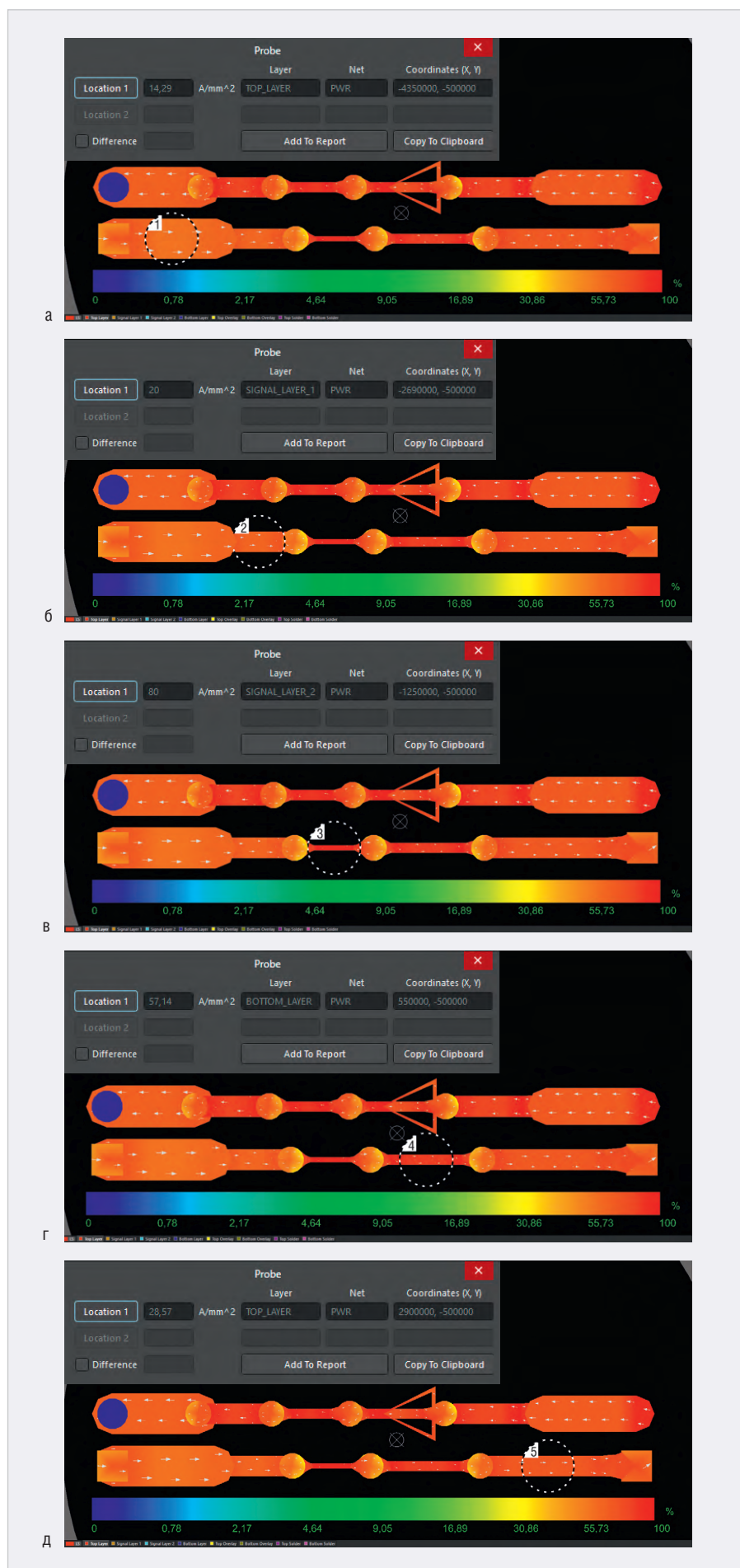


Рис. 7. Результаты вычисления плотности тока: а) участок 1; б) участок 2; в) участок 3, г) участок 4; д) участок 5

Результаты расчёта плотности тока с помощью PDN Analyzer 2.0 на тех же участках цепей приведены на рисунке 7, точки измерения отмечены круговым маркером. При этом для каждого участка точка измерения выбиралась в стационарной точке функции распределения плотности тока по проводнику. Легко заметить, что результаты аналитического расчёта и расчёта в PDN Analyzer 2.0 хорошо согласуются между собой.

Математическое ядро PDN Analyzer 2.0 корректно выполняет вычисление плотности тока для двух параллельных участков. В качестве проверки данного утверждения выполним расчёт полного тока для топологического рисунка, содержащего два параллельных участка для протекания тока (см. рис. 8), исходя из сведений о плотности тока в каждом из двух параллельных участков, по формуле:

$$I = J_1 \times w_1 \times d_1 + J_2 \times w_2 \times d_2,$$

где J_1 – плотность тока на первом участке, w_1 – ширина проводника на первом участке, d_1 – толщина проводящего слоя на первом участке, J_2 – плотность тока на втором участке, w_2 – ширина проводника на втором участке, d_2 – толщина проводящего слоя на втором участке.

Воспользуемся вычисленными значениями плотности тока (см. рис. 9), сведениями из стека слоёв (см. таблицу) и сведениями о ширине проводников $w_1 = w_2 = 0,25$ мм. Вычисленное значение полного тока составляет:

$$I = 0,302925 + 0,697125 = 1,00005 \text{ A}.$$

Полученный результат согласуется с фактическим значением полного тока цепи 1 А.

Во втором примере рассматривается моделирование многосегментной цепи питания с разделением сегментов линейными регуляторами постоянного напряжения. В данной задаче применялись полигоны сложной формы с различными способами заполнения (см. рис. 10, 11). Распределение плотности тока в возвратной цепи при различных способах заливки полигонов питания должно различаться, что подтверждается результатами моделирования. Таким образом, программный модуль PDN Analyzer 2.0 способен эффективно работать с участками топологии сложных форм. Наилучшая производительность модуля достигается при его использовании совместно с Altium Designer 18.0.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Компания Altium непрерывно работает над совершенствованием Altium

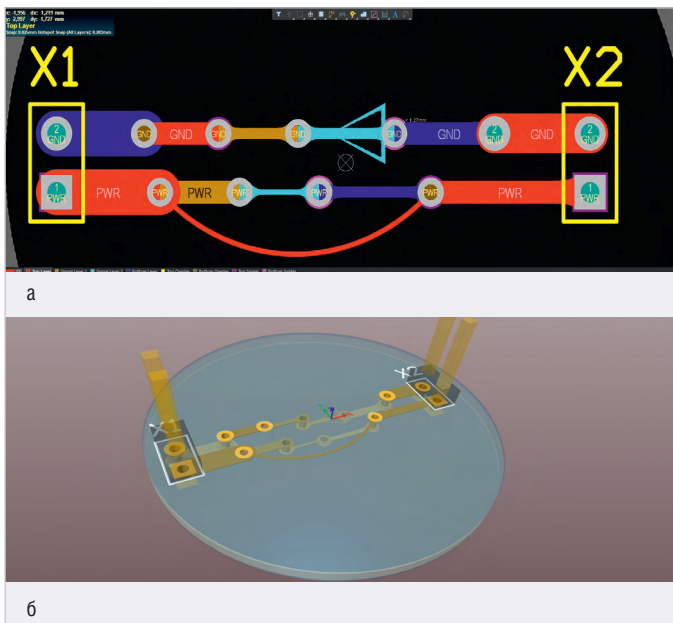


Рис. 8. Топология с двумя параллельными участками для протекания тока:
а) общий вид топологического рисунка; б) трёхмерное изображение печатной платы

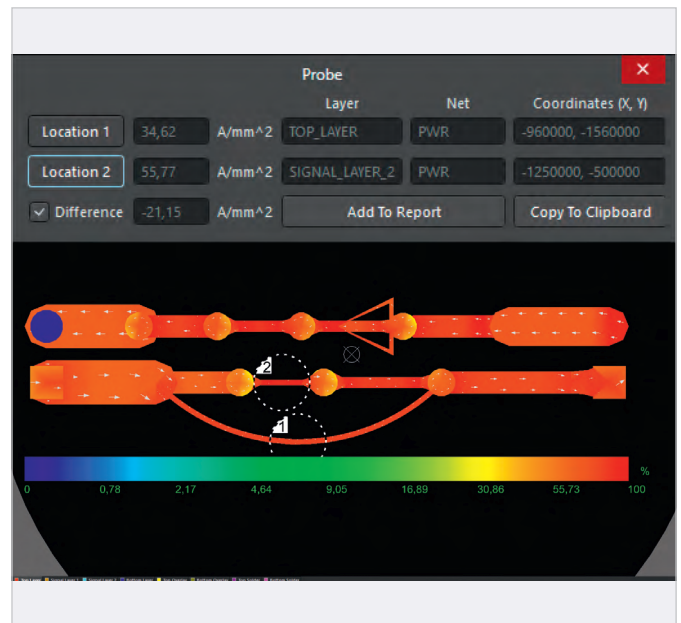


Рис. 9. Результат моделирования цепи питания с параллельными участками протекания тока

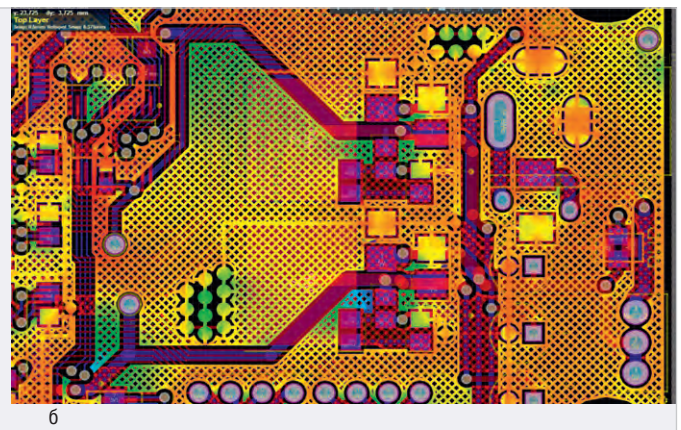
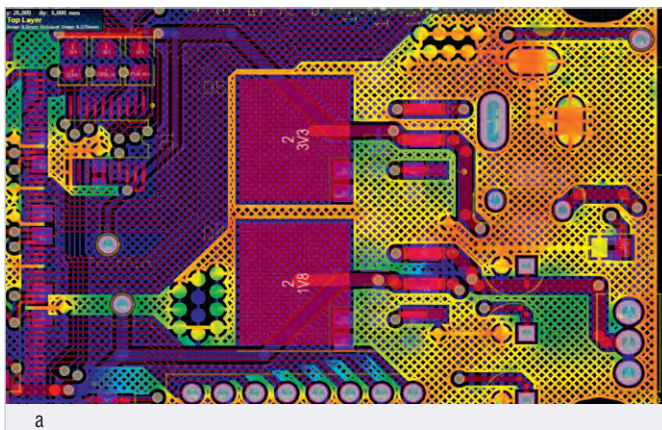


Рис. 10. Возвратная цепь, выполненная сетчатым полигоном с наклоном линий 45°: а) на слое Top Layer; б) на слое Bottom Layer

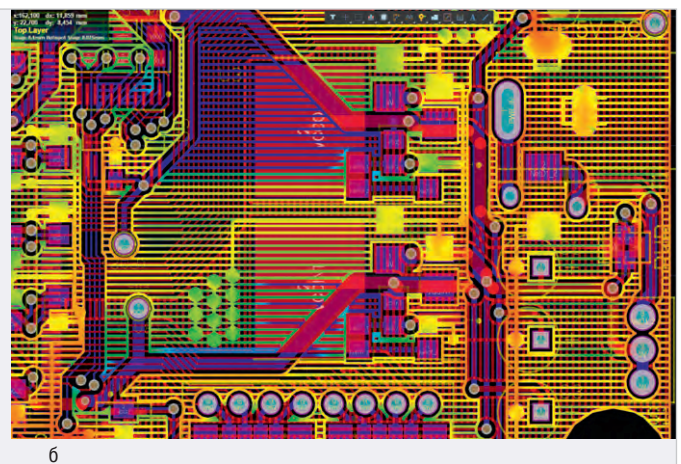
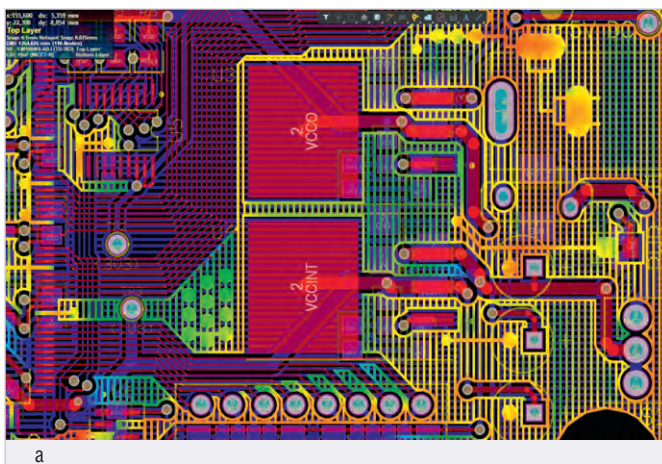


Рис. 11. Возвратная цепь, выполненная сетчатым полигоном: а) вертикальными линиями на слое Top Layer; б) горизонтальными линиями на слое Bottom Layer

Designer, предоставляя разработчикам интуитивно понятные и одновременно мощные инструменты инженерного анализа. Дополнительный программный модуль PDN Analyzer позволяет разработчикам проводить анализ

целостности питания по постоянному току в сквозном цикле проектирования без привлечения внешних программных средств. Это обеспечивает целостность проектных данных и высокую точность результатов анализа цепей питания.

ЛИТЕРАТУРА

1. Кечигов Л.Н. Проектирование печатных плат для цифровой быстродействующей аппаратуры. – М.: ООО «Группа ИДТ», 2007. – 616 с.
2. PDN Analyzer Features: <http://www.altium.com/pdna/features.php>





Электроника Транспорт 2018

12-я специализированная выставка электроники и информационных технологий
для пассажирского транспорта и транспортной инфраструктуры

16-17 МАЯ, МОСКВА
КВЦ «СОКОЛЬНИКИ»
WWW.E-TRANSPORT.RU

ChipEXPO-2018

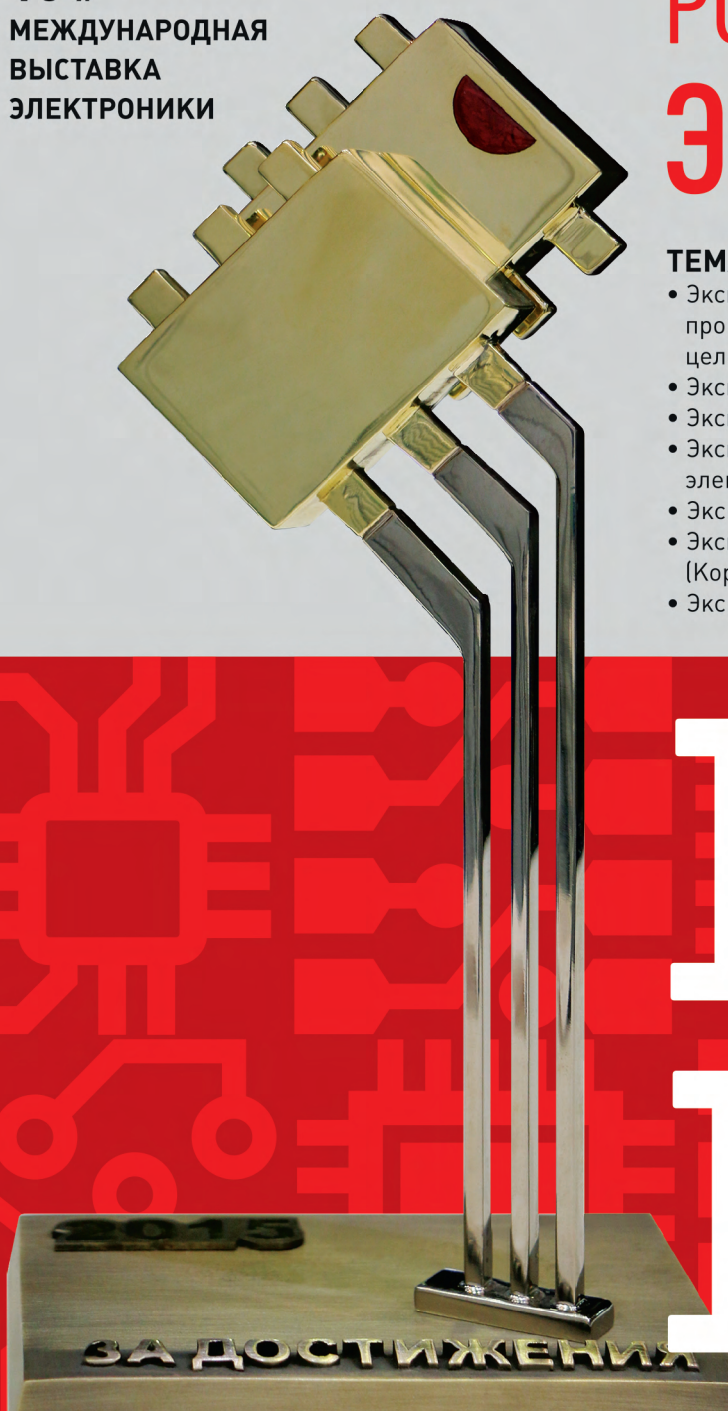
КОМПОНЕНТЫ | ОБОРУДОВАНИЕ | ТЕХНОЛОГИИ

16-я
МЕЖДУНАРОДНАЯ
ВЫСТАВКА
ЭЛЕКТРОНИКИ

РОССИЯ | МОСКВА
ЭКСПОЦЕНТР

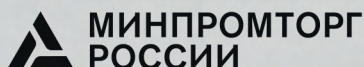
ТЕМАТИЧЕСКИЕ ЭКСПОЗИЦИИ

- Экспозиция предприятий радиоэлектронной промышленности России «Участники Федеральных целевых программ Минпромторга России»
- Экспозиция «Участники Конкурса «Золотой Чип»
- Экспозиция «Испытания и контроль качества ЭКБ»
- Экспозиция «Новинки производителей электронных компонентов»
- Экспозиция «Другая электроника»
- Экспозиция предприятий Зеленограда (Корпорация развития Зеленограда)
- Экспозиция предприятий АО «Росэлектроника»



17.10-
19.10

ОФИЦИАЛЬНАЯ ПОДДЕРЖКА



Моделирование ключевых элементов беспроводных систем

Джозл Киршман (joel.kirshman@ni.com)

Залогом успешной разработки современных систем мобильной, спутниковой связи и радиолокации в настоящее время становится качественная оценка параметров элементов этих систем на самых ранних этапах проектирования. Данная статья посвящена преимуществам использования специализированного программного обеспечения для точной оценки ключевых параметров элементов беспроводных систем.

Разработчикам высокопроизводительных устройств сетей 5 поколения (5G) необходимо иметь чёткое представление о значениях ключевых параметров (коэффициента шума, точки компрессии, интермодуляционных искажений третьего порядка, отношения сигнал/шум и др.) задолго до передачи прототипов в производство. Стандартные методы оценки таких параметров, включающие применение эмпирических закономерностей или расчёты в табличных процессорах на основе урав-

нений Фрииса, дают лишь ограниченное представление о характеристиках реальных приборов нового поколения.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СПЕЦИАЛИЗИРОВАННЫХ САПР

Как правило, для расчётов каскадных параметров тракта традиционно используются табличные процессоры. У такого подхода есть два основных преимущества: простой ввод данных и доступность программного обеспечения. К сожалению, с ростом сложно-

сти проектируемых систем (как в случае перехода к сетям 5G) недостатки табличных расчётов становятся более очевидными. В частности, в основе подобных расчётов лежат стандартные уравнения, которые не учитывают такие параметры реальных систем, как рассогласование между элементами или шум в зеркальном канале. Кроме того, большинство таблиц не поддерживает работу с файлами данных (будь то таблицы спуров или файлы s2p), а статистический анализ или оптимизация в них могут быть сложно реализуемы или в принципе невозможны. При этом упомянутые выше функциональные возможности становятся востребованными и даже необходимыми, особенно если перед разработчиками стоит задача создания высокопроизводительного и конкурентоспособного устройства.

Более современные и эффективные методы решения подобных задач

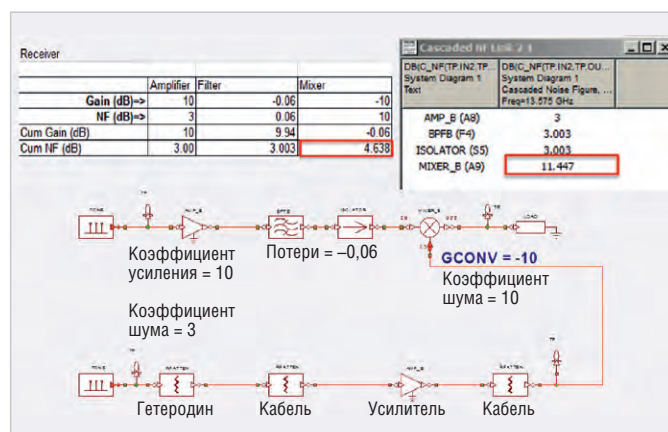


Рис. 1. Расчёт трактов ВЧ и гетеродина в таблице и в VSS

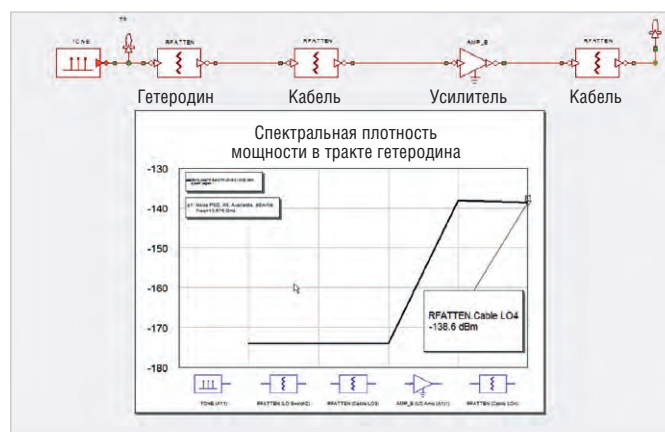


Рис. 2. Анализ спектральной плотности мощности по шуму

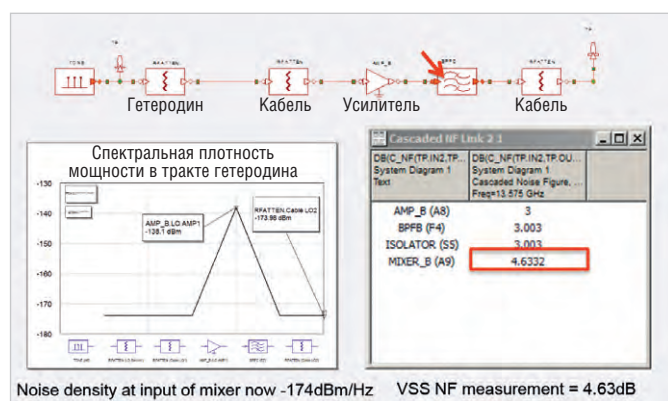


Рис. 3. Добавление фильтра на выходе усилителя для снижения плотности и коэффициента шума

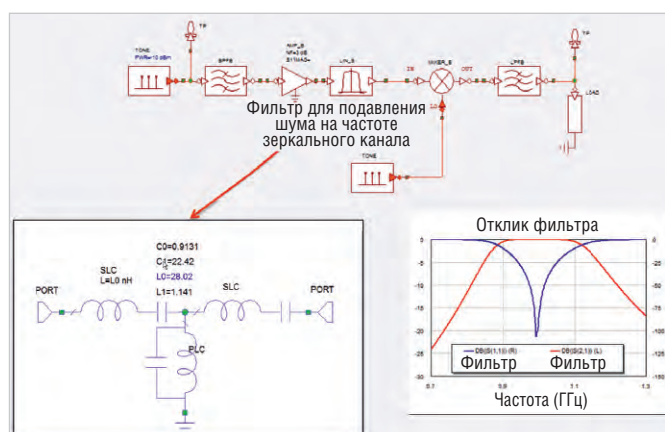


Рис. 4. Замена поведенческой модели фильтра на реальную схему

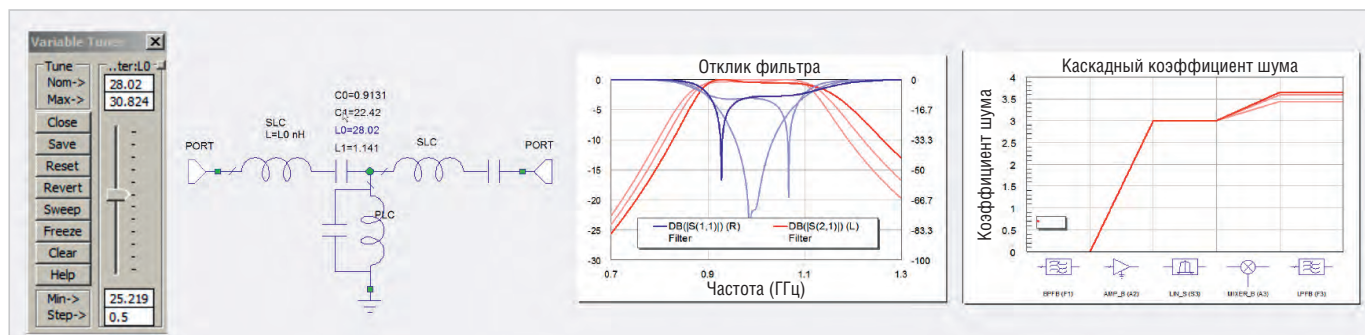


Рис. 5. Поведение отклика фильтра и коэффициента шума при изменении значения индуктивности L_0

заканчиваются в использовании специализированных инструментов для расчёта параметров системы. Именно таким инструментом является модуль проектирования на системном уровне Visual System Simulator™ (VSS), входящий в состав NI AWR Design Environment. Симулятор VSS создавался специально как дополнение к стандартным табличным расчётам, обладающее значительно расширенным набором инструментальных средств для решения таких задач, как каскадный анализ тракта, расчёт спуров и других. Пользователь VSS начинает работу с ввода в табличный интерфейс данных о компонентах, после чего переходит к измерению необходимых каскадных параметров, а также получает автоматически сгенерированную системную диаграмму. Встроенные в VSS поведенческие, схемотехнические и файловые модели компонентов позволяют не только учесть частотные зависимости и эффекты, связанные с коэффициентом стоячей волны по напряжению, но и провести статистический анализ и оптимизацию, что в совокупности обеспечивает значительно более детальное понимание процессов в разрабатываемой системе.

УЧЁТ СПЕКТРАЛЬНОЙ ПЛОТНОСТИ МОЩНОСТИ НА ВХОДЕ СМЕСИТЕЛЯ

В качестве первого примера можно рассмотреть стандартный проект, в котором производится расчёт спектральной плотности мощности на входе смесителя. Как видно из рисунка 1, ВЧ-тракт начинается с источника незатухающих колебаний, за которым следуют усилитель, фильтр, аттенуатор и смеситель. Тракт гетеродина (LO) состоит из источника, аттенуатора, модели кабеля и усилителя. После выполнения моделирования в VSS легко заметить существенную разницу в значении коэффициента шума: он составит 11,45 дБ вместо полученных в таблице 4,64 дБ. В чём причи-

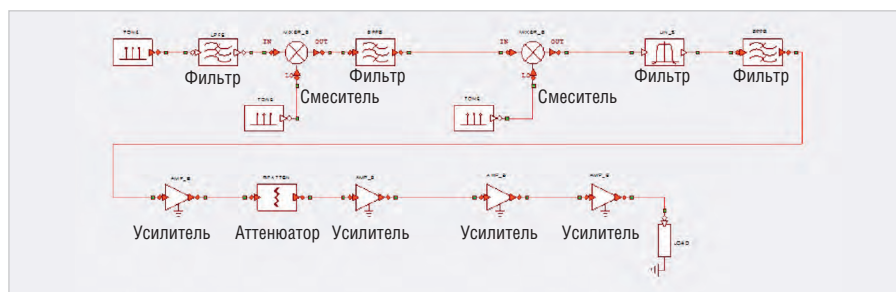


Рис. 6. Схема измерения интермодуляционных искажений 3-го порядка

на такого значительного отклонения в поведении тракта? Математически все расчёты в таблице верны, поэтому коэффициент шума должен составлять 4,6 дБ. Тем не менее моделирование в VSS показывает далёкий от ожидаемого результат. Понять происходящее можно, воспользовавшись мощными возможностями анализа LO-тракта в VSS.

Проанализируем спектральную плотность мощности в тракте опорного генератора (см. рис. 2). На входе смесителя плотность шума повышается до $-138,6$ дБм/Гц по сравнению с -174 дБм/Гц в начале тракта. Очевидно, это вызвано наличием в тракте усилителя. С учётом коэффициента усиления и шума усилителя изменяется и тепловой шум в тракте, что и наблюдается на рисунке 2. В табличных расчётах данные процессы не учитываются, поэтому разработчик, делая всё «по учебнику», оказывается лишённым возможности оценить влияние подобных эффектов на параметры тракта.

Решить обнаруженную проблему можно, поместив фильтр на выходе усилителя. На рисунке 3 показано, что включение фильтра позволяет уменьшить плотность шума на входе LO-смесителя до 174 дБм/Гц, а значение коэффициента шума теперь согласуется с ожидаемым и составляет 4,63 дБ.

УЧЁТ ОТРАЖЕНИЙ

Во втором примере рассмотрим замену поведенческой модели фильтра его схемотехнической реализацией (см. рис. 4),

измерение S-параметров и соответствующий системный анализ. В контексте перехода на схемотехнический уровень представляет интерес, как будут влиять конкретные параметры компонентов на характеристики системы – например, как изменится коэффициент шума при подстройке значения одной из индуктивностей фильтра. Регулируя значение индуктивности L_0 на схеме фильтра, можно обнаружить не только изменение коэффициентов отражения S_{11} и пропускания S_{21} , но и одновременно с этим изменение коэффициента шума в исследуемой системе (см. рис. 5).

В приведённых выше примерах показано, как с помощью VSS можно преодолеть функциональную ограниченность расчётных таблиц. Так, анализ спектральной плотности мощности позволил обнаружить увеличение коэффициента шума на усилителе тракта опорного генератора. Выполнение совместного моделирования на системном и схемотехническом уровнях даёт возможность наблюдать изменения в коэффициенте шума при вариации значения одной из индуктивностей фильтра.

ИЗМЕРЕНИЯ ПАРАЗИТНЫХ КОМПОНЕНТОВ

В третьем, более сложном примере будут произведены измерения интермодуляционных искажений третьего порядка IM3 относительно несущей (см. рис. 6). Параметры системы вводятся в таблицу, после чего выпол-

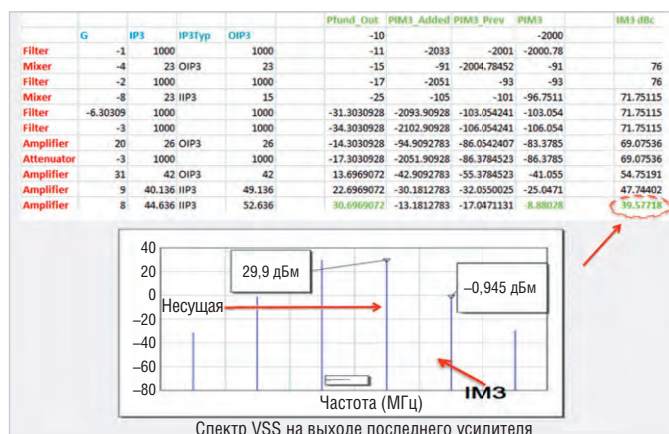


Рис. 7. Сравнение табличного расчёта IM3 и результатов, полученных в VSS

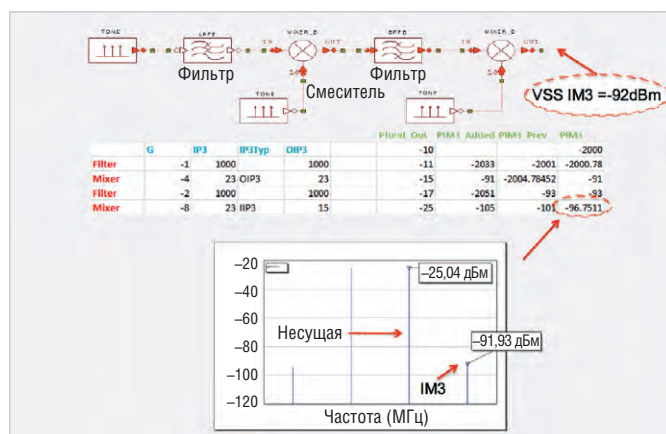


Рис. 8. IM3, измеренная на выходе второго смесителя, в сравнении с табличным расчётом

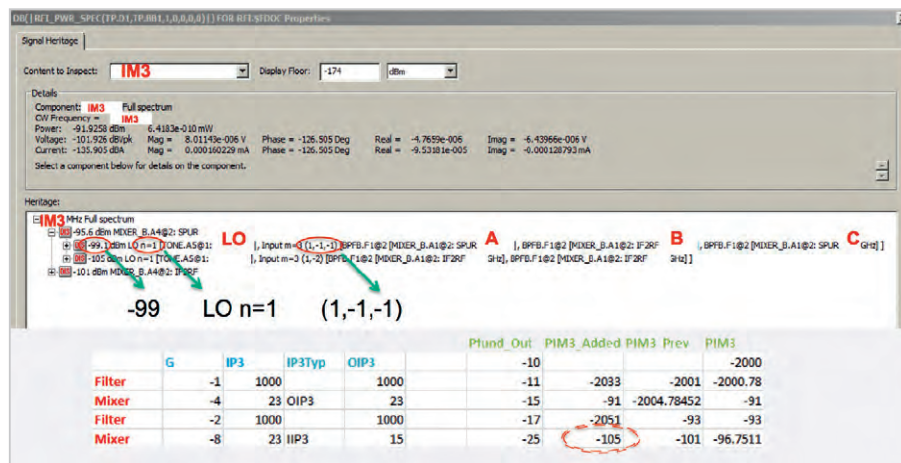


Рис. 9. Анализ паразитного сигнала в модуле RFI в сравнении с табличными расчётами

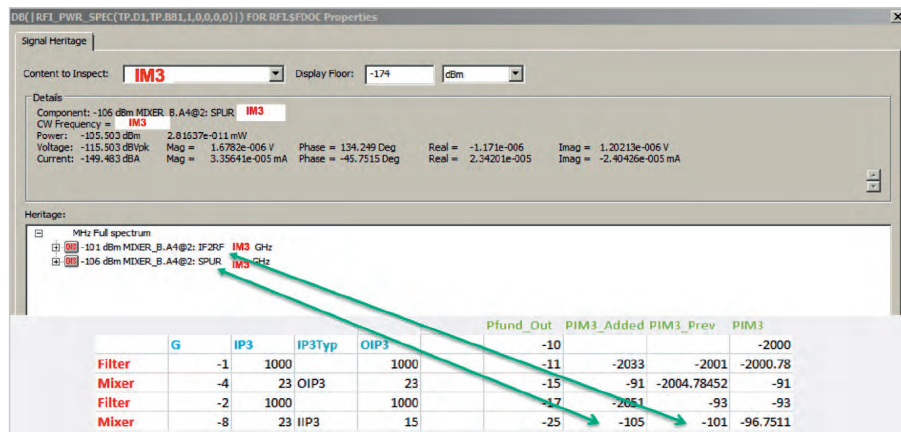


Рис. 11. Добавление фильтра в RFI для подавления нежелательных тонов

няется построение системы в VSS при помощи модуля каскадного анализа RF Budget (см. рис. 7). Как и в предыдущих примерах, результаты, полученные в VSS, отличаются от табличных. Расчёт в табличном процессоре показал 39,577 дБм, в то время как в VSS получено значение 30,845 дБм.

Рассмотрим результаты подробнее. Интермодуляционная составляющая третьего порядка, измеренная на выходе второго смесителя, сравнивается с

рассчитанной в таблице (см. рис. 8). В VSS она оказывается равной -92 дБм. В табличных расчётах измеряется только отношение данного тона к интермодуляционной составляющей третьего порядка, в результате чего получается величина -97 дБм. Данное значение высчитывается путём сложения по напряжению предыдущего значения -101 дБм и добавочного -105 дБм. Тем не менее результат расчётов в VSS составляет -92 дБм.

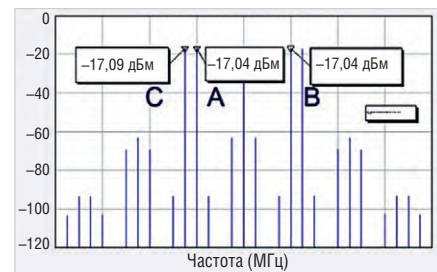


Рис. 10. Тоны С, А, В на выходе фильтра после 1-го смесителя в RFI

В VSS встроен инструмент анализа паразитных компонентов RF Inspector, позволяющий оценить влияние элементов тракта на параметры возникающего спура. Как видно из рисунка 9, в тракте наблюдается повышение величины интермодуляционных искажений третьего порядка. Стоит обратить внимание, что значения частот на рисунке не указаны, но представлена комбинация тонов А, В и С с индексом 1 на первом гетеродине. Анализ показывает, что комбинация А-В-С+ЛО второго смесителя превращает -105 дБм в -99 дБм, то есть в тракте что-то накладывается на искажения третьего порядка. Сложенные по напряжению -95,5 дБм и -101 дБм дают -92 дБм. Так что же попадает в смеситель и изменяет искажения 3-го порядка? Моделирование в RF Inspector указывает на то, что причиной является комбинация тонов С, А и В с тоном гетеродина (см. рис. 10). Как устранить эту комбинацию и её влияние?

Математический подход с использованием табличных процессоров разработчику не поможет, однако инструмент анализа спуров VSS способен предложить возможное решение. Например, поместить фильтр (см. рис. 11) для удаления нежелательных тонов. Сигнал гетеродина отфильтровать нельзя, но как только один из

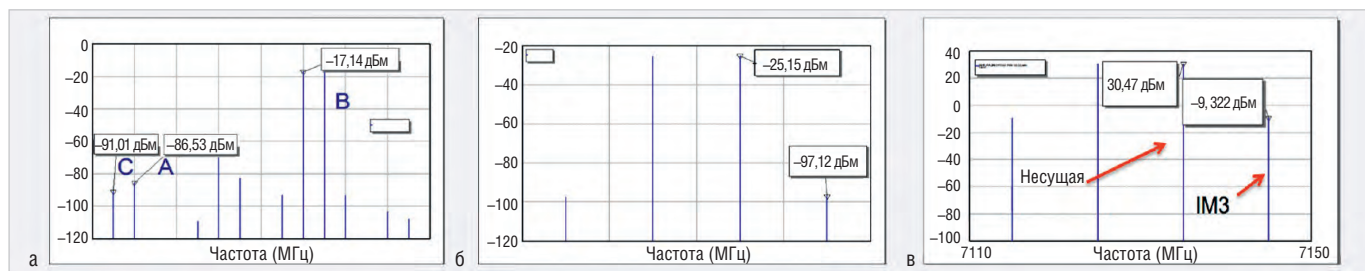


Рис. 12. Спектры сигналов: а) после дополнительного фильтра; б) на выходе второго смесителя; в) итоговый результат

других тонов снимается фильтром, расчёт в программе начинает совпадать с таблицей: -101 дБм от предыдущего элемента и -106 дБм на выходе. При желании можно продолжить исследования и выяснить, что является причиной разницы между ожидаемыми -105 дБм и полученными -106 дБм.

Таким образом, применение VSS помогло выявить проблему и найти подходящее решение (см. рис. 12). После установ-

ки дополнительного фильтра результаты табличных расчётов ($39,577$ дБм) и моделирования ($30,47 - (-9,32) = 39,79$ дБм) хорошо согласуются между собой.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Использование современных программных средств для моделирования характеристик систем является гораздо более эффективным методом, чем табличные расчёты. Программное обе-

спечение Visual System Simulator предлагает обширную библиотеку моделей и предоставляет возможности учёта реальных эффектов в расчётах, оптимизации, статистического анализа и подробного анализа паразитных компонентов. Такие инструменты, как VSS, позволяют специалистам получать более точные результаты на стадии разработки и определять требования к компонентам проектируемых систем.



НОВОСТИ МИРА

Площадка тестирования 5G

Проводить испытания устройств и решений для сетей 5G теперь можно в центре «Сколково»: там открылась опытная

зона фрагмента сети стандарта 5G/IMT 2020. В проекте участвуют фонд «Сколково», «Ростелеком», а также Nokia и «МегаФон». Чтобы протестировать 5G-оборудование и решения

на площадке опытной зоны, заинтересованные компании должны направить организаторам заявку на проведение испытаний.

Новости Интернета вещей

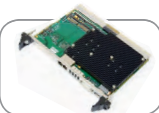


Российская электроника
для ответственных
применений

CompactPCI 2.0, 2.16, 2.30, Serial






CPC503


CPC508


CPC510


CPC512



ОФИЦИАЛЬНЫЙ ДИСТРИБЬЮТОР

(495) 234-0636
INFO@PROSOFT.RU

WWW.PROSOFT.RU



Аналого-цифровые преобразователи с понижением частоты

Часть 1

Виктор Алексеев (victor.alexeev@gmail.com)

В современных методах оцифровки и обработки сигналов широко применяются технологии с понижением частоты. В первой части статьи рассматриваются принципы работы цифровых преобразователей с понижением частоты. Особое внимание уделяется проблеме спектральных наложений (алиасинга).

В различного рода радиоэлектронных устройствах широко используется метод понижения частоты до промежуточной с дальнейшей цифровой обработкой сигнала. Очевидно, что, чем выше частота дискретизации, тем лучше можно преобразовать аналоговый сигнал в цифровой в передатчике и тем точнее восстановить этот сигнал в приёмнике. В связи с этим в настоящее время в телекоммуникационных, аэрокосмических, медицинских и других приложениях наблюдается общая тенденция к смещению рабочего частотного спектра в микроволновую область.

Известно, что одним из возможных вариантов уменьшения искажений при цифровой обработке аналоговых сигналов является наращивание количества понижающих преобразова-

телей (см. рис. 1). В этой традиционной схеме предварительная селекция сигнала осуществляется полосовым фильтром. Смеситель преобразует частоту полезного сигнала в промежуточную (ПЧ), затем в низкочастотной области спектра сигнал оцифровывается с помощью стандартного аналого-цифрового преобразователя (АЦП).

Более эффективными методами при решении подобных задач являются технологии SDR (Software Define Radio – радио с цифровой обработкой), среди которых особое место занимают методы прямой оцифровки сигнала. В приёмнике SDR аналоговый сигнал, принятый антенной, преобразуется в цифровой. Устройства, выполняющие эту функцию, называются цифровыми преобразователями с понижением частоты (ЦППЧ), или DDC (Digital Down Converter). В передатчике SDR цифровой сигнал трансформируется в аналоговый и передаётся через антенну в эфир. При этом используется метод оцифровки с повышением частоты (DUC – Digital Up Conversion), благодаря которому цифровой широкополосный сигнал преобразуется в цифровой сигнал промежуточной частоты. Более подробно вопросы цифровой обработки сигналов рассмотрены в [1].

В теории оцифровки сигналов широко применяются методы, в которых вещественный аналоговый сигнал раздельно обрабатывается в виде пары взаимно ортогональных сигналов: действительной части (I , Re – синфазный канал) и мнимой части (Im , Q – квадратурный канал). При этом вещественный аналоговый сигнал S можно преобразовать в комплексный и представить его в виде действительной (Re) и мнимой (Im) частей: $S(t) = I + iIm = Re + iQ$, где i – мнимая единица. В данной статье такие термины как, например, «комплексный сигнал», «мнимая часть», «вещественная часть» будут употребляться именно в том смысле, в котором они используются в классической математике и в теории цифровой обработки сигналов.

Упрощённая структурная схема приёмника аналогового сигнала с АЦП, построенного на основе ЦППЧ, показана на рисунке 2. В технологии оцифровки сигнала с понижением частоты входной аналоговый сигнал раздельно обрабатывается в двух каналах в виде ортогональных вещественных сигналов. Часто такую обработку называют квадратурной. В качестве основных достоинств данного метода можно выделить отсутствие паразитных частот при спектральных преобразованиях и простоту процессов модуляции и демодуляции.

В ЦППЧ-преобразователях практически мгновенно оцифровывается весь спектр сигналов от 0 Гц до верхней границы. При использовании такой схемы отпадает необходимость в применении дополнительных аналоговых устройств для дальнейшей обработки сигнала. Оцифрованный сигнал посту-

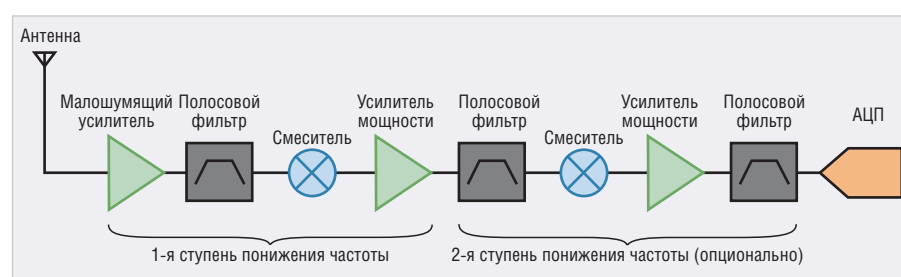


Рис. 1. Классическая схема приёмника аналогового сигнала с понижением частоты

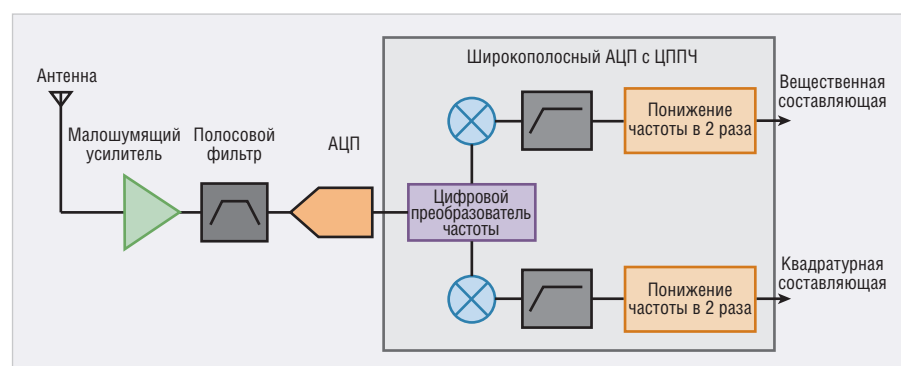


Рис. 2. Структурная схема приёмника аналогового сигнала с АЦП на основе ЦППЧ

пает непосредственно в процессорный блок. Современные АЦП могут работать в диапазоне до нескольких гигагерц, поэтому для большинства приложений вполне достаточно одноступенчатой схемы ЦППЧ-преобразователя.

Технология ЦППЧ предоставляет возможность фильтрации с использованием метода децимации, с помощью которого из спектра удаляется часть лишних отсчётов дискретного сигнала. За счёт этого можно значительно сузить полосу и упростить обработку сигнала. Следует обратить внимание на то, что процедура децимации первоначально включает в себя согласование дискретизации в соответствии с теоремой Котельникова (точное восстановление сигнала возможно только в том случае, если частота дискретизации выше, чем удвоенная максимальная частота в его спектре). На следующем этапе осуществляется фильтрация частот, превышающих новую частоту Найквиста, равную половине частоты дискретизации. Указанные процессы помогают существенно расширить динамический диапазон и улучшить соотношение сигнал/шум. Дополнительную информацию по этим вопросам можно найти в [2, 3].

Принципы работы ЦППЧ-преобразователей в микросхемах АЦП AD9680-500

В данной статье рассмотрены особенности работы цифровых преобразователей с понижением частоты в микросхемах АЦП AD9680-500. Аналогичные по принципу работы и структурной схеме ЦППЧ реализованы и в других АЦП производства Analog Devices, например AD9690, AD9691, AD9684.

Из теории аналого-цифровой обработки сигналов известно, что частоты входных сигналов выше и ниже частот Найквиста могут вызывать ложные выбросы. АЦП воспринимает такие выбросы как частоты входного аналогового сигнала и неправильно их обрабатывает. В результате могут возникнуть серьёзные ошибки при приёме сигнала и обратном преобразовании с помощью ЦАП. Таким образом, проблемы ложных выбросов крайне важны, и их обязательно необходимо учитывать при разработке точной широкополосной аппаратуры.

Рассмотрим работу ЦППЧ для двухканального 14-разрядного АЦП AD9680-500. Быстродействие данного АЦП составляет 1 Мвыб/с. Он

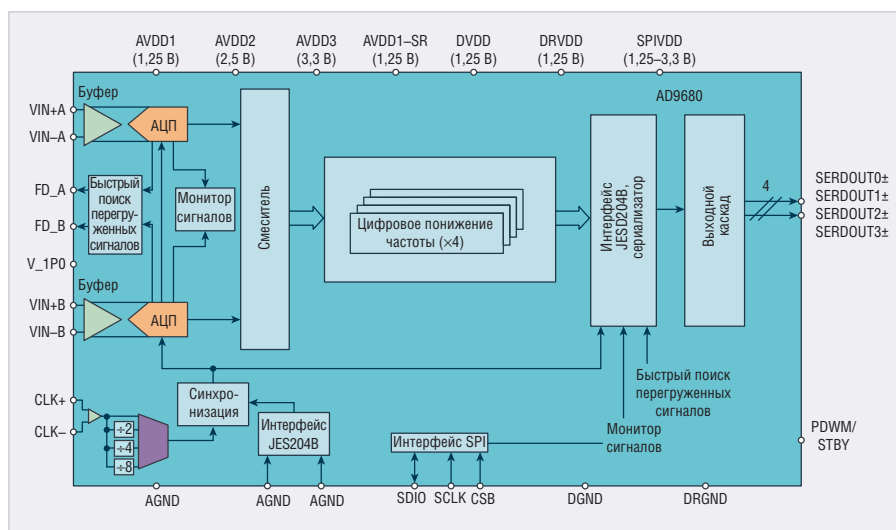


Рис. 3. Структурная схема АЦП AD9680

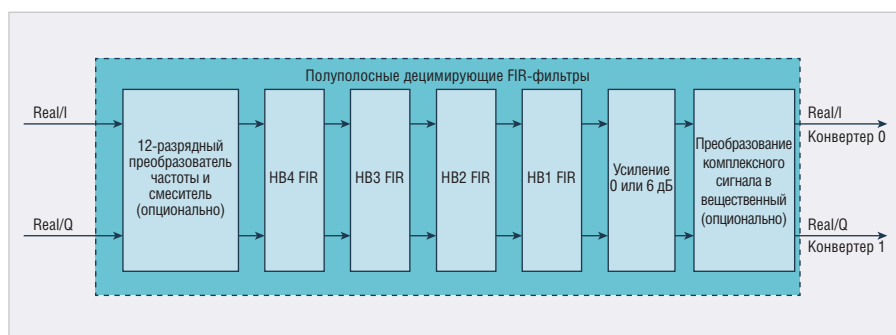


Рис. 4. Структурная схема блока цифровой обработки сигналов АЦП AD9680

предназначен для оцифровки широкополосных аналоговых сигналов на частотах до 2 ГГц и оптимизирован для поддержания широкой полосы входного каскада при высокой частоте дискретизации. Структурная схема блока сигнального процессора ЦППЧ АЦП AD9680 приведена на рисунке 3. Сигнальный процессор AD9680 состоит из следующих основных блоков: широкополосный аналоговый входной каскад, интегрированный источник опорного напряжения, ЦППЧ-преобразователь, выходные каскады, схемы синхронизации. Входы аналоговых сигналов и тактовой синхронизации выполнены по дифференциальной схеме. Выход каждого из двух каналов АЦП подключён к своему ЦППЧ-преобразователю.

Структурная схема блока цифровой обработки сигналов АЦП AD9680 приведена на рисунке 4. Каждый ЦППЧ-преобразователь состоит из четырёх последовательно соединённых каскадов обработки сигнала, включающих в себя 12-разрядный преобразователь частоты (генератор с цифровым программным управлением) и четыре полуполосных децимирующих фильтра.

Преобразователь частоты сдвигает спектр влево, затем проводится процесс децимации с помощью FIR-фильтров, после чего реализуются процедуры усиления и преобразования комплексного сигнала в действительную форму.

Анализ эффектов спектральных наложений выходных спектров АЦП с помощью программы Frequency Folding Tool

Свободно распространяемая программа Frequency Folding Tool (FFT) входит в комплект средств разработки ADI Data Converter Tools и доступна на сайте Analog Devices [4]. Данное приложение предназначено для исследования эффектов спектральных наложений входного сигнала и его гармоник при оцифровке с помощью АЦП. В русскоязычной технической литературе в качестве перевода термина aliasing часто используется прямая калька с английского – алиасинг.

При работе с программой FFT пользователь может выбрать однотональный входной сигнал или сигналы с модуляцией несущих частот. При этом эффект алиасинга можно наблюдать в десяти зонах Найквиста. Стоит напомнить, что

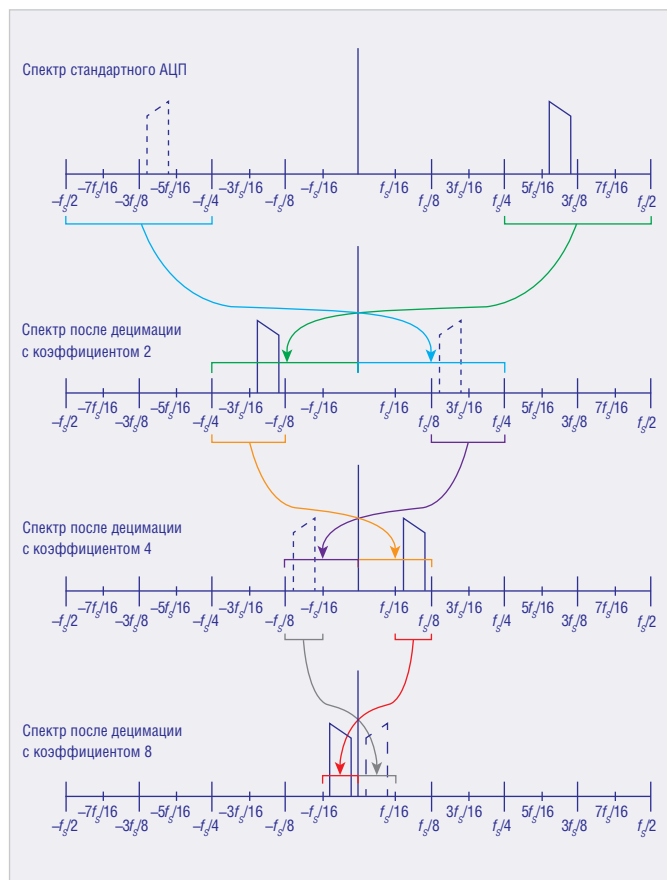


Рис. 5. Обобщённый пример результатов работы элементов АЦП

диапазон от 0 до половины частоты оцифровки – это первая зона Найквиста, от $f_s/2$ до f_s – вторая зона Найквиста и т.д. Данный тип анализа является важным этапом исследования при проектировании устройств с АЦП с встроенным ЦПЧ.

Для начала следует рассмотреть, что происходит со спектром с точки зрения теории (см. рис. 5). Преобразователь частоты и смеситель (поставляется опционально) формируют из вещественного сигнала комплексный дискретный сигнал и линейно сдвигают его спектр по оси частот с таким расчётом, чтобы центральная частота целевой полосы стала нулевой промежуточной частотой. Как только отрицательный сигнал в комплексной области выходит за пределы половины частоты сэмпирования ($f_s/2$), он возвращается назад в первую зону Найквиста. Затем сигнал проходит через первый фильтр децимации НВ1, который имеет коэффициент децимации (DCM), равный 2.

После первого этапа децимации с коэффициентом 2 спектр с диапазоном $f_s/4 \dots f_s/2$ сузился до диапазона $-f_s/4 \dots DC$ (смещение нуля). Аналогичным образом уменьшается отрицательный диапазон: от $-f_s/2 \dots -f_s/4$ до $DC \dots f_s/4$. Затем

сигнал проходит через второй фильтр НВ2, который также имеет коэффициент децимации 2. На данном этапе спектр в диапазоне $f_s/8 \dots f_s/4$ трансформируется в диапазон $-f_s/8 \dots DC$. Соответственно, диапазон $-f_s/4 \dots -f_s/8$ преобразуется в $DC \dots f_s/8$.

На рисунке 6 показаны результаты моделирования этапов прохождения сигнала через модуль обработки блока ЦПЧ. В данном примере использованы следующие параметры:

- скорость сэмпирования на входе – 491,52 Мвыб/с;
- частота входного аналогового сигнала – 150,1 МГц;
- коэффициент децимации DCM – 4;
- частота настройки преобразователя частоты – 155 МГц.

Фактическая частота из-за собственного разрешения генератора составляет 154,94 МГц ($150 + 4,94 = 154,94$ МГц). В результате получается частота дискретизации, равная 122,88 Мвыб/с. Стоит отметить, что в АЦП прямого преобразования численные значения частоты сэмпирования и тактовой частоты совпадают.

В данном примере рассматривается вариант АЦП с комплексным выходным сигналом. На рисунке 6 можно выделить следующие этапы отклика:

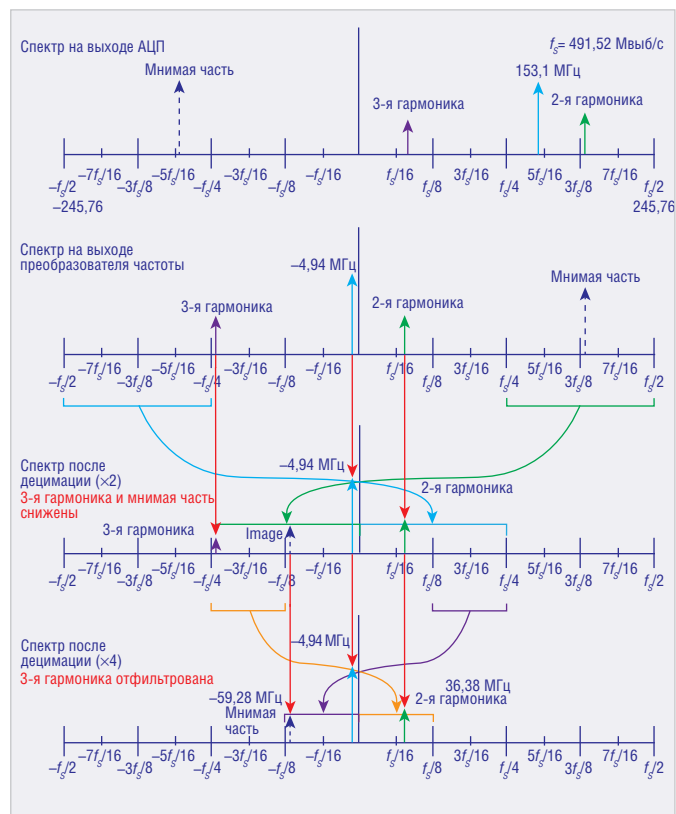


Рис. 6. Преобразование спектра после прохождения через цифровой преобразователь частоты и фильтры децимации с учётом мнимой части сигнала

- смещение спектра на выходе преобразователя частоты:
 - основная частота перемещена со 150,1 МГц на -4,94 МГц;
 - мнимая часть основной частоты сдвинута со -150,1 МГц до 186,48 МГц;
 - вторая гармоника сдвинута со 191,32 МГц до 36,38 МГц;
 - третья гармоника сдвинута с 41,22 МГц до -113,72 МГц;
- спектр после децимации с коэффициентом 2:
 - основная частота остаётся равной -4,94 МГц;
 - мнимая часть базовой частоты сдвигается до -59,28 МГц и ослабляется фильтром децимации НВ1;
 - вторая гармоника остаётся на частоте 36,38 МГц;
 - третья гармоника ослабляется фильтром децимации НВ1;
- спектр после децимации с коэффициентом 4:
 - основная частота остаётся равной -4,94 МГц;
 - мнимая часть основной частоты остаётся равной -59,28 МГц и ослабляется фильтром децимации НВ2;
 - вторая гармоника остаётся на частоте -36,38 МГц и ослабляется фильтром децимации НВ2;

- третья гармоника фильтруется и практически полностью удаляется фильтром децимации HB2.

ЭФФЕКТЫ НАЛОЖЕНИЯ В ВЫХОДНЫХ СПЕКТРАХ АЦП AD9680-500

В качестве первого примера в настройках FFT были выбраны следующие параметры работы АЦП AD9680-500:

- частота тактовой синхронизации – 368,64 МГц;
- частота входного аналогового сигнала – 270 МГц;
- коэффициент децимации DCM для полуполосного фильтра с конечной импульсной характеристикой – 2;
- частота настройки преобразователя частоты – 98 МГц;
- коэффициент усиления – 0 дБ.

Стоит напомнить, что в АЦП входные аналоговые сигналы – это всегда вещественные функции времени $S(t)$. При оцифровке в ЦППЧ эти сигналы обрабатываются квадратурным методом, в результате чего на выходе АЦП будет получен комплексный сигнал, содержащий вещественную и мнимую части. Процесс цифровой конверсии «вниз» включает в себя три этапа:

1. Квадратурное преобразование спектра исходного сигнала в нулевую промежуточную частоту.
2. Ограничение полосы.
3. Децимация.

На рисунке 7 показано окно программы FFT с сигналами на выходе ядра АЦП AD9680 до обработки ЦППЧ-преобразователем [5]. При тактовой частоте 368,64 МГц и частоте входного аналогового сигнала 270 МГц спектральные наложения будут возникать в первой зоне Найквиста на следующих частотах: 98,64 МГц (первая гармоника), 171,36 МГц (вторая гармоника) и –72,72 МГц (третья гармоника комплексного сигнала).

Следует пояснить, что когда речь идёт о квадратурном преобразовании и комплексном сигнале, на выходе будет наблюдаться комплексная огибающая и спектр будет расположен по обе стороны от нулевой частоты.

В общем случае вектор комплексного числа повернут относительно реальной оси на некоторый угол, называемый фазой. Если угол поворота вектора на комплексной плоскости отсчитывать против часовой стрелки, то фаза будет положительной, а если по часовой – фаза будет отрицательной. В дан-

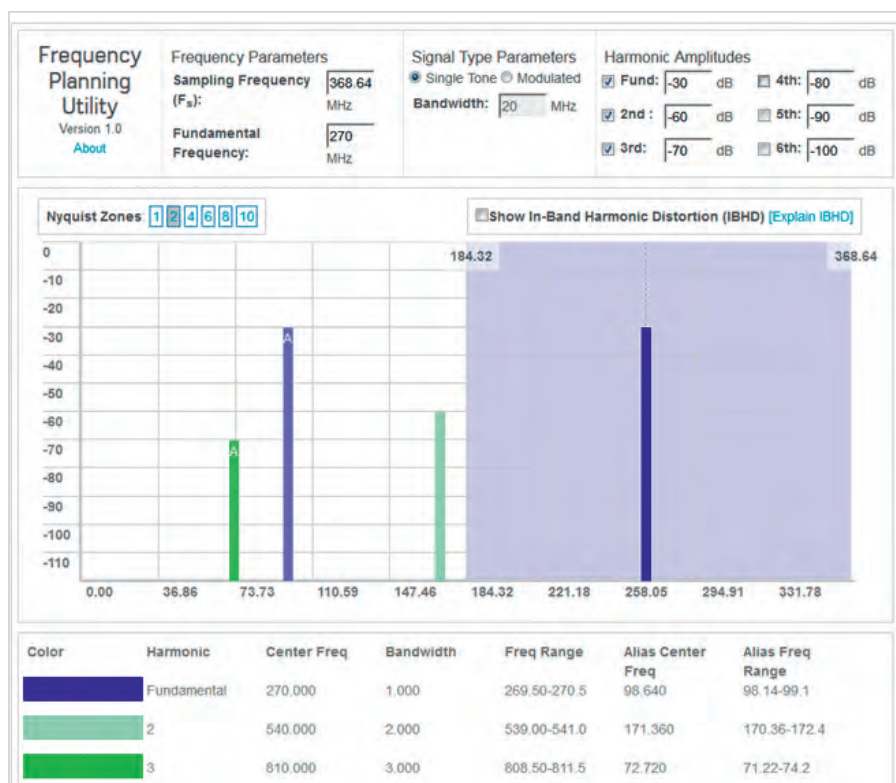


Рис. 7. Окно программы FFT с сигналами на выходе ядра АЦП AD9680 до обработки ЦППЧ-преобразователем

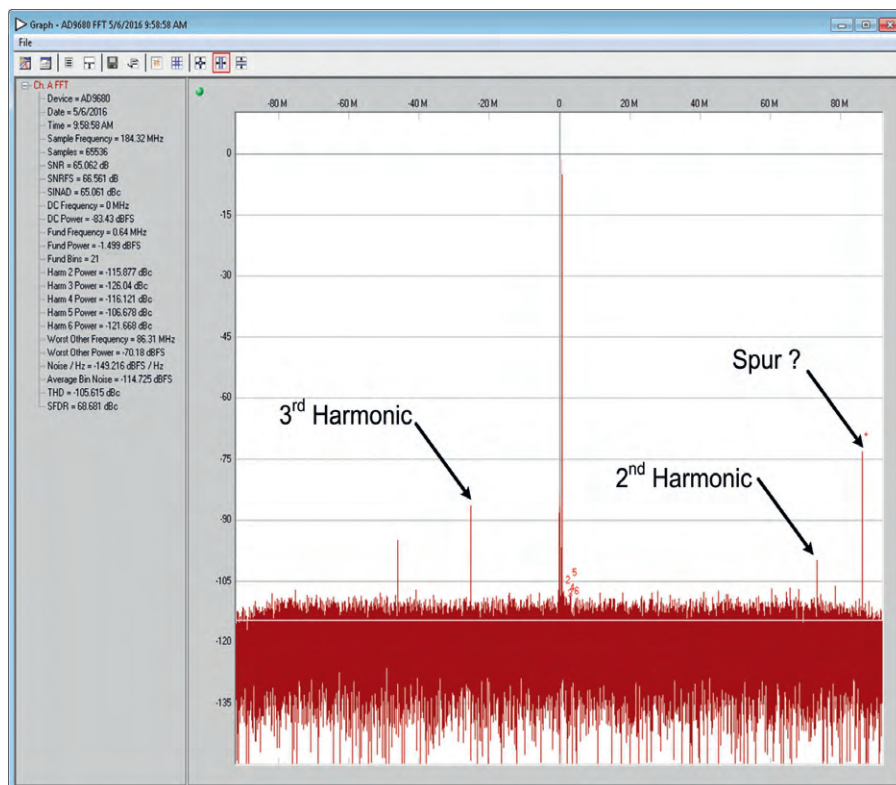


Рис. 8. Комплексный выходной сигнал после обработки ЦППЧ-преобразователем, полученный с помощью ПО VisualAnalog™

ном случае, если мнимая часть отстаёт по времени от действительной части, то эта частота будет положительной. В случае когда мнимая часть опережает по времени действительную часть, частота будет отрицательной.

Цифровой преобразователь частоты, настроенный на частоту 98 МГц, сдвигает спектр влево. Таким образом, входной аналоговый сигнал смещается с 98,64 МГц до 0,64 МГц. Вторая гармоника смещена до частоты 73,36 МГц.

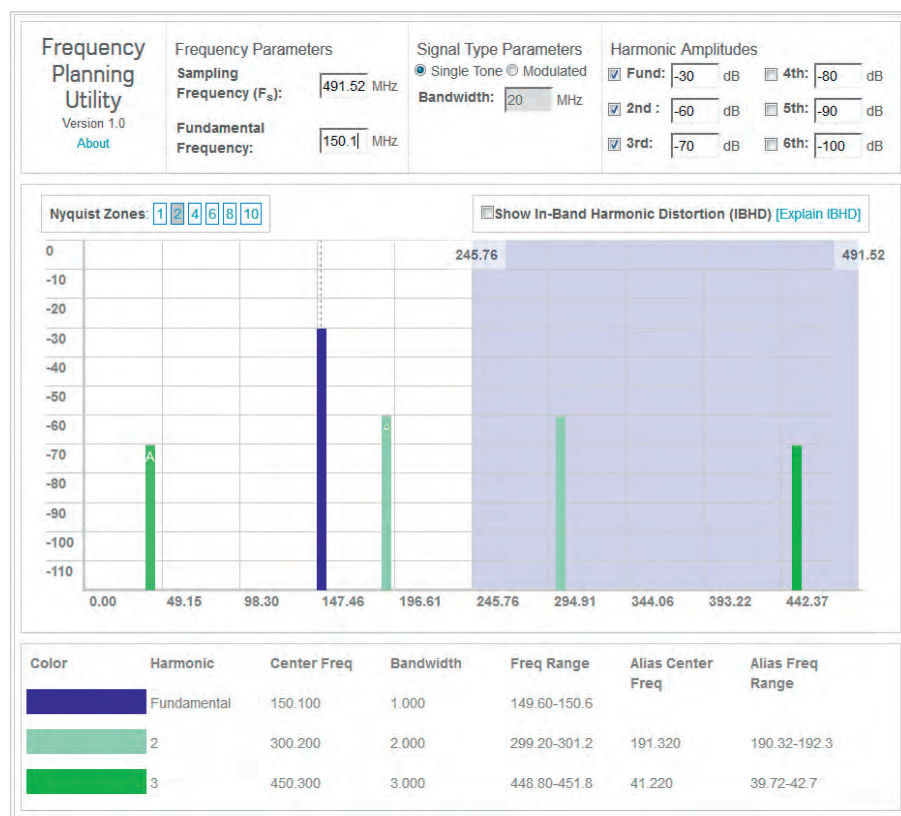


Рис. 9. Комплексный выходной сигнал АЦП AD9680, полученный с помощью FFT

Комплексный сигнал на выходе показывает, что третья гармоника снижена до -25,28 МГц.

На рисунке 8 показан комплексный выходной сигнал после обработки ЦППЧ-преобразователем, полученный с помощью программы VisualAnalog™, которая также входит в состав ADI Data Converter Tools и сочетает в себе мощный набор инструментов для моделирования и анализа работы быстродействующих АЦП. Данное программное обеспечение оснащено удобным инструментом ADCAnalyzer, который моделирует производительность ADC с различными входными частотами и частотами выборки. В примере, показанном на рисунке 8, заданная частота генератора составляет 98 МГц, а коэффициент децимации – 2.

Как видно из рисунка 8, на частоте 86,32 МГц присутствует алиасинг, обнаруженный с помощью FFT. Заранее определить эту частоту на основании теоретических расчётов не представляется возможным. Возникает вопрос: какое устройство ответственно за эту частоту – ЦППЧ или ядро АЦП? Необходимо подчеркнуть, что FFT и VisualAnalog™ не учитывают смещение нуля АЦП. Отладчик FFT предполагает, что он имеет дело с идеальным АЦП. Цифровой преобразователь частоты не является «умным» устрой-

ством, он просто сдвигает спектр входного сигнала относительно заданной ему пользователем частоты (в данном примере – 98 МГц). Все рассуждения, приведённые выше, были справедливы для идеального АЦП. В реальном случае у любого АЦП существует небольшое постоянное напряжение на выходе при нулевом входном сигнале, обусловленное «неидеальностью» входящих в его состав электронных компонентов. Этот эффект, называемый смещением нуля АЦП, соответствует в рассматриваемом примере частоте входного аналогового сигнала, равной 0 Гц. Именно эту частоту преобразователь сдвинул в отрицательную область до -98 МГц.

Благодаря наличию комплексной составляющей сигнала и децимации с коэффициентом 2 нулевая частота, соответствующая напряжению смещения, сдвинута в первую зону Найквиста в реальной частотной области. Если обратить внимание на преобразованный в комплексную форму входной сигнал, то можно заметить, что его основной тон сдвигается во вторую зону Найквиста на отрицательной частоте, однако затем он возвращается в реальную область спектра в первой зоне Найквиста.

В данном случае при коэффициенте децимации 2 частота

дискретизации будет составлять $368,64/2=184,32$ МГц. Половина этого значения определяет частоту Найквиста 92,16 МГц. Разница между частотой Найквиста и частотой, на которую NCO сдвинул нулевую частоту, соответствующую смещению нуля АЦП, составляет $98-92,16=5,84$ МГц. Таким образом, в реальной области спектра в первой зоне Найквиста можно наблюдать алиасинг на частоте $92,16-5,84=86,32$ МГц. Приведённый пример показывает, насколько тщательно необходимо анализировать возможные конфликтные наложения частот при особо точных процессах оцифровки аналоговых сигналов.

Можно рассмотреть работу AD9680 и на примере других параметров ЦППЧ-преобразователя:

- частота тактовой синхронизации – 491,52 МГц;
- частота входного аналогового сигнала – 150,1 МГц;
- коэффициент децимации для полуполосного фильтра с конечной импульсной характеристикой – 4;
- частота преобразователя частоты – 155 МГц;
- коэффициент усиления – 6 дБ.

Пусть, как и в первом примере, сигнал проходит через цифровой преобразователь частоты, фильтры НВ FIR и усилитель. Сигнал на выходе АЦП для этого случая показан на рисунке 9 [5]. Для указанных выше параметров входной сигнал будет перемещён в первую зону Найквиста. Вторая гармоника частоты 300,2 МГц будет иметь алиасинг в первой зоне Найквиста на частоте 191,32 МГц. Для третьей гармоники 450,3 МГц эффект конфликтных наложений будет иметь место в первой зоне Найквиста на частоте 41,22 МГц.

Во второй части статьи речь пойдёт о прохождении сигнала через FIR-фильтры при различных коэффициентах децимации и использовании отладочных средств Virtual Eval для моделирования характеристик АЦП.

ЛИТЕРАТУРА

1. Zou A. Digital Signal Processing in IF/RF Data Converters: www.analog.com
2. Jayamohan U. Not Your Grandfather's ADC: RF Sampling ADCs Offer Advantages in Systems Design: www.analog.com
3. Gigasample ADCs Promise Direct RF Conversion: www.electronicdesign.com
4. Frequency Folding Tool: www.analog.com
5. Harris J. What's Up With Digital Downconverters. Part 1: www.analog.com

НОВОСТИ МИРА

В России за 2017 год количество заявок на патенты изобретений упало до уровня 2006 года

В 2017 году количество патентных заявок на изобретения снизилось по сравнению с 2016 годом на 12,3% до 36 454 шт., следует из данных Роспатента. Количество заявок на патенты в прошлом году упало практически до уровня 2006 года.

Российские юридические и физические лица в 2017 году подали 22 777 заявки, что на 15% меньше, чем в 2016 году. Причины: сокращение финансирования НИОКР и снижение патентной активности российских научно-исследовательских институтов и высших учебных заведений.

По количеству патентуемых изобретений лидируют Центральный федеральный округ (50,62% от общего количества поданных заявок от российских заявителей), Приволжье (15,80%) и Северо-Западный федеральный округ с долей 9,47%. Наиболее активные регионы: Москва (5547 заявок), Московская область (3126), Санкт-Петербург (1631), республика Татарстан (688), Ивановская область (649). Наименьшее коли-

чество заявок поступило из Сахалинской области (2), республики Адыгея (5), республик Алтай и Ингушетия (по 6).

Спад в этой области наблюдается и у иностранных компаний: они подали в России на 7,5% меньше заявок, чем годом ранее, — 13 677 шт. Доля иностранных заявителей в общем объеме заявок упала с 40% в 2014 году до 37% в 2017-м. Активнее всего обращались в Роспатент компании из США (3925 заявок), Германии (1536), Японии (1453), Китая (917) и Франции (887). При этом количество заявок по сравнению с прошлым годом уменьшилось у США на 9%, у Германии — на 11%, у Китая — на 22%.

В прошлом году большинство заявок на патенты — 20,85% — поступило в категорию «Удовлетворение жизненных потребностей» (медицина, сельское хозяйство, пищевое производство, одежда, мебель и т.п.). На втором месте находится категория «Технологические процессы и транспорт» (16,05%), следом идет «Химия и металлургия» (14,67%).

При этом количество договоров о предоставлении права использования лицензий выросло с 1119 в 2016 году до 1409 в 2017 году.

Продолжается снижение заявок и на регистрацию полезных моделей. Количество заявок в этой категории уменьшилось на 4,22% до 10643 шт., из них российских — 10 152 (–4,61%), иностранных — 491 (+4,69%). Количество заявок на регистрацию программы ЭВМ уменьшилось на 5,05% до 14 092 шт. Снижение произошло за счет российских заявителей (13 977 заявок, –5,2% по сравнению с прошлым годом), количество иностранных заявок немного подросло (95, +2,1%).

На государственную регистрацию товарных знаков подано 73 510 заявок (+13,5% по сравнению с 2016 годом), из них 46 600 — российскими заявителями и 26 910 — иностранными. Остальные — международные знаки с испрашиванием охраны в России.

На регистрацию промышленных образцов поступило 6487 заявки, что на 18,7% больше, чем в 2016 году. Резиденты иностранных государств подали 3224 заявки (+5%), российские — 3263 (+36%). Первое место заняла Липецкая область с 1081 заявкой. Следом идут Москва (368), Санкт-Петербург (256), Ростовская (146) и Самарская (104) области.

Пресс-служба «ЕДРИД»

ОТКРЫТОЕ АКЦИОНЕРНОЕ ОБЩЕСТВО

ЭЛЕКОНД





КОНДЕНСАТОРЫ

разработка и производство



оксидно-электролитические алюминиевые
 K50-15, K50-17, K50-27, K50-37, K50-68, K50-74,
 K50-76, K50-77, K50-80, K50-81, K50-83, K50-84,
 K50-85, K50-86, K50-87, K50-88, K50-89, K50-90,
 K50-91, K50-92, K50-93, K50-94, K50-95

объемно-пористые танталовые
 K52-1, K52-1М, K52-1БМ, K52-1Б, K52-9, K52-11,
 K52-17, K52-18, K52-19, K52-20, K52-21, K52-24

оксидно-полупроводниковые танталовые
 K53-1А, K53-7, K53-65(чип), K53-66, K53-68(чип),
 K53-71(чип), K53-72(чип), K53-74(чип), K53-77(чип)

оксидно-полупроводниковые ниобиевые
 K53-4, K53-52, K53-60

ионисторы (суперконденсаторы)
 K58-20, K58-21, K58-26

**накопители электрической энергии
на основе модульной сборки суперконденсаторов**

Россия, 427968, Удмуртская Республика,
г. Сарапул, ул. Калинина, 3
Тел.: (34147) 2-99-53, 2-99-89, 2-99-77
Факс: (34147) 4-32-48, 4-27-53
e-mail: elecond-market@elcudm.ru
<http://www.elecond.ru>

Реклама

Система менеджмента качества сертифицирована на соответствие требованиям ГОСТ Р ИСО 9001-2015

interlight

MOSCOW

powered by light + building

Международная выставка декоративного
и технического освещения, электротехники
и автоматизации зданий

6–9 ноября 2018

ЦВК «Экспоцентр»
Москва



Компоненты | **NEW!**



Декоративное
освещение



Техническое
освещение



LED-технологии



Интегрированные
системы безопасности | **NEW!**



Электрические
лампы



Электротехника



Автоматизация зданий /
Умный дом



messe frankfurt

www.interlight-moscow.ru



Выставка

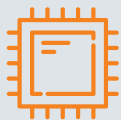
ЭЛЕКТРОНИКА
Урал

IV МЕЖДУНАРОДНАЯ
СПЕЦИАЛИЗИРОВАННАЯ
ВЫСТАВКА

ЭЛЕКТРОНИКА—УРАЛ 2018

27-29 НОЯБРЯ

ЕКАТЕРИНБУРГ, ЦМТЕ



Электронные компоненты
и комплектующие



Источники питания



Программное обеспечение
и услуги



Оборудование и технологии
для производства электроники

ПРОХОДИТ ОДНОВРЕМЕННО С ВЫСТАВКОЙ «ПТА-УРАЛ 2018»

WWW.PTA-EXPO.RU

ЕКАТЕРИНБУРГ



(343) 270-23-76



info@pta-expo.ru

Реклама

ОРГАНИЗАТОР

Экспонироника

МОСКВА



(495) 234-22-10



info@pta-expo.ru

Техническое регулирование гражданского оборота интеллектуальной собственности как фундамент роста инновационной экономики России

Часть 2

Геннадий Фокин (finas@finas.su)

Во второй части статьи предлагаются пути решения проблем в области технического регулирования гражданского оборота интеллектуальной собственности, а также даются рекомендации предприятиям в этой сфере.

РЕШЕНИЯ

В целях повышения эффективности организационно-методического обеспечения гражданского оборота интеллектуальной собственности для создания необходимых условий развития инновационной экономики России представляется целесообразным:

1. Передать секретариат ТК-481 «Интеллектуальная собственность» в ТПП РФ, для чего создать там профильное подразделение и укомплектовать его специалистами по техническому регулированию гражданского оборота интеллектуальной собственности. Состав, формирование и план работы ТК-481 утверждать Советом ТПП РФ по интеллектуальной собственности. Финансирование стандартизации обеспечить за счёт целевого финансирования инновационности экономики России.
2. Обсудить и по рекомендациям Совета ТПП РФ по интеллектуальной собственности внести необходимые изменения в существующие национальные, образовательные, профессиональные стандарты в области гражданского оборота и профессионального менеджмента интеллектуальной собственности (ПМИС).
3. Обеспечить техническое регулирование гражданского оборота интеллектуальной собственности (стандартизацию требований и оценку соответствия установленным требованиям в форме сертификации соответствия) профессиональным сообществом специалистов в предметной области и популяризацию стандартов ПМИС серии «Интеллектуальная собственность и инновации» (адаптировать их как региональные стандарты субъектов Федерации и национальные стандарты РФ).
4. Аккредитовать Совет ТПП РФ по интеллектуальной собственности в ка-

честве коллективного эксперта суда по интеллектуальным правам и привлекать к экспертным заключениям профессиональное сообщество, сформировавшееся в формате систем сертификации РИД и интеллектуальной собственности.

5. Централизованно (например, силами Совета ТПП РФ по интеллектуальной собственности) разработать методические рекомендации хозяйствующим субъектам по вопросам:
 - а) анализа и прогноза экономической эффективности интеллектуальной собственности;
 - б) оптимизации состава и учётной стоимости нематериальных активов по критериям их экономической эффективности;
 - в) формирования и реализации программ инновационного развития интеллектуальных активов, лицензионной политики и практики;
 - г) организации профессионального менеджмента интеллектуальной собственности должностными лицами и привлечёнными специалистами;
 - д) страхования рисков нарушения и утраты интеллектуальных прав.
6. На базе ТПП РФ создать систему формирования и аккредитации региональных профильных центров компетенций профессионального менеджмента интеллектуальной собственности для оказания необходимой организационно-методической помощи хозяйствующим субъектам и инвесторам инноваций (при этом придерживаться приоритета авторского права над патентным правом) и поручить Совету ТПП РФ по интеллектуальной собственности организацию работы по совершенствованию профессиональных практик управления рисками гражданско-

го оборота интеллектуальной собственности.

7. Организовать в базовых образовательных организациях обучение и профессиональную аттестацию специалистов по техническому регулированию гражданского оборота и профессиональному менеджменту интеллектуальной собственности, а также экспертов-аудиторов по оценке соответствия РИД, РНТД, технологий и нематериальных активов условиям охраны авторским и/или патентным правом.
8. Создать на базе Минэкономразвития РФ (с секретариатом на базе РАНХиГС) национальный технический комитет по стандартизации «Единые технологии» и уполномочить его на стандартизацию и паспортизацию единых технологий России. При этом обозначить функцию, задачи и приоритеты фонда «Сколково» как биржи единых технологий России для международных высокотехнологичных рынков.
9. Создать в международной организации по стандартизации ИСО технический комитет по стандартизации «Профессиональный менеджмент интеллектуальной собственности» с закреплением его секретариата за Россией и разработкой международных стандартов профессионального менеджмента интеллектуальной собственности как составного компонента менеджмента качества производства продукции, услуг и систем менеджмента качества предприятий.
10. Стимулировать создание профессиональными сообществами и функционирование отраслевых и корпоративных систем технического регулирования (СТР) качества интеллектуальных прав и лицензионных практик (франшиз), позволяющих оформлять технические задания, спецификации и методики, программы для ЭВМ, программные комплексы и базы данных, стандарты на процессы и технологии, стандарты качества и т.д. как интеллектуальную собственность, охра-

няемую авторским правом, и закреплять имущественные права на них необходимыми правоподтверждающими документами с целью оптимизации и повышения эффективности нематериальных активов: обеспечения монополии без нарушений законодательства, профилактики рисков упущенной выгоды, правового нигилизма и административных, налоговых, уголовных правонарушений коммерциализации и гражданского оборота интеллектуальной собственности.

РЕКОМЕНДАЦИИ ПРЕДПРИЯТИЯМ

Система менеджмента качества (СМК), организованная и функционирующая по стандартам ИСО серии 9000, способствует повышению управляемости производства, качества продукции или услуг и инвестиционной привлекательности. Также она должна решать задачи профессионального менеджмента интеллектуальной собственности, под которой понимаются охраняемые законом результаты интеллектуальной деятельности: единые технологии создаются на бюджетные средства – соответственно, национальная стандартизация требований к единым технологиям, являющимся носителями государственной и частной интеллектуальной собственности, по сути, является объективным анализом, прогнозом, планированием и управлением бюджетными финансовыми потоками на формирование и совершенствование инновационной экономики России; при этом целесообразно параллельно рассмотреть необходимость национальной стандартизации финансовых норм и правил Российской Федерации, которая позволит перевести «ручное управление» формированием и исполнением государственного, отраслевых и целевых бюджетов на научную основу коллективного долгосрочного планирования инновационной экономики и необходимого оперативного корректирования.

Результаты интеллектуальной деятельности становятся интеллектуальной собственностью не в силу их включения в перечень статьи 1225 ГК РФ, а в силу их соответствия требованиям специальных правовых норм части 4 Гражданского кодекса РФ.

Рыночная стоимость исключительного права на интеллектуальную собственность несоизмеримо выше любых работ, услуг и продуктов. Однако ситуация с оформлением, эффективным распоряжением и использованием интеллектуаль-

ной собственности одинаково критична в дизайнерском, издательском, медицинском, научном, образовательном, проектном, программном, строительном, фармацевтическом, электротехническом, энергетическом и любом высокотехнологичном бизнесе, связанном с созданием, распоряжением и использованием интеллектуальной собственности.

Для отечественного бизнеса характерна ситуация, когда предприятие декларирует и даже фактически имеет, но не может документально подтвердить наличие интеллектуальной собственности и своего исключительного права на её использование в виде ноу-хау, топологий интегральных микросхем, программ для ЭВМ, программных комплексов, баз данных и научных произведений – например, диссертаций на соискание учёных степеней, учебных и методических пособий, технических заданий и отчётов НИОКР, монографий специалистов, инженерных проектов и расчётов, лекарственных или биохимических рецептур и других результатов научно-технической деятельности (РНТД).

Исключительное право на интеллектуальную собственность – суть нематериальных активов предприятий, которые не подвержены инфляции, являются «золотовалютным запасом» бизнеса и обеспечивают повышение его доходности на условиях лицензий или ликвидность с отчуждением исключительных прав на интеллектуальную собственность.

Нематериальные активы зарубежных компаний, определяющие фондовую и инновационную составляющие их капитализации, являются неотъемлемым условием успешного бизнеса. Нематериальные активы отечественных предприятий являются проблемными для бухгалтеров и практически исключены из бизнеса, однако в умелых руках могут приносить дивиденды правообладателю интеллектуальной собственности.

Возможности интеллектуальной собственности: создание и увеличение имущественного комплекса предприятий без налогообложения прибыли; повышение эффективности НИОКР и инвестиционной привлекательности РНТД; оформление нематериальных активов и применение льгот по НДС; капитализация РНТД и страхование рисков нарушения и утраты интеллектуальных прав; обеспечение социального партнёрства работодателя (правообладателя) и работников (авторов).

Проблемы интеллектуальной собственности: надлежаще оформленные

документы, подтверждающие её наличие и права использования; продолжительный период списания затрат на создание или приобретение нематериальных активов путём их амортизации; нормативы Банка России по депонированию резервов при кредитовании под залог имущественных интеллектуальных прав.

Хозяйственный оборот интеллектуальной собственности и коммерциализация интеллектуальных прав в России обеспечиваются совокупностью патентов (изобретения, полезные модели, промышленные образцы, селекционные достижения – 15% объёма РНТД); свидетельств о регистрации средств индивидуализации (15% объёма оборота исключительных прав и лицензий); произведений науки, литературы (включая программы для ЭВМ и базы данных), искусства, топологий интегральных микросхем и ноу-хау (70 % объёма оборота исключительных прав и лицензий).

При этом сама интеллектуальная собственность не отчуждаема (отчуждаются только имущественные интеллектуальные права, в частности исключительное право, права на получение патента, которые интеллектуальными правами не являются и к ним не приравнены), а в гражданском (коммерческом) обороте интеллектуальной собственности участвуют только имущественные интеллектуальные права – исключительное право.

Производственная интеллектуальная деятельность тесно связана с НИОКР и РНТД, созданием научных монографий, произведений и переводов, программных продуктов и баз данных, образовательных и мультимедийных продуктов, архитектурных и дизайнерских проектов, рецептур, изобретений, полезных моделей, промышленных образцов и селекционных достижений, с ноу-хау и нематериальными активами в составе имущественного комплекса предприятий, с применением льгот по НДС, начислением и уплатой налогов на прибыль, управлением рисками работников и работодателей по созданию, подтверждению и использованию интеллектуальной собственности – со всем, что принято называть системой менеджмента качества.

Источником инноваций является интеллектуальная деятельность креативных специалистов. Её результаты, как правило (при их соответствии требованиям специальных правовых норм части 4 ГК РФ), становятся интеллектуальной собственностью.

Исключительное право на результат интеллектуальной деятельности, соз-

данный творческим трудом, первоначально возникает у его автора. Это право может быть передано автором другому лицу по договору или перейти к другим лицам по иным основаниям – например, перейти к работодателю по основаниям статьи 1295 ГК РФ.

При этом трудовой договор не подразумевает автоматического перехода исключительных прав на интеллектуальную собственность и прав на получение патента, оплата труда и премирование работника не является его авторским вознаграждением – поэтому работодателю, прежде чем стать правопреемником и правообладателем, необходимо соблюсти установленные законом формальности.

Гражданский оборот интеллектуальной собственности и коммерциализация интеллектуальных прав начинаются и зависят от волеизъявления человека, в частности работника, но без знаний в области юриспруденции, экономики, учёта, технологий и технического регулирования – это ущербный оборот интеллектуальной собственности, неразрешимые проблемы реализации и защиты интеллектуальных прав.

Как уже упоминалось, правоустанавливающие документы (патенты и свидетельства о регистрации средств индивидуализации) охватывают менее 30% хозяйственного оборота интеллектуальной собственности и коммерциализации интеллектуальных прав. При этом любой патент можно «перекрасить» или отозвать, а средства индивидуализации эффективно работают только на таможне... или просто висят в кабинетах директоров. Поэтому нельзя уповать на защиту интеллектуальной собственности – её нужно воспринимать как технический и экономический инструмент для решения прикладных задач бизнеса, а объективное подтверждение интеллектуальной собственности в режиме ноу-хау необходимо осуществлять по косвенным признакам путём сертификации РИД и РНТД.

Например, свидетельство о регистрации программы для ЭВМ (программного комплекса) или базы данных подтверждает только факт их регистрации и ничего более – ни наличие интеллектуальной собственности, ни реального автора и правообладателя. Всё это может решить только суд, которому будут нужны «вещественные доказательства» (правоподтверждающие документы,

такие как трудовой договор или договор авторского заказа, уведомление о завершении и результатах интеллектуальной деятельности, спецификация РИД и паспорт интеллектуальной собственности), свидетельские показания и экспертные заключения, такие как отчёт об оценке соответствия РИД и авторское свидетельство, сертификат признания интеллектуальной собственности, сертификат соответствия объектов и подтверждений интеллектуальной собственности.

Практикуемая в России оценка стоимости интеллектуальной собственности, как правило, осуществляется без подтверждения её наличия, правообладателя, практической ценности и, по сути, бездоказательна. Стоимость «интеллектуальной собственности» зависит только от субъективности и гонорара оценщика. В добросовестном бизнесе на подобное экспертное заключение оценщика опираться невозможно. Обязательное при формировании уставного капитала, оно не решает вопросов нематериальных активов, объективного подтверждения стоимости и коммерциализации интеллектуальных прав.

Самым эффективным следствием организации профессионального менеджмента интеллектуальной собственности по стандартизованным алгоритмам, пожалуй, можно считать страхование рисков нарушений и утраты интеллектуальных прав, которое началось в России с 2006 года и предоставляет альтернативу их судебной защите – выплату страхового возмещения.

Имущественные интеллектуальные права являются объектом залога для получения кредита или одним из условий создания совместных предприятий, когда деньги и интеллектуальные права инвестируются в уставной капитал совместных предприятий, поэтому участникам «коллективной» СМК оказывается необходимая помощь по оценке стоимости имущественных интеллектуальных прав и привлечению инвестиций (долевое или долговое финансирование).

Для отечественного бизнеса характерна ситуация, когда предприятие декларирует и фактически имеет, но не может документально подтвердить наличие интеллектуальной собственности, исключительного права на её использование и нематериальных активов, что влечёт нарушение интел-

лектуальных прав, налоговые нарушения и штрафные санкции.

Интеллектуальная собственность – одно из перспективных направлений образовательной, научно-технической, инновационной, предпринимательской, финансово-хозяйственной деятельности. Соответственно, управление имущественным комплексом и рисками инноваций требует особого внимания к интеллектуальной собственности работников, работодателя, его партнёров и конкурентов.

Каждый контракт на разработку технологии, продукции, сервиса прямо или косвенно содержит требования соблюдения интеллектуальных прав, а также извещения заказчика о создании на его средства охраноспособных РИД для закрепления имущественных интеллектуальных прав с оформлением на интеллектуальную собственность охранных (патентов) и правоподтверждающих документов: спецификаций РИД, авторских свидетельств, сертификатов признания и паспортов интеллектуальной собственности.

Лицензионную политику предприятий целесообразно формировать в направлении от снижения накладных расходов на оформление и поддержку спорных и малоэффективных интеллектуальных активов к привлечению инвестиций от создания и коммерциализации рыночной интеллектуальной собственности: ТЗ, методик, стандартов на процессы, технологий и ноу-хау, спецификаций и рецептур, программ для ЭВМ и БД, экспертных заключений, учебных, методических пособий, мультимедийных презентаций и т.д.

В целях экономии ресурсов предприятий создание и поддержка интеллектуальной собственности должны, по возможности, соответствовать следующим требованиям:

- ежегодная инвентаризация НМА с оптимизацией их состава и учётной стоимости;
- ежегодная поддержка до пяти патентов и только на эффективные активы;
- завершение поддержки морально устаревших патентов на технические решения;
- мониторинг использования и модификации интеллектуальной собственности;
- обязательная аргументация оформления, использования и поддержки патентов;

- ограничение авторских прав доступа, отзыва, следования (профилактика рисков);
- отчуждение исключительных прав на произведения и прав на получение патентов;
- оформление служебной интеллектуальной собственности как задела заказных НИОКР;
- оформление правоподтверждающих документов по всему жизненному циклу активов;
- приоритетность создания и коммерциализации объектов авторского права;
- реализация авторского вознаграждения как роялти от коммерциализации инноваций;
- системный аудит интеллектуальной собственности и анализ её эффективности;
- уведомление заказчика НИОКР о технических решениях в РНТД без их детализации;
- учёт нематериальных активов на основании правоподтверждающих документов и т.д.

Общая нагрузка на ресурсы предприятий по формированию портфеля интеллектуальных активов должна рассчитываться исходя из целесообразности ежегодного закрепления их имущественных прав: до 10 объектов авторского права и до трёх объектов патентного права при ежегодном поддержании действия (оплаты госпошлин и администрирования гражданского оборота интеллектуальной собственности) не более тридцати патентов – вне зависимости от капитализации и специализации хозяйствующих субъектов излишнее количество патентов увеличивает накладные расходы без каких-либо выгод.

Ценность результатов научно-технической деятельности определяется не только качеством продукции и её соответствием национальным, международным стандартам, но и монополией правообладателя имущественных интеллектуальных прав на результаты интеллектуальной деятельности в составе РНТД, продукции, технологий и ноу-хау.

При этом многие убеждены, что для гражданского оборота интеллектуальной собственности достаточно справки, которую нужно получить в Роспатенте, – однако это далеко не так.

Патент и свидетельство о регистрации средства индивидуализации – только часть необходимой документации. При этом патент легко отозвать по основани-

ям отсутствия права его получения или «перекрасить», слегка изменив уже запатентованное техническое решение – как правило, именно этим занимаются патентоведы, например, для оформления и подтверждения учёных степеней должностных лиц. Товарный знак без стандартов качества франшизы – только возможность претензий к таможенному перемещению товаров и очень дорогое удовольствие по 45 классам регистрации.

Свидетельства о регистрации программ для ЭВМ, баз данных, топологий интегральных микросхем вообще ничего, кроме факта регистрации чего-то неопределённого, не подтверждает. Их типичное использование для подтверждения полномочий лицензиара является введением в заблуждение и приводит к негативным последствиям признания договоров ничтожными с последующим пересчётом начисления, уплаты налогов за все предшествующие отчётные периоды и применения санкций.

Характерный пример – софтверный рынок, где лицензионные договоры, как правило, не соответствуют правовым нормам статьи 1235 ГК РФ, а лицензионная политика – всего лишь система скидок и наценок на стоимость программных продуктов и услуг (это не программы для ЭВМ и базы данных) в зависимости от их конфигурации и комплектации. При этом сами программы для ЭВМ и базы данных объективного признания их охраны авторским правом не имеют.

Для защиты инвестиций в инновации и интеллектуальные активы необходимы:

- авторское свидетельство и закрепление имущественных интеллектуальных прав;
- акт о вводе объекта нематериальных активов в эксплуатацию;
- договор авторского заказа и лицензионное соглашение с работником;
- договор об отчуждении исключительного права на производство от работника;
- договор об отчуждении права на получение патента от работника;
- договор соавторов-работников о совместном распоряжении правами;
- задание (служебное) работнику на создание охраноспособных РИД;
- карточка учёта объекта нематериальных активов с описанием модификаций РИД;
- лицензионная политика в отношении интеллектуальной собственности;

- лицензионный договор об использовании интеллектуальной собственности;
- методика анализа и прогноза эффективности интеллектуальной собственности;
- методика оптимизации состава и учётной стоимости нематериальных активов;
- методика начисления и выплаты авторского вознаграждения;
- методика учёта затрат на создание интеллектуальной собственности;
- накладная о передаче в производство, перемещении объекта нематериальных активов;
- отчёт об оценке имущественной ценности нематериальных активов;
- отчёт об оценке соответствия РИД условиям охраны авторским и патентным правом;
- отчётная форма по охраноспособным РИД для государственного заказчика НИОКР;
- пакет первичных документов согласно требованиям ПБУ 14/2007 для учёта НМА;
- паспорт и формуляр изделия с интеллектуальной собственностью;
- паспорт интеллектуальной собственности, технологии, ноу-хау;
- программа инновационного развития интеллектуальных активов предприятия;
- распоряжение и акт о принятии интеллектуальных активов к бухгалтерскому учёту;
- распоряжение об использовании объекта НМА в производстве и для управления;
- распоряжение по учёту исключительного права в составе нематериальных активов;
- регламент «Менеджмент интеллектуальной собственности предприятия»;
- спецификации РИД, технического решения, инновации, технологии, ноу-хау;
- техническое задание, регламент и отчёт о результатах патентных исследований РНТД;
- трудовой договор на осуществление интеллектуальной деятельности;
- уведомление работодателя о результатах интеллектуальной деятельности.

Всё это обеспечивает защиту инвестиций в инновации и интеллектуальные активы, но требует профессионального менеджмента интеллектуальной собственности.





Компактные высоковольтные преобразователи напряжения



ПРОПОРЦИОНАЛЬНЫЕ И СТАБИЛИЗИРОВАННЫЕ МОДЕЛИ

Технические параметры

- Входное напряжение 5, 12, 24 В
- Выходные напряжения от 2 до 10 кВ
- Мощность от 2 мВт до 15 Вт
- Диапазон температур от -55 до +70°C
- Длительный ресурс

Применение

- Медицинская диагностика
- Научное оборудование
- Авиационно-космическая техника

ProSoft®



ОФИЦИАЛЬНЫЙ ДИСТРИБЬЮТОР

(495) 234-0636 • INFO@PROSOFT.RU • WWW.PROSOFT.RU

НОВОСТИ МИРА

PTC ПРЕДСТАВЛЯЕТ CREO 5.0

PTC (NASDAQ: PTC) анонсировала выпуск последней версии CAD-системы Creo® 5.0, которая позволяет пользователям переходить от концепции к производству в одной среде проектирования. В Creo 5.0 представлены пять новых возможностей для динамично изменяющегося мира разработки и производства изделий, а также существенно повышена производительность конструкторского труда.

Физический дизайн изделий часто ограничен существующими практическими наработками – новое расширение Creo Topology Optimization позволяет автоматически генерировать оптимальную проектную геометрию на основе существующих задач и целей в проекте и не ограничивает работу конструктора рамками традиционных решений.

Creo помогает разрабатывать, оптимизировать и контролировать 3D-печать деталей из аддитивных материалов без необходимости преобразования форматов в стороннем программном обеспечении. В Creo 5.0 добавлен модуль Creo Additive Manufacturing Plus Extension for Materialise, который расширяет возможности печати, в том числе и из металлических материалов (стали, алюминия, титана, инконеля и др.), позволяя клиентам отправлять на печать комплектующие прямо из Creo. Кроме того, расширение позволяет пользователям подключаться к онлайн-библиотеке драйверов и профилей печати.

Новый релиз расширения Creo Mold Machining включает специализированные возможности высокоскоростной обработки, оптимизированные для выпуска прессформ, штампов, электродов и прототипов форм. Creo 5.0 поддерживает трёхосевую и пятиосевую (3+2) ЧПУ-обработку.

Расширение Creo Flow Analysis – это решение для вычислительной гидрогазодинамики (CFD), которое позволяет разработчикам, инженерам и аналитикам моделировать движение потоков жидкости непосредственно в Creo прямо по своей конструкторской 3D-модели. Процесс CFD-анализа непосредственно внутри Creo позволяет пользователям быстро оценить работоспособность своих проектных решений за считанные часы.

Среди прочих нововведений – упрощённая разработка поверхностей, проектирование деталей из листового металла и многократное использование черновых моделей, созданных ранее. Теперь инженеры могут проектировать в Creo, сохраняя при этом режим перспективы.

Расширение Creo Collaboration для Autodesk Inventor к режиму Unite позволяет организациям объединить все 3D-файлы в единой CAD-системе. Creo 5.0 теперь отслеживает все связи между геометрией и

конструкторскими параметрами с файлами и сборками Autodesk Inventor.

www.ptc.com

МАЙНИНГ ETHEREUM НА ВИДЕОКАРТАХ ОБРЕЧЁН

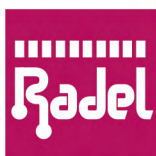
В ближайшее время основными инструментами для добычи одной из самых востребованных криптовалют – Ethereum – станут специализированные чипы (ASIC), высокая эффективность которых заставит владельцев «ферм» избавляться от видеокарт GeForce и Radeon, а также криптовалютных ускорителей на основе графических ядер NVIDIA и AMD. Такой вывод можно сделать на основании материала ресурса CNBC, построенного во-круг письма клиентам аналитика Susquehanna Кристофера Роланда (Christopher Roland).

Специалисты Susquehanna совершили поездку в Азию, чтобы глубже изучить перспективы появления ASIC для Ethereum уже в ближайшем будущем. Как удалось выяснить группе аналитиков в ходе командировки, соответствующее решение за авторством Bitmain – производителя 70–80% ASIC для добычи Bitcoin – уже разработано. Поставки первых партий микросхем заказчикам запланированы на 2-й квартал 2018 года. Вслед за Bitmain свои специализированные чипы для майнинга Ethereum выпустят как минимум три других разработчика. В Susquehanna пока не готовы назвать точные цифры, отражающие превосходство ASIC Bitmain над NVIDIA GeForce и AMD Radeon, но утверждают, что покупка видеокарт для добычи Ethereum вскоре потеряет всякий смысл. В то же время полного отказа от GPU в деле майнинга не предвидится ввиду существования криптовалют, успешно добываемых на графических адаптерах в домашних условиях.

В любом случае, американские аналитики уверены в значительном снижении объёмов продаж карт Radeon и GeForce добытчикам криптовалют. Реализация GPU для вычисления виртуальных монет Ethereum сегодня приносит AMD примерно 20% выручки, а NVIDIA – 10%. Соответственно, после возникновения конкуренции графическим адаптерам со стороны ASIC сильнее всего упадёт спрос на Radeon, и всё это на фоне значительного отставания AMD от NVIDIA в сегменте игровых ускорителей класса high-end.

По мнению аналитиков, курс акций AMD в обозримом будущем может снизиться до \$7,50 за единицу, достигнув минимума с ноября 2016 года, в то время как акции NVIDIA упадут до \$200. Запас прочности последних в целом выше за счёт геймерских предпочтений.

3dnews со ссылкой на CNBC и Steemit

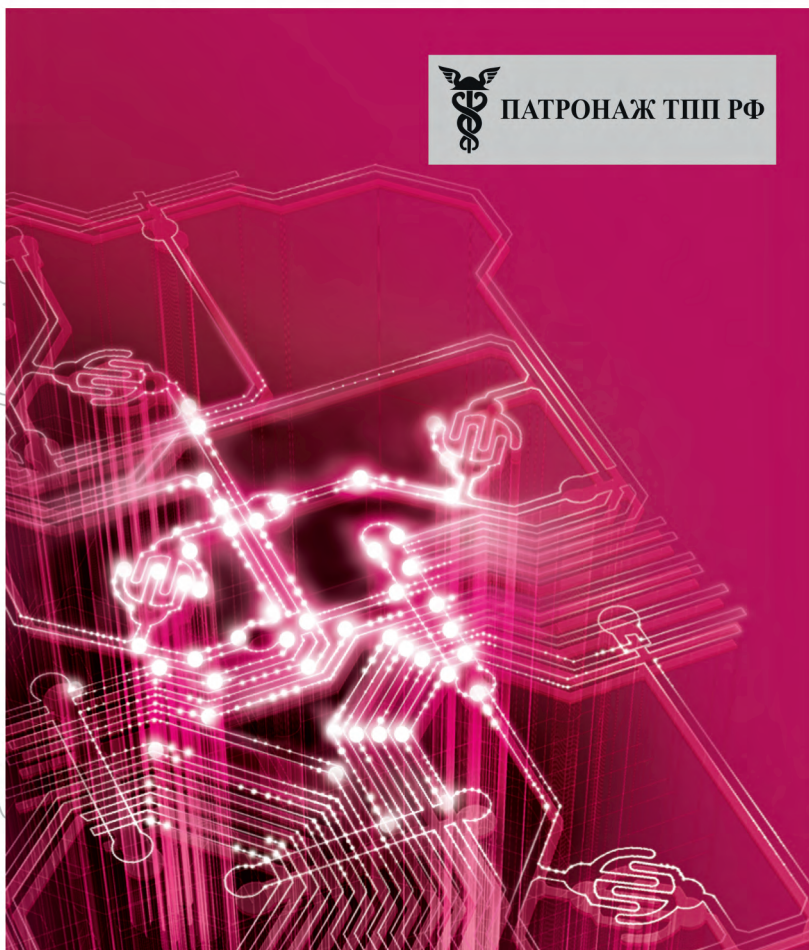


РАДИОЭЛЕКТРОНИКА И ПРИБОРОСТРОЕНИЕ

XVIII МЕЖДУНАРОДНАЯ СПЕЦИАЛИЗИРОВАННАЯ ВЫСТАВКА



ПАТРОНАЖ ТПП РФ



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

Организатор выставки: <http://radelexpo.ru/>



FareXPO
PROFESSIONAL EXHIBITION & CONGRESS ORGANIZER



тел.: +7 (812) 777-04-07
radel2@farexpo.ru

18 – 20 сентября 2018

КВЦ «ЭКСПОФОРУМ»,
Петербургское шоссе 64/1, павильон F

В.К. Лебединский, М.А. Бонч-Бруевич, О.В. Лосев: научная школа, историческая преемственность и патриотизм

Владимир Бартнев (bartvg@rambler.ru)

В статье рассказывается о наших соотечественниках, выдающихся учёных в области радиоэлектроники, юбилеях этого года, которые своим преданным отношением к делу развития радиоэлектроники в России преумножили её достижения и явились продолжателями научных традиций, заложенных изобретателем радио Александром Степановичем Поповым.

ВВЕДЕНИЕ

В День радио обычно принято вспоминать о жизни и деятельности Александра Степановича Попова, о первой в мире демонстрации созданной им системы передачи информации без проводов, осуществлённой 7 мая 1895 года. Данная же статья посвящена трём юбилеям этого года, но не только по причине круглых дат и не только потому, что В.К. Лебединский, М.А. Бонч-Бруевич и О.В. Лосев внесли огромный вклад в отечественную радиоэлектронику, а потому, что удивительное переплетение их судеб, жизненных устремлений, преданность Родине и любовь к радио вызывают восторг и восхищение. Об этом и пойдёт речь в статье.

В.К. ЛЕБЕДИНСКИЙ (1868–1937)

Владимир Константинович Лебединский, известный русский и совет-



Владимир Константинович Лебединский

ский физик, радиотехник, профессор, родился 20 июля 1868 года в Петрозаводске. После окончания физико-математического факультета Петербургского университета (1891) преподавал в ряде высших учебных заведений. Он был одним из организаторов Нижегородской радиолaborатории, где по его инициативе были начаты исследования коротких волн (1924). Работы Лебединского посвящены электромагнитным колебаниям и волнам, искровому разряду и магнитным явлениям. Большую роль в популяризации научных знаний и преподавании физики сыграли его книги «Электромагнитные волны и основания беспроводного телеграфа» (1906), «Электричество и магнетизм» (1909), «Беседы об электричестве» (1940) и др. Владимир Константинович редактировал организованные по его инициативе журналы «Телеграфия и телефония без проводов» (1918–1928) и «Радиотехник» (1918–1921), а также физическую часть «Журнала Русского физико-химического общества» (1906–1910) и журнала «Вопросы физики» (1907–1910). Умер Лебединский в Ленинграде в 1937 году.

За этими скупыми фактами [1] не видно главного: того профессионализма и преподавательского мастерства, которыми владел Владимир Константинович и которые помогали ему увлечь слушателей своих лекций стремлением к новым знаниям в физике и радиотехнике. Так получилось, что в 1907 году курс физики в Николаевском инженерном училище юнкерам второго курса читал Владимир Константинович Лебединский. На одной из лекций он рассказывал о физических явлениях, происходящих

при возникновении электрической искры. Свой рассказ он сопровождал демонстрацией физического опыта, причём дополнял этот опыт освещением искрового промежутка между электродами ультрафиолетовым светом. Вначале по мере увеличения освещённости искра возникала при меньшем напряжении на электродах, но затем он увеличил ультрафиолетовое свечение, и картина с напряжением для возникновения искры изменилась на противоположную. Сильный ультрафиолетовый свет в этом случае как бы «тушил» электрическую искру – такое предполагаемое объяснение этому явлению Лебединский дал своим слушателям. При этом он добавил, что в данном случае наблюдается труднообъяснимое явление. Последняя фраза оказала сильнейшее влияние на одного из юнкеров, фамилия которого была Бонч-Бруевич. Именно с исследования этого явления, получившего в физике название «эффект Лебединского», начал свою научную деятельность будущий профессор Бонч-Бруевич. В.К. Лебединский позже напишет в своём научном труде «Возникновение электрической искры и светозлектрическое действие» (Петроград, 1916), что исследование влияния ультрафиолетового света на искровой разряд было проведено М.А. Бонч-Бруевичем, поставившим множество опытов и выдвинувшим свою теорию, объясняющую возникающие эффекты. Но, самое главное, благодаря Лебединскому выполненные Бонч-Бруевичем с 1907 по 1914 годы под его руководством работы воплотились в первые две научные публикации молодого учёного в 1913 и 1915 годах. Эти работы показывают, насколько основательно Бонч-Бруевич изучил процессы, протекающие при электрическом разряде, и проанализировал «эффект Лебединского» [2]. Подводя итоги взаимодействия учителя и ученика в дореволюционный период их жизни, можно сказать, что роль Лебединского на становлении Бонч-Бруевича как учёного была огромной. Профес-

сор В.К. Лебединский, выдающийся русский учёный и патриот, который популяризировал научные знания об электромагнитных волнах и боролся за приоритет России в изобретении радио, во многом предопределил принятие Бонч-Бруевичем решения не покидать Россию после Октябрьской революции в 1917 году.

М.А. Бонч-Бруевич (1888–1940)

21 февраля 2018 года исполнилось 130 лет со дня рождения Михаила Александровича Бонч-Бруевича, выдающегося учёного, основоположника отечественной электроники, создателя первых в мире мощных радиоламп.

Михаил Александрович родился в Орле. В 1906 году, по окончании Киевского коммерческого училища, Михаил Бонч-Бруевич был зачислен юнкером в Николаевское инженерное училище в Петербурге. Окончив его в звании подпоручика, он был направлен на службу во вторую роту искрового телеграфа 5-го Сибирского сапёрного батальона в Иркутске. В 1912 году в звании поручика Михаил Александрович поступил в Офицерскую электротехническую школу в Петрограде. К началу Первой мировой войны, окончив школу с дипломом военного инженера, Бонч-Бруевич назначается помощником начальника правительственной радиостанции в Твери. В 1918 году он становится научным руководителем Нижегородской радиолaborатории. С 1928 года он руководит Центральной радиолaborаторией Электротехнического треста заводов слабого тока в Ленинграде. С 1931 года Михаил Александрович возглавляет кафедру радиотехники в Ленинградском электротехническом институте связи. В это же время он избирается членом-корреспондентом Академии наук СССР. С 1935 года Бонч-Бруевич – заместитель директора научно-исследовательского института (НИИ-9). В 1940 году Михаил Александрович внезапно умирает.

Наиболее важным эпизодом в его жизни, который стал поворотным моментом, изменившим всю его последующую биографию, стала Октябрьская революция. В трудное время революционных событий Михаил Александрович не покинул Россию, а принял решение отдать все свои силы служению молодому совет-

скому государству, остро нуждавшемуся тогда в отечественных радиолампах. При этом возможность покинуть Россию у поручика Бонч-Бруевича была. Во время Первой мировой войны, в 1916 году, уже будучи помощником начальника Тверской радиостанции, Бонч-Бруевич совершил поездку во Францию для изучения технологии производства французских радиоламп, лучших в то время в мире. Добираться до Парижа ему пришлось через Финляндию, Швецию, Норвегию и Англию. Бонч-Бруевич благополучно вернулся в Тверь, и зарубежная командировка оказалась ему весьма полезной, поскольку уже в том же 1916 году им была создана первая в Твери радиолампа.

Лампа была несовершенна. Она имела две нити накаливания. Когда перегорала одна нить, включали вторую. Но даже в этом случае лампа работала около 4 недель. Аноды и сетки лампы были изготовлены из стальной проволоки. Основным недостаток лампы состоял в низком вакууме внутри её баллона, т.к. имевшийся у Бонч-Бруевича насос не мог обеспечить глубокий вакуум. Несмотря на все эти недостатки, лампа работала и производство первых ламп Бонч-Бруевича обходилось в 32 рубля за штуку, в то время как французские лампы покупались за 200 рублей золотом каждая. Важным событием того же 1916 года можно считать публикацию первой рукописи Бонч-Бруевича о радиолампах под названием «Применение катодных реле», фактически явившейся первой в России книгой по электронике.

Тем не менее дореволюционный период научной деятельности Бонч-Бруевича во многом напоминал печальную судьбу многих изобретателей того времени. Так было, например, с А.С. Поповым, который был вынужден свои изобретения для российского военного флота воплощать в жизнь во Франции на производственных мощностях фирмы Дюкрете. Ситуация с изготовлением ламп у поручика Бонч-Бруевича была ещё хуже. Не получив ни копейки от военного ведомства, он был вынужден оплачивать затраты на изготовление первых радиоламп из своего жалования. К осени 1917 года на Тверской радиостанции не осталось топлива для двигателя по откачке газа из радиоламп. Бонч-Бруевич был вынужден поехать в Петроград



Михаил Александрович Бонч-Бруевич



Первая радиолампа Бонч-Бруевича

с рапортом в Главное военно-техническое управление (ГВТУ), которое возглавлял полковник Муромцев, о выделении горючего для радиостанции, однако Муромцева на месте не оказалось. Бонч-Бруевичу посоветовали поспешить на вокзал, откуда Муромцев собирался отправиться на дальневосточном экспрессе в Соединенные Штаты через Дальний Восток. Бонч-Бруевич успел прибыть на вокзал до отхода поезда. У международного вагона он увидел Муромцева и Зворыкина в окружении родных и близких. Когда объявили посадку, Муромцев стал усаживать в вагон жену и дочерей. За ним последовал с семьёй и Зворыкин. Бонч-Бруевич понял, что это было паническое бегство из России и Муромцева, и всех остальных пассажиров этого поез-

да. В отчаянии Михаил Александрович порвал рапорт о предоставлении топлива.

Прошёл год, революционные перемены охватили Россию, и состояние безнадежности сменилось у Бонч-Бруевича надеждой на перспективы в его работе после встречи с народным комиссаром почт и телеграфов Вадимом Николаевичем Подбельским в июле 1918 года. Слова Подбельского «Нам нужны свои радиолампы, а не французские» вдохновили Михаила Александровича. За этими словами последовали и конкретные дела. По декрету В.И. Ленина была организована Нижегородская радиолaborатория, куда съехались ведущие учёные России для возрождения радиотехники в молодой советской республике. В состав радиолaborатории вошли сотрудники Тверской радиостанции В.М. Лещинский, М.А. Бонч-Бруевич, П.А. Остряков и др. В 1919 году состав радиолaborатории пополнили прибывшие из Петрограда В.П. Вологдин, А.Ф. Шорин, Д.А. Рожанский, К.К. Шапошников. Несколько позже к ним присоединился профессор В.К. Лебединский из Москвы. В 1920 году из Нижегородского университета перешёл на работу в радиолaborаторию В.В. Татаринов, в 1923 году – Б.А. и Г.А. Остроумовы и А.М. Кутушев, в 1926 году – П.Н. Рамлау и А.А. Пистолькорс.

Бонч-Бруевич, Вологдин и Шорин, как научные руководители, определяли три научных направления деятельности радиолaborатории, среди которых главным было направление, возложенное на Бонч-Бруевича лично В.И. Лениным, – создание отечественных радиоламп, в том числе мощных, для радиостанций большого радиуса действия. В 1920 году мощный передатчик из Нижегородской радиолaborатории, установленный на Ходынской радиостанции в Москве, передал радиogramму сотрудникам фирмы «Телефункен» в немецкий приёмный пункт в Берлине, покрыв расстояние почти в две тысячи километров. Это был счастливый момент в жизни Бонч-Бруевича: он выполнил задание В.И. Ленина, доказав осуществимость «газеты без бумаги и без расстояний» [3]. В то же время профессор Лебединский в Нижегородской радиолaborатории возглавил редакцию журналов «Телеграфия и телефония без проводов» и «Радиотехник», для печатания которых была создана соб-

ственная типография. Впрочем, как и в ситуации с Бонч-Бруевичем в Нижегородском инженерном училище, в Нижегородской радиолaborатории у профессора Лебединского появился молодой и способный ученик О.В. Лосев.

О.В. Лосев (1903–1942)

Олег Владимирович Лосев родился 9 мая 1903 года в Твери. В 1920 году он поступил в Нижегородскую радиолaborаторию, с 1929 года – сотрудник Ленинградского физико-технического института, с 1938 года – 1-го Ленинградского медицинского института. В 1942 году в блокадном Ленинграде в возрасте 39 лет скончался от истощения.

Олег Владимирович с раннего детства был увлечён радиолубительством. На деньги, сэкономленные от школьных завтраков, он оборудовал свою домашнюю мастерскую. Огромное впечатление в школьные годы на Олега Лосева произвела лекция В.М. Лещинского, бывшего в то время начальником Тверской радиостанции. Доходчивые и убедительные слова известного в то время специалиста в области радио глубоко запали в душу любознательного мальчика и фактически определили выбор его будущей профессии. Там же, в Твери, он познакомился с М.А. Бонч-Бруевичем, сотрудником Тверской радиостанции, который станет его будущим научным наставником в Нижнем Новгороде. После окончания школы Лосев едет в Москву и поступает на учёбу в институт, но случайная встреча с профессором В.К. Лебединским на Первом всероссийском радиотехническом съезде меняет все его планы. Лосев бросает институт и поступает на работу в Нижегородскую радиолaborаторию. Его принимают в радиолaborаторию Владимира Константиновича Лебединского, под руководством которого он очень быстро из лаборанта превращается в пытливого исследователя, ищущего свои пути в науке. Его первая научная статья вышла уже в 1921 году в местном журнале «Радиотехник». В следующем году он публикует статью «Детектор-генератор; детектор усилитель» в журнале Нижегородской радиолaborатории «Телеграфия и телефония без проводов» [4]. В этом же году им была подана заявка на получение патента «Способ генерирования незатухающих колебаний», однако патент № 996

по данной заявке был выдан лишь 22 февраля 1926 года. Следовательно, публикация статьи опередила установление за О.В. Лосевым авторских прав на изобретение приёмника с кристаллическим генератором. Лосев спешит рассказать всему миру о своём изобретении – и вот уже во Франции, Германии, Англии и США публикуются его статьи, которые вызывают восторженную реакцию у специалистов и радиолубителей. Приёмнику Лосева редактором парижского журнала инженером Кине даётся название «кристадин». Похвалы «приёмнику без ламп» и его изобретателю расходятся в изобилии; не забыто и то, что Лосев, опубликовав свои схемы ещё до получения патента, подарил своё изобретение радиолубителям всего мира. Кристадины начинают изготавливаться в разных странах, о них публикуется множество статей.

Но так ли бескорыстны зарубежные авторы этих публикаций? Вот, например, одна из ранних посвящённых этой теме статей журнала «Radio News» (США) 1924 года [5] – в статье нет ссылок на работы О.В. Лосева, опубликованные ранее как в Европе, так и в России, имеется лишь уведомление следующего содержания: «The diagrams, as well as a good deal of the information printed in this article, are published in conjunction with “Radio Revue” of Paris. Arrangements have also been made with the inventor, Mr. O.V. Lossev, to furnish additional information on the Crystodyne principle». Но самое главное в другом. Торговая марка «Кристадин» присваивается журналом «Radio News»: «The term “Crystodyne” has been trade-marked by RADIO NEWS in the United States as well as in Europe. Manufacturers and the trade are cautioned not to use it on any merchandise without the consent of RADIO NEWS». После такого заявления сам Лосев уже не имел права называть своё детище кристадином без согласия американцев. Может быть, поэтому статья профессора В.К. Лебединского в журнале «Радиолубитель» в 1924 году «Первое выступление на мировой арене» [6], сопровождаемая фотографией обложки только что упомянутого американского журнала, завершается фельетоном, в котором в весьма едкой форме затронут вопрос о невыдаче патента Лосеву: «Виданное ли это дело, чтоб русские изобретения в России патенты получали» и далее: «Говорят, человека не нашлось,

чтоб мог обычный детектор от генирующего отличить – вот и не дали патент». Неизвестно, из-за этой ли статьи с фельетоном или по какой-то другой причине, но профессор В.К. Лебединский в 1924 году получил выговор от наркомата почт и телеграфов, был исключён из штатов наркомата и вынужден был покинуть радиолабораторию и Нижний Новгород. В статье, опубликованной в 1923 году, Лосев впервые сообщил, что наблюдал свечение зелёного цвета в контактной точке детектора на основе карбида кремния (карборунда). Казалось бы, до него в журнале «Electriclal World» в 1907 году английский учёный Раунд (H.J. Round) в небольшой заметке описал подобное явление свечения карборундового детектора под воздействием приложенного постоянного напряжения. Почему же, в таком случае, это явление в историю физики вошло под названием «свечение Лосева»? Всё дело в том, что заметка Раунда не оказала никакого влияния на последующее развитие науки о светящихся кристаллах, Лосев же провёл детальное исследование этого явления. Более того, в последующих работах он описал, что в данном случае имеют место фактически два разных типа свечений при различной полярности напряжений на контакте. Следует подчеркнуть, что именно в исследовании свойств карборунда проявился истинный талант Лосева как экспериментатора. Применяя предложенный им метод шлифов и зондовой микроскопии, перемещая тонкое металлическое острие поперёк шлифа, он доказал с точностью до одного микрона, что предповерхностная часть кристалла имеет сложное строение. Он выявил активный слой толщиной несколько микрон. На основе этих исследований Лосев предположил, что причиной униполярной проводимости являются различные условия движения электронов по обе стороны активного слоя. Совершенствуя эксперимент и доведя число зондовых электродов до трёх и более, он подтвердил своё предположение. Фактически в этом эксперименте Лосев был близок к изобретению трёхэлектродного полупроводникового прибора – транзистора. В найденной недавно рукописной автобиографии Лосева, написанной им в 1939 году (оригинал хранится в Политехническом музее), говорится: «Установлено, что с полупроводниками может быть построе-

на трёхэлектродная система, аналогичная триоду, как и триод, дающая характеристики, показывающие отрицательное сопротивление. Эти работы в настоящее время подготавливаются мною к печати». Комплексный экспериментальный метод позволил Лосеву исследовать вентильный фотоэлектрический эффект в карборунде. В последней из опубликованных им в 1940 году статей он пишет: «Явление вентильного эффекта в карборунде обратимо: при токе от внешнего источника напряжения внутри того же самого слоя полупроводника, в котором мог происходить вентильный фотоэффект, происходит довольно интенсивное холодное свечение...». Чтобы выбрать наиболее подходящий материал для изготовления фотоэлементов, Лосев исследовал огромное количество полупроводников. Он выбрал кремний, который давал наиболее высокую фоточувствительность. Великую Отечественную войну О.В. Лосев встретил, работая на кафедре физики 1-го Ленинградского медицинского института. Он отказался от эвакуации и не прекратил своей научной деятельности, тем самым оказывая большую помощь фронту. Им были разработаны электростимулятор сердечной деятельности, портативный прибор для обнаружения металлических осколков в ранах, система противопожарной сигнализации. Несмотря на язвенную болезнь желудка и недостаточное питание, Лосев становится донором и отдаёт свою кровь защитникам Ленинграда. Всё это самым неблагоприятным образом сказалось на его здоровье, и 22 января 1942 года Олег Владимирович Лосев скоропостижно скончался.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Научная жизнь В.К. Лебединского, М.А. Бонч-Бруевича и О.В. Лосева характеризовалась постоянным творческим поиском, самопожертвованием и преданностью Родине. Особенно яркой и трагической она была у Олега Владимировича Лосева: в двадцать лет он делает открытия, значимость которых мы начинаем понимать только теперь [7]; в 35 лет ему присуждают учёную степень кандидата физико-математических наук по совокупности его научных работ; его преданность науке не имела границ. Трагическая смерть учёного от голода в осаждённом Ленинграде в возрасте 39 лет вызывает скорбь и сострадание.



Олег Владимирович Лосев



Кристаллин Лосева (музей Нижегородской радиолаборатории)

ЛИТЕРАТУРА

1. Родионов В.М. Владимир Константинович Лебединский. 1868–1937. – М.: Наука, 1970.
2. Арнаутов Л.И., Карпов Я.К. Прорыв в будущее (страницы жизни Бонч-Бруевича). – М.: Московский рабочий, 1986.
3. Бартенев В. Наше радиовещательное наследие. Современная электроника. 2014. № 1.
4. Лосев О.В. Детектор-генератор; детектор-усилитель. Телеграфия и телефония без проводов. 1922. № 14, С. 374–386.
5. The Crystodyne Principle. Radio News. September, 1924. P. 294–295, 431: <http://earlyradiohistory.us/1924cry.htm>
6. Лебединский В.К. Первое выступление на мировой арене. Радиолобитель. 1924. № 8. С. 115–116.
7. Бартенев В. Изобретения Олега Лосева, которые потрясли мир. Современная электроника. 2013. № 5.



ВЫСТАВКА НОВЕЙШИХ СИСТЕМ И ТЕХНОЛОГИЙ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ИСПЫТАНИЙ, ТЕСТИРОВАНИЯ И ОБЕСПЕЧЕНИЯ КАЧЕСТВА

Testing Days. Moscow

впервые и одновременно
с 10-й ежегодной выставкой
Control Days. Moscow



Разделы выставки:



**AEROSPACE
TEST 2018
MOSCOW**

by Testing Days. Moscow



**SENSOR
TEST 2018
MOSCOW**

by Testing Days. Moscow



**AUTOMOTIVE
TEST 2018
MOSCOW**

by Testing Days. Moscow

17-19 | МОСКВА
апреля 2018 | Экспоцентр

Акустика Ударные стенды Пробоподготовка ЭМС
Анализаторы сигналов Испытательное моделирование
Аэродинамика Мультиметры Моделирование ЛА
Климатические испытания Механические испытания
Испытания авиационных систем Виброиспытания
Испытания автомобилей Сенсорная измерительная аппаратура
Летные испытания Многоканальные измерительные системы
Испытания космических средств выведения Телеметрия

При поддержке:



МИНПРОМТОРГ
РОССИИ

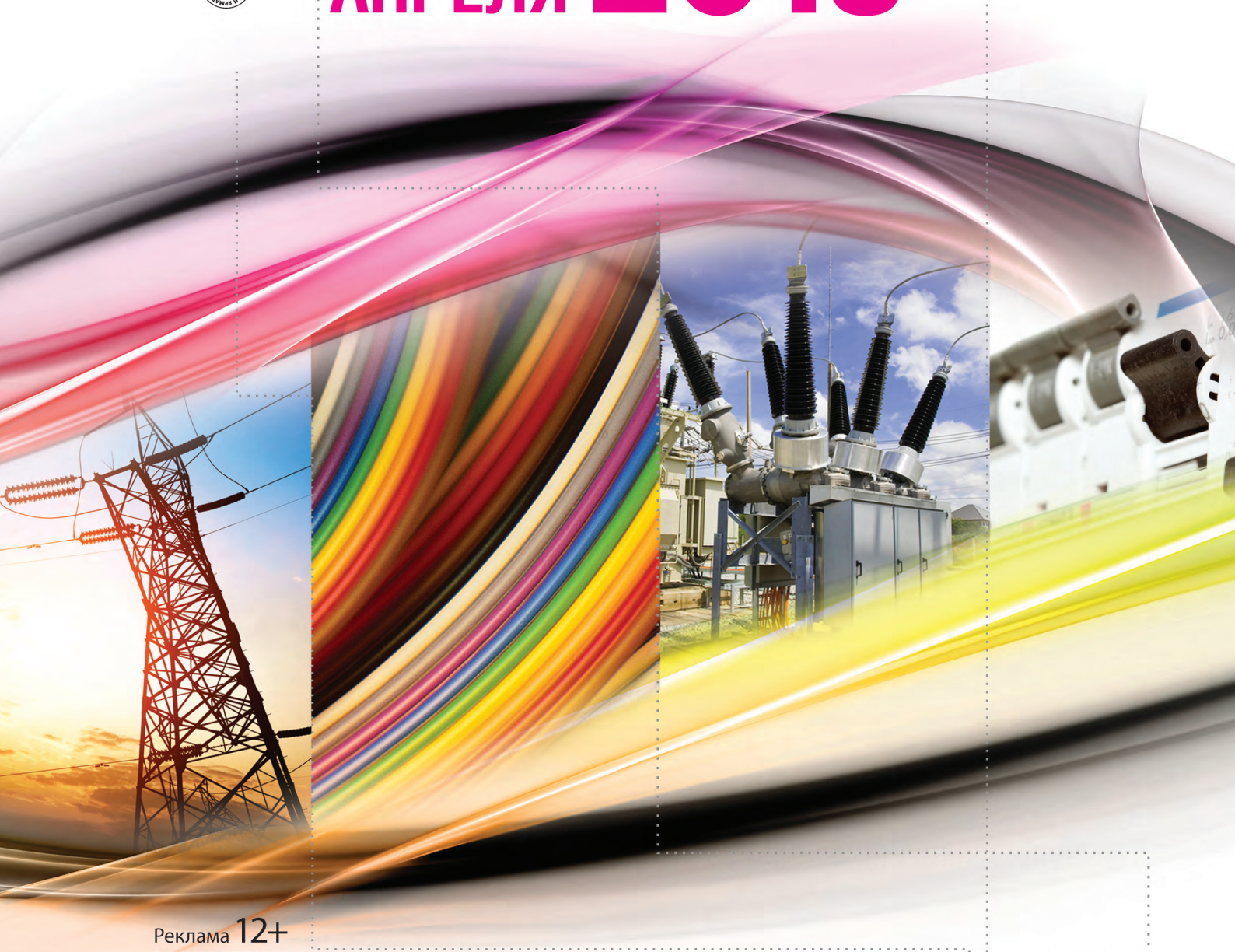


ЭЛЕКТРО

27-я международная выставка
«Электрооборудование. Светотехника.
Автоматизация зданий и сооружений»

www.elektro-expo.ru

**16–19
АПРЕЛЯ 2018**



Реклама 12+



Организатор:

 **ЭКСПОЦЕНТР**
МОСКВА

При поддержке Министерства
промышленности и торговли РФ

Под патронатом ТПП РФ

HANNOVER MESSE 2018: Industry 4.0 + Логистика 4.0

Ольга Романовская (Москва)

6 февраля 2018 года в г. Ганновере (Германия) прошла ежегодная конференция HANNOVER MESSE Preview, посвящённая предстоящей выставке HANNOVER MESSE 2018. HANNOVER MESSE Preview раскрыла планы на этот год: HANNOVER MESSE впервые пройдёт совместно с ведущей всемирной выставкой внутренней логистики предприятий CeMAT, а ежегодный партнёр, фирма HARTING, в очередной раз представит последние разработки и расскажет о текущих проектах.

С появлением «умного производства» современные логистические процессы должны также становиться всё более многозадачными и автономными. Современная логистическая среда начинается с автоматизированных складов, где все процессы управляются автоматически и работу человека полностью заменяют машины/роботы. То же самое наблюдается и на производстве, где автоматизированные производственные и логистические процессы становятся всё более интегрированными, эффективность и скорость работы увеличивается, а затраты снижаются. В этом году две крупнейшие мировые выставки, HANNOVER MESSE и CeMAT, решили объединиться под общей темой «Industry 4.0 выходит на новый уровень совместно с Логистикой 4.0». Посетители выставок смогут познакомиться с последними достижениями как в областях цифровизации

производства, автоматизации процессов в промышленности, так и во всём спектре логистики, включая энерго-сберегающие вилочные подъёмники и промышленные грузовики, сложные, полностью автоматизированные системы обработки грузов, краны, подъёмники, подвесные ремонтные платформы, стеллажные и складские системы и самые последние информационно-технологические разработки для систем управления логистикой.

HANNOVER MESSE в текущем году пройдёт 23–27 апреля, официальной страной-партнёром выставки выступит Мексика, которая с помощью этого статуса планирует расширить экономические и промышленные взаимоотношения с Германией, странами Евросоюза и всем миром. Мексиканские компании рассчитывают проявить себя как перспективных партнёров для совместного развития бизне-

са, ссылаясь на достижения, которых страна добилась за последние несколько лет благодаря созданию эффективных производственных предприятий, привлечению квалифицированного персонала, стабильной экономической ситуации и инвестициям в логистику и автоматизацию.

Компания HARTING является постоянным партнёром и экспонентом HANNOVER MESSE и также будет представлять свои новинки и достижения на выставке. В этом году HARTING (зал 11, стенд C13) подчеркнёт важность комплексных отраслевых партнёрских отношений, представив на стенде множество решений совместно с другими компаниями. Девизом HARTING в этом году станет «Industry 4.0 – подключайся к сотрудничеству». В настоящее время 24 компании сотрудничают с HARTING по 29 проектам в рамках внедрения промышленного компьютера MICA [1] и другой продукции HARTING. Результаты совместной работы будут продемонстрированы на основном стенде в рамках HANNOVER MESSE 2018: например, в этом году посетители увидят новый концептуальный автомобиль Snap от швейцарской фирмы Rinspeed с разъемом HARTING для быстрой зарядки электромобиля (см. рис. 1)

Ещё одним событием на выставке станут модульные разъемы. HARTING последовательно расширяет портфель модульных разъемов, использующих быструю и надёжную систему блокировки корпусов PushPull, не требующую использования дополнительных инструментов при монтаже. Технология PushPull позволяет производить удобное и безопасное подключение разъемов за считанные секунды. На выставке HANNOVER MESSE 2018 HARTING будет представлять модернизированную версию прямоугольного разъёма PushPull V4 с улучшенными характеристиками корпуса (см. рис. 2). Эти разъемы отлично подойдут для промышленных применений и сектора автоматизации. Для более жёстких требований, например в области робототехники и для железнодорожных применений, всё большей популярностью пользуется компактный цилиндрический разъем M12 в корпусе PushPull.



Рис. 1. Разъем HARTING для зарядки автомобиля Snap

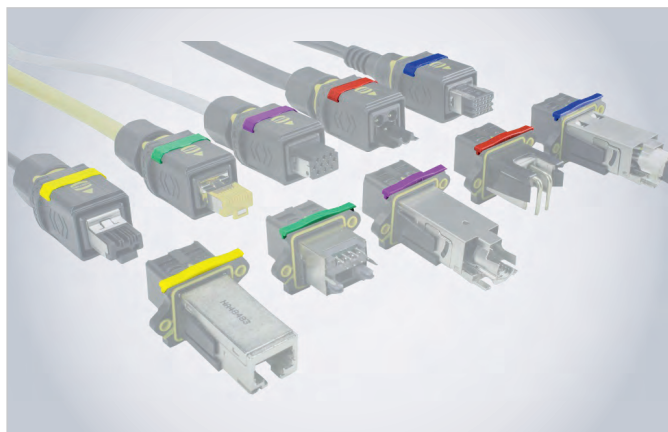


Рис. 2. Разъёмы PushPull V4 в новых корпусах

Новый корпус PushPull V4 изготовлен из другого вида термопластика, чем предыдущая версия, – теперь разъём может выдерживать воздействие агрессивных химических веществ, например смазочно-охлаждающих жидкостей в токарных и фрезерных станках. Разъёмы второго поколения PushPull V4 теперь оснащены одним надёжно закреплённым кабельным вводом для уплотнения и разгрузки от натяжения, в старой версии кабельный зажим состоял из трёх нежёстко закреплённых деталей. Новый ввод имеет большие размеры и позволяет использовать кабели с более широким диапазоном диаметров – от 4,5 до 10 мм. У соединителей второго поколения появилась цветовая маркировка двух уровней: первый уровень (направляющие стрелки) служит для быстрого определения правильной взаимной ориентации штыря и гнезда и выполнения соединения надлежащим образом; второй уровень маркировки может дополнительно применяться для сопоставления штырей и гнезд, если рядом стоит несколько одинаковых разъёмов. Для защиты соединителей от случайного выдёргивания разъёмы нового исполнения оснащены дополнительным фиксирующим кольцом, которое блокирует крепёжный элемент PushPull в подключённом состоянии.

Компания HARTING сделала большой шаг вперёд с Han-Eco®: серия разъёмов с лёгкими пластиковыми корпусами теперь полностью совместима с промышленными металлическими корпусами Han® В (см. рис. 3) – следовательно, все контактные вставки и модули, которые могут быть интегрированы в стандартный металлический корпус, также подходят к соответствующим корпусам Han-Eco® В. Это обеспечивает полную



Рис. 3. Серия корпусов Han-Eco В



Рис. 4. Новый логистический центр HARTING

совместимость данных разъёмов в промышленных условиях. Пользователи могут воспользоваться преимуществами пластика или металла в зависимости от возникающих требований к стоимости и качеству; применение пластика также повышает коррозионную стойкость. Используемый высокоэффективный пластик является огнестойким по классу UL94 V0 и снижает вес корпуса примерно наполовину по сравнению с металлом. В дополнение к использованию с корпусами стандартных контактных вставок-моноблоков можно также применять ассортимент модульных вставок серии Han-Modular® с шарнирной рамой. Металлические шарнирные рамы можно плотно прикрутить к новым корпусам. Серия Han-Eco® обеспечивает полную совместимость во всём ассортименте продукции Han®.

В заключение стоит отметить, что фирма HARTING поддерживает тематику

выставки и к конференции HANNOVER MESSE Preview подготовила экскурсию для международных журналистов в свой новый логистический дистрибуторский центр (EDC) в г. Эспелькампе, строительство которого проходит в ускоренном режиме (см. рис. 4). Открытие нового склада призвано повысить эффективность доставки продукции HARTING: товар будет отправляться к европейским заказчикам в день размещения заказа.

ЛИТЕРАТУРА

1. www.mica.network
2. Пресс-релиз HARTING «HANNOVER MESSE 2018: HARTING relies on “partnering”».
3. Пресс-релиз HARTING «Already on the way to the customer the day the order is received».
4. Пресс-релиз HANNOVER MESSE и CeMAT 2018 «Выводим Индустрию 4.0 на следующий уровень».





ПОДПИСКА НА ЖУРНАЛЫ
УЖЕ ОПЛАЧЕНА
РЕКЛАМОДАТЕЛЯМИ

Бесплатная подписка для специалистов



3 идентичные версии: печатная, электронная, мобильная



Мобильное приложение



App Store Google Play

СОВРЕМЕННАЯ
ЭЛЕКТРОНИКА

Мобильное приложение



App Store Google Play

WWW.CTA.RU

WWW.SOEL.RU

Подписка оформляется на сайтах журналов

Расширяем границы векторного анализа

КОМПАНИЯ ПЛАНАР

ПРЕДСТАВЛЯЕТ АНАЛИЗАТОРЫ ЦЕПЕЙ

СЕРИИ КОБАЛЬТ **C4420**

ДЛЯ РАБОТЫ С ВНЕШНИМИ РАСШИРИТЕЛЯМИ ПО ЧАСТОТЕ



- Миллиметровый диапазон частот
- S-параметры
- Анализ и фильтрация во временной области
- Балансные измерения
- Измерение устройств с переносом частоты
- Антенные измерения
- Измерение параметров материалов
- Измерение на пластине
- Радары

- Прибор может быть предоставлен для тестирования
- Номер 65960-16 в реестре средств измерений



заходите: www.planarchel.ru звоните: +7 (351) 72 99 777
Более полную информацию о технических характеристиках можно получить на www.planarchel.ru

PLANAR
Сделано в России

Осциллографы Rohde & Schwarz

**Абсолютная уверенность
в результатах**

Доверься мнению экспертов.
Сделай правильный выбор на сайте:
www.rohde-schwarz.com/ru/oscilloscopes

