

СОВРЕМЕННАЯ ЭЛЕКТРОНИКА

WWW.SOEL.RU

9

2017

**МИКРОЭЛЕКТРОНИКА
МЕНЯЕТ МИР**



Отечественная
3D-технология при
проектировании РЗА

Российские МЭМС-
датчики давления
жидкости и газа

Технологии для
подключённого и
автономного вождения

Решения HARTING
для ветроэнергетики

Мобильное решение
для отладки в полевых
условиях



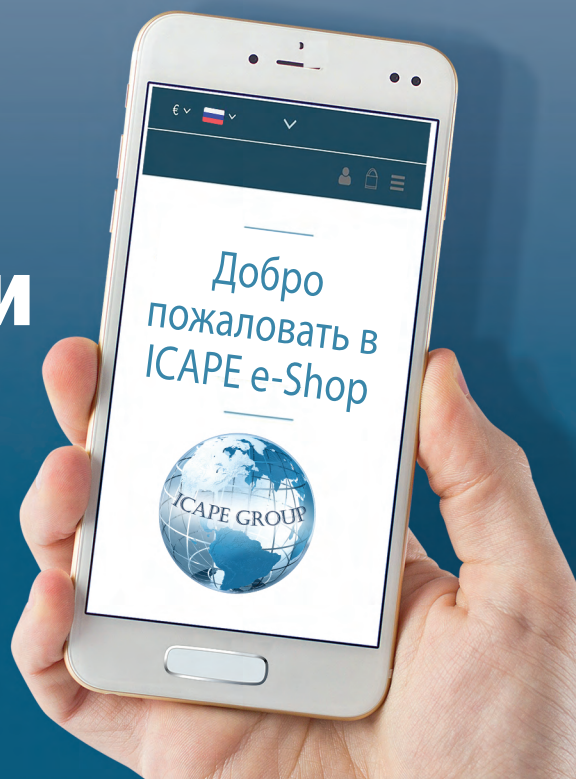
App Store



Google Play



Печатные Платы Технические Детали Ознакомьтесь с нашими предложениями



ICAPE GROUP YOUR EXPERT SERVICES PROVIDER IN CHINA*

€ УРОВЕНЬ ЦЕН

285 специалистов обеспечивают наилучший сервис, отвечающий всем Вашим требованиям. Наш мировой объем закупок позволяет предложить Вам привлекательные цены.

⌚ СКОРОСТЬ

Доставка "до двери" за 7 рабочих дней.
Два онлайн магазина (печатные платы и технические детали) в Вашем распоряжении 24/7.
Доставка точно в срок в 98% случаев.

👍 КАЧЕСТВО

30 лет опыта в производстве и поставках печатных плат. 1150 клиентов в 70 странах по всему миру! Мы являемся членами IPC и имеем сертификацию ISO 9001:2015. Наши поставщики также имеют ISO 14001, ISO/TS 16949, ISO 13485 или AS9100.

ICAPE

Печатные Платы

www.icape-shop.com/ru

CIPEM

Заказные Технические Детали

www.cipem-shop.com/ru

☎ +7 495 668 11 33

🌐 www.icape-group.com/ru

✉ order@icaperussia.com

📰 НОВОСТИ



📍 Российский офис продаж
115114 г. Москва, ул.
Кожевническая д. 10, стр.1

Тел.: +7 495 668 11 33

Головной офис:
Immeuble Volta
33 Avenue du Général Leclerc
92260 Fontenay Aux Roses - France
Тел: + 33 1 58 18 39 10
Факс: + 33 1 46 44 66 95

Офис в Китае:
18F/19F/20F, Parkway Center,
No. 121, Dong Men Zhong Lu,
Тел: + 86 769 8999 7000
Факс: +86 769 8507 6771

*Группа ICAPE - Ваш эксперт в предоставлении услуг по поставкам из Китая

Исследуй платформу неограниченных возможностей

R&S®FSW – анализатор спектра и сигналов высшего класса

Анализатор спектра и сигналов высшего класса FSW, специально разработанный для решения самых технически сложных задач, предлагает пользователю высокое быстродействие, низкий уровень фазовых шумов и ультраширокую полосу анализа сигнала в сочетании с удобным, интуитивно понятным графическим интерфейсом. Все это позволяет легко и оперативно проводить измерения исследуемых устройств, экономя драгоценное время на совершенствование существующих и генерацию новых технологий.

Лучшие ВЧ характеристики в своем классе

- Частотный диапазон: до 90 ГГц без внешних носителей
- Фазовый шум: -138 дБн/Гц при отстройке 10 кГц, на частоте 1 ГГц
- Полоса анализа сигнала со встроенным АЦП: до 2000 МГц

Анализ спектра в реальном времени

- Быстродействие: ROI100% — 0,91 мкс*
- Полоса анализа до 512 МГц

* Узнайте больше в офисах R&S или на нашем сайте

Системный подход к решению задачи

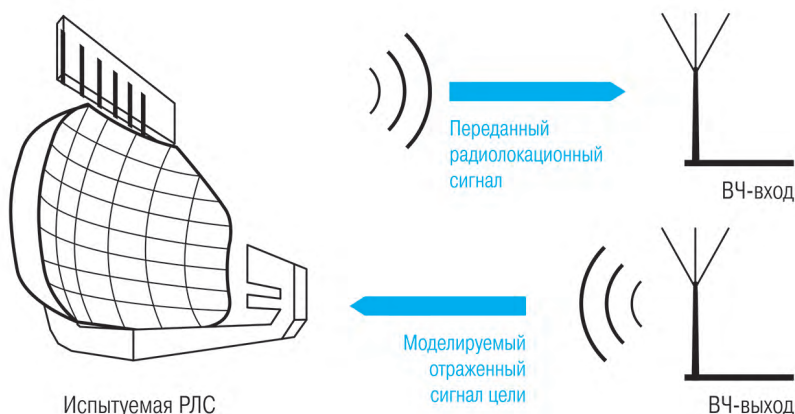
- Гибкая имитация радарных целей
- Запись-воспроизведение сигналов любой формы
- Измерение ГВЗ и др.

Специальные приложения

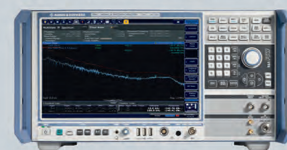
- Измерения фазовых шумов
- Измерения коэффициента шума и усиления
- Автоматический анализ импульсных сигналов, ППРЧ/ЛЧМ сигналов
- Автоматизированный анализ цифровых стандартов передачи данных



Инновационная система для тестирования радиолокационных приемников с использованием генератора целей



Генератор радиолокационных целей



Анализатор сигналов и спектра R&S®FSW

Цифровой I/Q-сигнал



Векторный генератор сигналов R&S®SMW200A

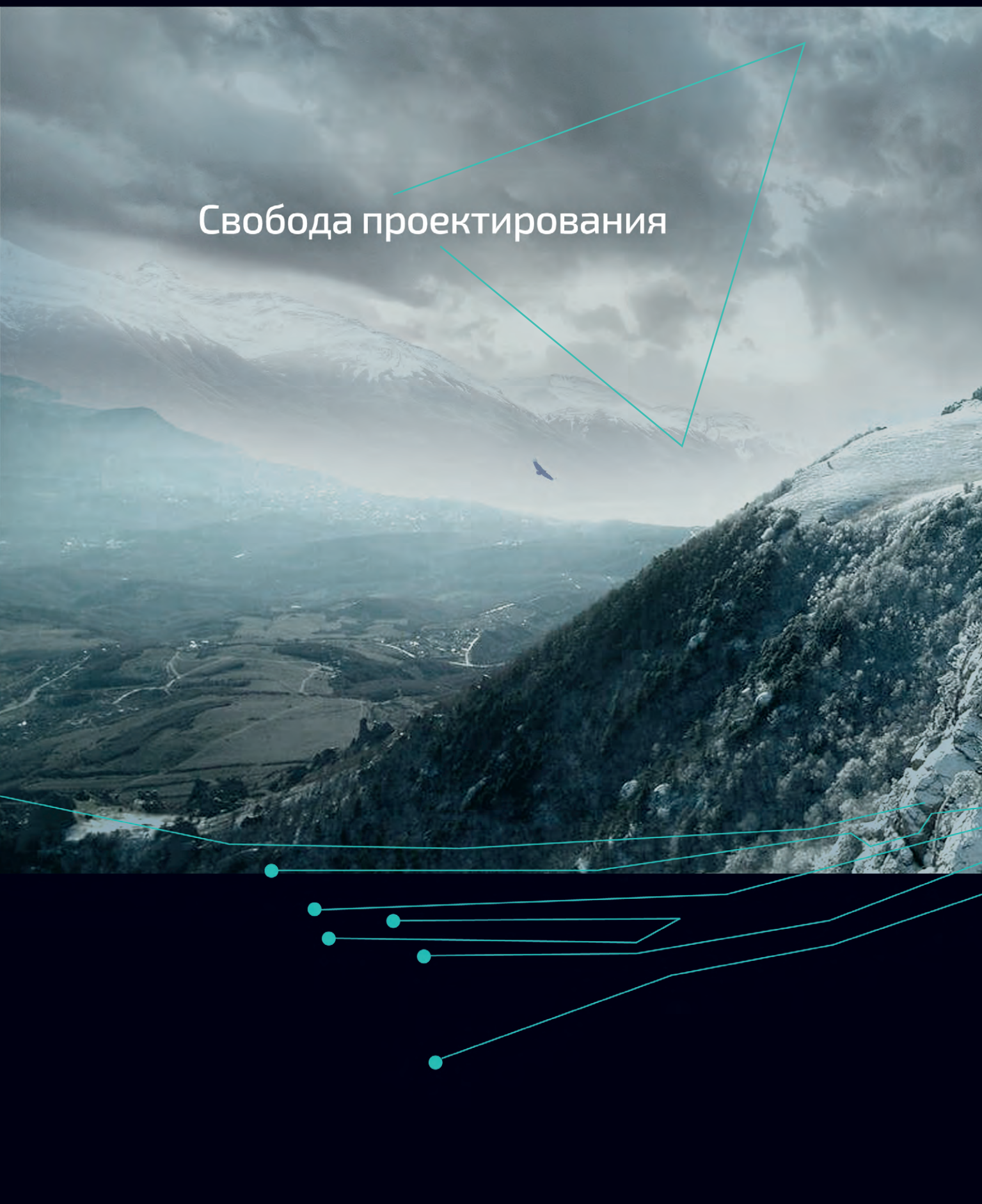
Гибкое решение для генерации целей от компании Rohde & Schwarz на основе генератора R&S®SMW200A со встроенным имитатором замираний и анализатора R&S®FSW, способное моделировать реалистичные некоррелированные отраженные сигналы цели с настраиваемой дальностью, радиальной скоростью и ЭПО для различных видов форм радиолокационных сигналов.

Rohde & Schwarz в России

Тел. +7 (495) 981-35-60

www.rohde-schwarz.com/ru

Свобода проектирования



ИННОВАЦИОННЫЙ ПОДХОД
К ПРОЕКТИРОВАНИЮ ЭЛЕКТРОНИКИ

EREMEX



Скидка 20% по промокоду: DD25X *

* При заказе через сайт указывайте промокод в комментариях.
Скидка 20% распространяется на все продукты компании Эремекс,
действительна до 15.12.2017

www.eremex.ru

+7 (495) 232-1864 / sales@eremex.ru

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
Верстка 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 «МЕДИАКОЛОП».
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 со-
держание 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, 2017

**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 бес-
платной 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

THE ISSUE PERSON

- 4 Cooperation, Flexibility, Persuasiveness:
how DOLOMANT Builds the Relations with Customers**

MARKET

- 10 Russian Market News**

MODERN TECHNOLOGIES

- 16 Complex Design of Radio-Electronic Equipment
with Domestic 3D Technologies Using**

Lev Teverovskiy

- 22 Technology Enablers towards Connected
and Autonomous Driving**

Giacomo Tuveri

- 26 SpaceWire: View from Outside. Part 2**

Valeriy Juravlev, Aleksandr Nemitov, Yuriy Osipov, Andrey Pershin

ELEMENTS AND COMPONENTS

- 32 Perspective Domestic MEMS-Sensors of Pressure
of Liquid and Gas**

Aleksandr Bekmachev

- 36 Modern Products and Technologies of Hamamatsu:
Image CCD Sensors**

Yuriy Petropavlovskiy

- 42 Solutions of HARTING Technology Group for Wind Power**

Olga Romanovskaya

- 46 The Electromechanical Pulse, Bistable, Polarized
and Step Relays**

Konstantin Trutko

DEVICES AND SYSTEMS

- 52 DC/DC Modules with Power up to 15 W for Space
Equipment for 27 and 100 V**

Vladimir Kotov, Evgeniy Ceveljuk, Vladimir Tokarev

- 56 Portable Oscilloscope of R&S Scope Rider:
the Mobile Solution for Debugging in Field Conditions**

Markus Herdin

ENGINEERING SOLUTIONS

- 62 Stabilizers on AMPs and Powerful Field-Effect Transistors
with the Active Electronic Filter and Over-Current Protection.
Part 1**

Aleksey Kuzminov

DESIGN AND SIMULATION

- 68 OCW Coffee-Can Radar Optimized in NI AWR Design
Environment**

Dr. Jim Carroll and Dr. Gent Paparisto

- 72 Polygonal Objects of the PCB in the Environment
of Altium Designer: General Working Methods. Part 1**

Aleksey Yakubenko

EVENTS

- 78 The Microelectronics Changes the World**

- 84 MAGAZINE SUBJECT INDEX 2017**

СОДЕРЖАНИЕ 9/2017

ПЕРСОНА НОМЕРА

- 4** Кооперация, гибкость, убедительность: как ДОЛОМАНТ строит отношения с заказчиками

РЫНОК

- 10** Новости российского рынка

СОВРЕМЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ



ИМПОРТОЗАМЕЩЕНИЕ

- 16** Комплексное проектирование РЗА с использованием отечественной 3D-технологии

Лев Тверовский

- 22** Передовые технологии для подключённого и автономного вождения

Джакомо Тувери

- 26** SpaceWire: взгляд со стороны. Часть 2

Валерий Журавлёв, Александр Немытов, Юрий Осипов, Андрей Першин

ЭЛЕМЕНТЫ И КОМПОНЕНТЫ



ИМПОРТОЗАМЕЩЕНИЕ

- 32** Перспективные отечественные МЭМС-датчики давления жидкости и газа

Александр Бекмачев

- 36** Современные продукты и технологии Hamamatsu: ПЗС-датчики изображения

Юрий Петропавловский

- 42** Решения HARTING Technology Group для ветроэнергетики

Ольга Романовская

- 46** Электромеханические импульсные, бистабильные, поляризованные и шаговые реле

Константин Трутко

ПРИБОРЫ И СИСТЕМЫ

- 52** DC/DC-модули мощностью до 15 Вт для бортового питания на 27 и 100 В

Владимир Котов, Евгений Цевелюк, Владимир Токарев

- 56** Портативный осциллограф R&S Scope Rider: мобильное решение для отладки в полевых условиях

Маркус Хердин

ИНЖЕНЕРНЫЕ РЕШЕНИЯ

- 62** Стабилизаторы на ОУ и мощных полевых транзисторах с активным электронным фильтром и защитой от превышения тока. Часть 1

Алексей Кузьминов

ПРОЕКТИРОВАНИЕ И МОДЕЛИРОВАНИЕ

- 68** Оптимизация конструкции «кофейного» радара при помощи NI AWR Design Environment

Джим Кэрролл, Джент Папаристо

- 72** Полигональные объекты печатной платы в среде Altium Designer: общие приёмы работы. Часть 1

Алексей Якубенко

СОБЫТИЯ

- 78** Микроэлектроника меняет мир

- 84** СВОДНОЕ СОДЕРЖАНИЕ ЖУРНАЛА ЗА 2017 ГОД

Кооперация, гибкость, убедительность: как ДОЛОМАНТ строит отношения с заказчиками

Направления, в которых происходит развитие производственного предприятия ДОЛОМАНТ в плане выполнения специальных требований контрактных заказчиков, обусловлены спецификой российского рынка электроники ответственного применения.

Своё влияние на неё оказали такие факторы, как полная смена в стране экономической модели, насущная потребность в обновлении компонентной базы, внесения изменений в конструкторскую документацию заказчика, особенности приёмки изделия и постановки его в серию, а также нюансы работы в кооперации со сторонними производствами.

На данный момент контрактное производство ДОЛОМАНТА прошло впечатляющий путь – от рафинированной контрактной сборки (пайки и сборки модулей по конструкторской документации (КД) заказчика) до перехода на проектную работу, которая в идеале включает в себя создание полностью готового, собранного, протестированного изделия с климатическими и прочими испытаниями с применением стендов и оснастки собственного изготовления – от модуля до блока и шкафа, к тому же не по готовой отлаженной КД, а в ходе совместных с заказчиком опытно-конструкторских работ, с подготовкой производства и выпуска серийных партий изделий, предоставлением клиенту технической поддержки и своевременной реновации КД.

Однако на данный момент не все клиенты готовы к такому формату сотрудничества, ведь когда речь идёт о серьёзном проекте крупного заказчика, то обычно этот заказчик – плоть от плоти некогда развитой промышленности, выросший корнями в советские времена и вышедший из той эпохи со всем сопутствующим наследием в виде цепочки поставщиков – «старой гвардии», с которой налажены многолетние, исторические уже связи. Кооперация зачастую базируется не на поиске эффективного решения, а на административных директивах, если звенья кооперации находятся внутри зачастую формально связанных в некий концерн предприятий. Задача технических специалистов, проектных менеджеров компании ДОЛОМАНТ – убедить заказчика или «исторически сложившуюся» группу участников производственного процесса, что ДОЛОМАНТ по определённым, поддающимся рас-

чёту, анализу и проверяемым критериям лучше, выгоднее, безопаснее, надёжнее. Это возможно, естественно, только в тех случаях, когда цель самого проекта предполагает достижение реального, конкретного результата, а не закрытие строки бюджетного ОКР.

Далее речь пойдёт о сферах, в которых ДОЛОМАНТ имеет преимущество на рынке заказных разработок и контрактного производства либо прилагает активные усилия, чтобы это лидерство завоевать.

Мягкая сила

Сегодня ДОЛОМАНТ готов брать любые контрактные заказы – от одного-двух опытных образцов до крупных серий – и монтировать их «под ключ». После или во время монтажа высококвалифицированные технологи компании высказывают предложения по изменению конструкторской документации, замене материалов, улучшению технологии изготовления изделия. Заказчик анализирует эти предложения и обычно, как истинный консерватор, после очередной производственной и маркетинговой итерации устаёт, ослабляет оборону и, видя конечный продукт, начинает задумываться... Постепенно заказчик приходит к пониманию, что, если прислушаться к мнению технологов, инженеров и менеджеров ДОЛОМАНТА, изделие будет выпускаться быстрее, качественнее и надёжнее. Хорошо, если это происходит эволюционно, но нередко поверить специалистам ДОЛОМАНТА, лучшим, пожалуй, в отрасли, заставляет «авария», отказы изделий не по вине производителя либо невозможность достижения заявленных требований. По этой внятной, но требующей огромных временных,

кадровых и производственных ресурсов модели и происходит развитие контрактного направления компании на протяжении всех 15 лет существования.

Неподдающиеся, или новое – это хорошо забытое старое

Правда, применять такую мягкую силу можно только по отношению к клиентам, готовым динамично реагировать на реальную ситуацию в отрасли, рынке новых материалов, компонентов, методов и приёмов. Намного сложнее положение заказчиков, по каким-либо субъективным (отсутствие собственных специалистов, готовых оценить реновации и изменения, использование КД, принадлежащей сторонним организациям, без права доработок) либо объективным (присвоенная серийная литерность КД, сложность проведения полного цикла согласования изменений и испытаний) причинам не имеющих возможности быстро адаптироваться к реалиям.

Консервативность таких заказчиков и образованных ими структур зачастую имеет веские причины и многолетнюю историю. В этом случае преодоление сопротивления переменам происходит разными путями.

Один из вариантов – когда часть старых технологий утеряна или ими тяжело пользоваться, а результат уже не удовлетворяет критериям воспроизводимости и надёжности. В этом случае ДОЛОМАНТ осваивает для конкретного заказчика или группы таких заказчиков эти технологии вновь. Простой и понятный пример: формовка выводов импортных или, чаще, отечественных компонентов под требование КД конкретного проекта. Большинство компонентов можно заказать уже отформованными непосредственно на заводе-изготовителе. Но их закупкой у заказчика обычно занимаются отделы закупки, материально-технического снабжения или маркетинга. В лучшем случае в таких отделах есть грамотные специалисты, разбирающиеся в элементной базе, но специалисты таких отделов крайне далеки от конструкторов и производства, они видят позицию в каталоге производителя и по артикулу заказывают её. В результате ДОЛОМАНТ получает ком-



ПРОИЗВОДСТВО ЭЛЕКТРОНИКИ ОТВЕТСТВЕННОГО ПРИМЕНЕНИЯ
ДЛЯ СЛОЖНЫХ УСЛОВИЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ



15 ЛЕТ ПЕРЕДОВЫМ
СТАНДАРТАМ
ПРОИЗВОДСТВА

*Экспериментируя с новым, мы сохраняем лучшее,
развиваясь в соответствии с задачами партнеров и заказчиков.*

*Благодарим всех участников сложного, общего для всех нас дела –
внедрения ответственной отечественной электроники –
и призываем вас в следующее «пятнадцатилетие»!*



1100 проектов



72 000 наименований



2 100 000 изделий



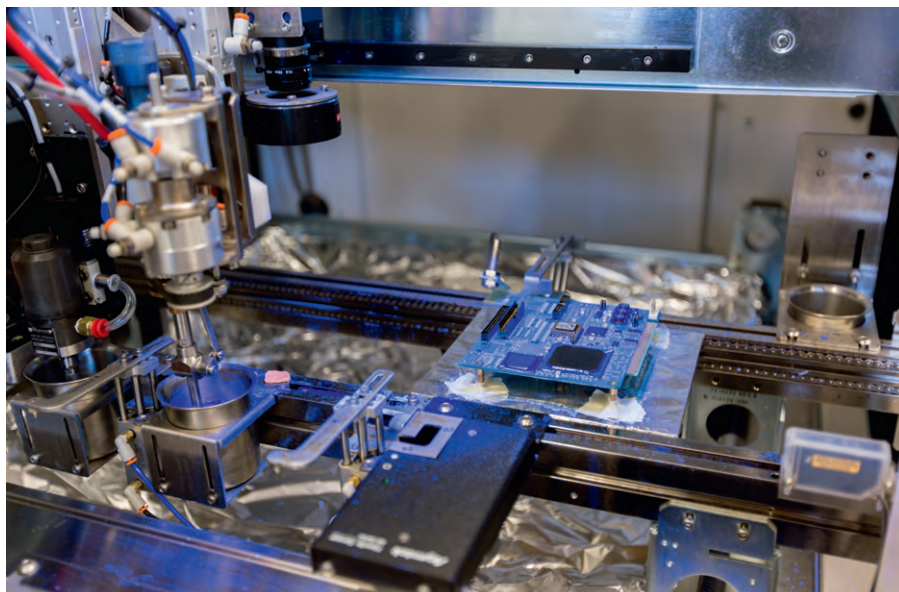
(495) 739-07-75



product@dolomant.ru



www.dolomant.ru



понтент, который в существующем виде не может быть установлен. Каковы пути решения проблемы? Искать контрагента самостоятельно – обычно это крупные профильные госкомпании, которые плотно работают с одним из типов компонентов для собственных нужд, но не заинтересованы в оказании кооперативных услуг сторонним клиентам, – или разрабатывать оснастку собственными силами и осваивать соответствующие технологии? ДОЛОМАНТ располагает механическим цехом, разработчиками и инженерами для подобных работ, фактически восстанавливая полный непрерывный технологический процесс. Но сфера электроники очень широка, охватить все типы комплектующих возможно, но в случае разовых проектов слишком долго и дорого. Поэтому некоторые компоненты эффективнее, пусть и с определённой потерей управляемости по срокам и качеству, формировать на условиях кооперации.

Какой тип сотрудничества подразумевает кооперация?

Это сотрудничество с производителями, с которыми уже, как правило, налажено долгосрочное партнёрство, при этом ДОЛОМАНТ полностью отвечает за изделие, которое выпускает. Любые работы жёстко принимаются ОТК, вне зависимости от того, были работы отданы контрагенту или изготовление проходило в собственных цехах, поскольку надёжность и качество готового продукта не должны зависеть от места выпуска. Ответственность не делится, а целиком и полностью лежит на контрактном производителе.

Если приведённый выше пример с формовкой компонентов показывает устойчивые позитивные результаты, с другими областями кооперации вовсе не всё так безоблачно. Например, изготовление специализированных гальванических покрытий в условиях «жёсткого производства», так называемой «грязной химии», на данном этапе развития компании собственными силами неэффективно. Технико-экономический анализ организации такого цеха говорит пока в пользу поиска удачного партнёрства в кооперативной цепочке – это серьёзная, сложная область производства, качественная реализация которой требует привлечения очень больших и разноплановых ресурсов (финансовых, организационных, кадровых и т.п.). Для принятия решения о создании собственного производства высшего класса необходима уверенность в его многолетней загрузке: только так можно осваивать и, главное, поддерживать передовые технологии, принимать и растить кадры для производства и контроля процессов. На сегодняшнем этапе развития ДОЛОМАНТА подобного рода работы передаются сторонним партнёрам, выбор которых – отдельное направление деятельности компании, равно как и выстраивание общих подходов к постановке задач, применяемым технологиям, методам контроля и принципам общей хозяйственной деятельности. Однако в силу сложившейся в отечественной промышленности ситуации качество выполняемых ими работ не всегда соответствует требованиям ДОЛОМАНТА, а значит, и его заказчика. Поэтому количество

итераций по устранению недостатков возрастает, что ведёт к увеличению срока реализации проекта. В целом следует признать, что любое неналаженное, первое или несерийное обращение к контрагенту, как правило, приводит к этому результату: процессы на собственном производстве легче контролировать, оперативно корректировать, что крайне трудно в случае кооперации. И это один из вызовов, с которыми приходится справляться компании.

Очевидно, однако, что полный перевод всех процессов на собственные производственные мощности потребует огромных площадей, оборудования, которое даже в случае временного простоя нуждается в техническом обслуживании, а кадровые сотрудники – в обучении и постоянной практике. Простаивание мощностей или узкая номенклатура изделий и технологических операций не только могут в несколько раз увеличить себестоимость работ, но, что ещё хуже, привести к деградации технологий и специалистов. Именно так разрушались бывшие флагманы отрасли.

Иногда «уютные» технологии приходится менять

Когда освоение заново привычной заказчику технологии, по мнению ДОЛОМАНТА, уже не имеет смысла, компания предлагает попробовать что-то новое. Такие попытки бывают успешными даже в случае сложного, консервативного по своей природе и применимости проекта, хотя и сопряжены с огромными усилиями специалистов компании. Осторожность заказчика легко понять: изменение изделия и конструкторской документации требует серьёзных ресурсов, зачастую – сразу нескольких смежных предприятий, не говоря уже о необходимости проведения дополнительных испытаний. В любом случае периодически это становится вынужденным шагом, и делать его приходится, поскольку компонентная и материальная базы устаревают, требования к изделиям ужесточаются и расширяются. Изделие перерабатывается, и при этом удаётся внедрить некоторые наиболее критичные для достижения успеха из предложений ДОЛОМАНТА, а в результате получить более технологичную и современную разработку, имеющую перспективы на рынке. Отрадно, что в этой сфере наблюдается позитивная тенденция: всё чаще заказчики приходят к осознанию необ-

На правах рекламы

ходимости перемен, даже несмотря на сопряжённые с процессом сложности и затраты. Но результат значительно превосходит вложенные усилия.

КОММЕРЧЕСКИЕ ЗАКАЗЧИКИ – КТО ОНИ?

Одним из результатов последнего экономического кризиса стал практически окончательный уход с рынка отечественного контрактного производства электроники заказчика потребительской электроники. Максимум, что наблюдается в этой области, – это условные «стартапы», охватывающие ОКР и первые маркетинговые партии нового товара. Производственная база основной потребительской электроники остаётся в регионах ЮВА, поэтому можно сказать, что российские компании, действующие в этой сфере, сконцентрировались на продукции специального назначения и ответственного применения, включая такие отрасли, как телекоммуникации, связь, атомная энергетика, железнодорожный транспорт и т.п. Это так называемая «нишевая электроника», обеспечивающая ключевые и критические процессы.

У заказчиков данного типа даже при наличии не устаревшей документации нередко подразумевается старая компонентная база, которую либо уже невозможно приобрести, либо на неё объявляется «срок последнего заказа», а значит, её приходится упреждающе заменять, предлагать аналоги. При этом нередко прямых аналогов не предусматривается и необходимо перерабатывать схему, конструктив и программное обеспечение изделия. Самостоятельно заказчик подобрать замену может далеко не всегда – и здесь возникает ещё одна серьёзная проблема – нехватка на стороне заказчика конструкторских и инженерных кадров, способных провести такое замещение полноценно, с учётом всех аспектов производства и, соответственно, функциональности изделия. Значит, поиск решения, разработка новой документации, изменение технологии производства, проведение масштабных технологических опытных работ и дополнительных испытаний – ещё одна, остро востребованная компетенция ДОЛОМАНТА.

В последнее время – с учётом существующих политически обусловленных ограничений и продиктованной ими программы импортозамещения – поставки и применение критичных зарубежных компонентов сокра-



тились радикально, а значит, самое пристальное внимание компания уделяет сотрудничеству с отечественными поставщиками. Здесь ситуация, хотя и медленно, меняется в лучшую сторону, однако остаётся далёкой от требуемых стандартов для производства изделий ответственного применения.

ОТКУДА БЕРУТСЯ КРУПНОСЕРИЙНЫЕ ЗАКАЗЧИКИ?

Годы работы над различными проектами в сфере разработки и производства электронных изделий специального назначения убедили специалистов ДОЛОМАНТА, что с крупносерийным заказчиком нужно работать бережно и скрупулёзно.

Всё начинается с тщательного изучения поступившего для анализа проекта пока ещё несерийного заказчика, поскольку от предварительной подготовки зависит в конечном счёте успех всего проекта на протяжении всего его жизненного цикла. Разработка проекта, подготовка предложения, длительные этапы согласования, опытные образцы, согласование предложений технологов, установочная серия, малое серийное производство – и лишь после этого заказчик может быть уверен в успехе перехода к крупной партии или прогнозируемой многолетней программе.

На данный момент основная сфера, над совершенствованием которой работает компания, – это снижение сроков подготовки предложения. С одной стороны, длительность процесса подготовки проектного предложения может стать причиной ухода заказчика к более расторопному кон-

куренту, с другой – вызвана она тщательнейшей проработкой всех аспектов процесса создания и тестирования изделия, изготовления опытных образцов и контроля качества, что в конечном итоге обеспечивает преимущество ДОЛОМАНТА как ответственного и высококомпетентного производителя. Выбор конкретного поставщика остаётся за заказчиком и будет безошибочным, если он своевременно и грамотно прогнозирует будущее своего проекта, а не концентрируется на сиюминутной потребности.

ДОЛОМАНТ считает для себя недопустимым, например, принять заказ, а затем уведомить клиента об отсутствии оснастки, невозможности выполнить задание в заданных критериях применимых технологий и сроков, поскольку дорожит репутацией в отрасли, уважением заказчиков и долгосрочными партнёрскими связями.

Немалую роль здесь играет и маркетинговая поддержка клиента – все без исключения коммерческие и маркетинговые специалисты компании имеют конструкторский или инженерный опыт, что является конкурентным преимуществом и обеспечивает детальную проработку каждого из аспектов проекта на любом этапе, от предложения услуг и предварительного анализа «совместимости» до поддержки заказчика, получившего готовый продукт из цехов компании.

При получении заказа специалисты ДОЛОМАНТА тщательно изучают конструкторскую документацию, снимают большинство вопросов с клиентом заранее, в результате чего заказчик должен быть убеждён объективно, что

получит изделие требуемого качества и надёжности с заявленными конструктивными параметрами. Любые «фантазии» и упрощения без согласования сторон категорически недопустимы, равно как нарушение сроков исполнения. Затраты ресурсов компании на предварительную проработку проектов зачастую выше, чем непосредственно на производство. Именно поэтому потеря заказчика или его проекта по любой причине является для компании серьёзной неудачей, требующей анализа. К счастью, благодаря самой тщательной предварительной подготовке подобные ситуации нетипичны для компании.

Успешное развитие отечественной электроники подразумевает гармонию всех процессов: материалов, компонентов, технологии и возможностей смежных производств, обучение разработчиков, технологов, маркетологов, следование современным мировым тенденциям и сохранение



решений. ДОЛОМАНТ стремится не только занять лидерские позиции в своей нише, но и оставаться динамичным успешным предприятием завтра. Без партнёров и заказчиков это практиче-

ски невозможно или как минимум бессмысленно. Как показала практика первых 15 лет развития компании, успех ДОЛОМАНТА – это совокупность успехов его партнёров и клиентов. 

НОВОСТИ МИРА

СБЕРБАНК ПЕРВЫМ В РОССИИ ВВЁЛ ТЕХНОЛОГИЮ РАСПОЗНАВАНИЯ ЛИЦА В ИНТЕРНЕТ-БАНКЕ ДЛЯ БИЗНЕСА НА WINDOWS 10

Сбербанк выпустил новую версию интернет-банка для корпоративных клиентов на операционной системе Microsoft Windows 10. «Сбербанк Бизнес Онлайн» стал первым в России интернет-банком для бизнеса с аутентификацией по лицу.

Для входа в интернет-банк используется технология биометрической аутентификации Windows Hello, применяемая в операционной системе Windows 10. Функционал Windows Hello включает в себя сканирова-

ние радужной оболочки глаза, отпечатка пальца и систему распознавания лица.

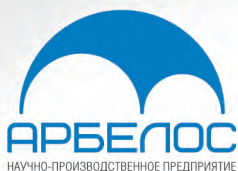
Характерной особенностью Windows 10 является поддержка мультиплатформенных приложений. Скачав и установив «Сбербанк Бизнес Онлайн» для Windows 10 из магазина Microsoft, пользователи смогут работать в единой среде с любых устройств: с компьютера, планшета, ноутбука или смартфона.

«В этой версии клиентам уже доступны работа со счетами и платежами, история операций, курсы валют», – рассказал Анатолий Попов, старший вице-президент, руководитель Корпоративного блока Сбербанка. – Версия для Windows 10 даёт нашим клиентам целый ряд преимуществ по сравнению с традицион-

ными банк-клиентами. Пользователю не нужно думать о том, каким браузером он пользуется (не все браузеры совместимы с интернет-банками) и не устарела ли версия интернет-банка (обновление происходит автоматически)».

«Это активно растущая аудитория. В настоящее время не менее 256 тысяч пользователей «Сбербанк Бизнес Онлайн» работают на Windows 10, что составляет 16% от общего числа пользователей нашего интернет-банка, – сообщил Евгений Колбин, директор дивизиона «Цифровой корпоративный банк». – Мы рассчитываем на то, что в течение 2018 года доля пользователей «Сбербанк Бизнес Онлайн» на Windows 10 увеличится до 50%».

Пресс-служба Сбербанка России



РОССИЙСКИЙ РАЗРАБОТЧИК И ПРОИЗВОДИТЕЛЬ

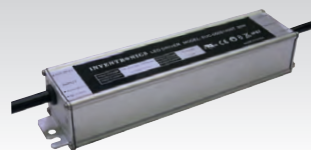
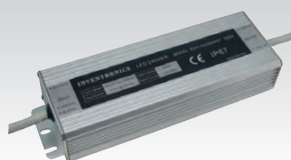
- Разработка герметичных DC/DC-преобразователей для ответственных применений
- Разработка и производство мощных источников питания для авиационной аппаратуры
- Разработка заказных силовых и ВЧ/СВЧ-модулей
- Производство дискретных силовых компонентов в керамических корпусах
- Разработка и проведение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

ProCHIP
POWERED BY PROSOFT

ОФИЦИАЛЬНЫЙ ДИЛЕР

АКТИВНЫЙ КОМПОНЕНТ ВАШЕГО БИЗНЕСА
(495) 232-2522 • INFO@PROCHIP.RU • WWW.PROCHIP.RU

Реклама



Компания XLight представляет широкий спектр источников питания INVENTRONICS для систем светодиодного освещения мощностью от 36 до 300 Вт

Серия EUC – источники питания со стабилизированным выходным током от 350 мА до 8,33 А

Серия EUV – источники питания со стабилизированным выходным напряжением от 12 до 54 В

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



Новости российского рынка

РЫНОК

ICAPE: новые услуги – новые возможности!

Начиная с 1999 года компания ICAPE специализируется на производстве печатных плат и постоянно работает над улучшением качества продукции и предоставляемых услуг.

Два года назад был запущен интернет-магазин ICAPE – у европейских клиентов появилась возможность заказывать продукцию всего в несколько кликов. Данный онлайн-сервис позволяет получить высококачественные печатные платы из Китая всего за 7 дней.

Поскольку интернет-магазин ICAPE хорошо зарекомендовал себя среди клиентов в Европе, а интерес к нему стремительно растёт, компания решила запустить аналогичный проект и для российского рынка.

В сентябре 2017 появилась русская версия онлайн-магазина ICAPE, созданная для удобства клиентов из России: теперь рас-



считывать стоимость печатных плат и размещать заказ стало намного проще.

В настоящий момент на сайте ICAPE можно заказать печатные платы с различными характеристиками и в любых объёмах: от прототипных до партий размером 20 м², от простых однослойных до сложных десятислойных плат. Также доступны алюминиевые платы и трафареты, которые можно доставлять вместе с основным заказом.

Теперь онлайн-платформа ICAPE предоставляет возможность постоянным и потенциальным клиентам самостоятельно размещать свои заказы и очень быстро получать высококачественные печатные платы с доставкой.

Время производства может составлять даже один день, в зависимости от используемых технологий и сложности изготавливаемой продукции, а доставка до двери занимает примерно 7 рабочих дней.

Попробуйте новый сервис прямо сейчас на www.icape-shop.com/ru!

Дополнительные вопросы можно направлять в онлайн-поддержку в чате или по электронной почте. Московский офис по работе с клиентами сделает всё возможное, чтобы ответить на Ваши вопросы и, при необходимости, помочь с размещением заказа.

www.icape-group.com/ru

Тел.: (495) 668-11-33

ПРИБОРЫ И СИСТЕМЫ

Испытания российских машин серии BLOK на платформе Intel 7-го поколения успешно завершены

Специалисты «РТСофт» успешно завершили процесс валидации новейших мобильных встраиваемых компьютерных платформ компании Intel 7-го поколения с кодовым наименованием Kabylake для собственной программы выпуска безвентиляторных промышленных компьютеров BLOK Industrial (ЛКЖТ.466259.012TY O1) и BLOK Rugged (ЛКЖТ.466259.023TY O1).

Успех валидации позволяет команде «РТСофт» и её партнёрам вывести на рынок ультрасовременное инженерное решение с опережением или в полном соответствии с темпами развития мировой компьютерной индустрии в примерно аналогичных классах промышленного и специального компьютерного оборудования для энергетики, транспорта, промышленности и специальных приложений.

В качестве целевых платформ валидации использовались топовые версии Core i7-7820EQ с чипсетом QM175 и Xeon E3 1505M v6 с графикой P630 и чипсетом CM238.



Машины BLOK успешно прошли все стадии функционального и краш-тестирования в рамках Windows и Linux, подтвердив полное соответствие требованиям конструкторской документации.

По словам директора по развитию бизнеса «РТСофт» Александра Ковалёва, «валидация мобильных платформ Kabylake для линеек BLOK – это необходимый и естественный процесс поддержки конкурентоспособности собственных продуктов в контексте роста производительности, ценовой и энергоэффективности, функциональности и длительности жизненного цикла, а также уверенности наших клиентов в разумности инвестиций в классные отечественные платформы серий BLOK».

Седьмое поколение мобильных Intel Core и Xeon позволяет сохранить и частично

улучшить все основные конкурентные преимущества машин серии BLOK, в том числе для задач кибербезопасности.

Архитектура машин серии BLOK построена на модульной модернизируемой платформе COM Express Type 6 (PICMG COM.0) на базе встраиваемых (embedded) микропроцессоров Intel Core и Xeon 4–7-го поколений. Она позволяет гарантировать актуальность свойств и использовать все лучшие мировые инструментальные средства разработки для реализации важнейших инженерных и бизнес-концепций в IT-индустрии для различных рынков: IoT, IIoT, Fog Computing, Cloud Computing, Industrial Revolution 4.0 и др.

Критично повышает конкурентоспособность машин возможность использовать наиболее актуальные технологии в разра-

ботке продвинутых гетерогенных и графических приложений: OpenCL 2.1, MS C++ AMP, DirectX 12, OpenGL 5.0 и др.

Благодаря открытой и стандартной архитектуре гарантируется великолепная совместимость с самым современным системным ПО класса Linux, Windows, OCPB и гипервизорами. Компьютеры серии BLOK способны функционировать в стандартном ($-10...+50^{\circ}\text{C}$) и расширенном ($-40...+70^{\circ}\text{C}$) диапазонах температур.

Машины обеспечены высоким уровнем сертификационной и лицензионной поддержки. Имеют сертификаты ГОСТ Р и Таможенного союза, СТ-1 ТПП вместе с сертификатами и лицензиями АО «РТСофт»: TÜV ISO 9001-2008, ФСТЭК, Ростехнадзора, Минпромторга на разработку ВБТ и др.

По требованию партнёров изделия обеспечиваются большим числом удобных поддерживаемых сервисов: инженерной кастомизации аппаратного и программного обеспечения, СИИСП, а также отраслевыми аккредитациями и сертификациями. Предметом сервисов могут быть UEFI/BIOS, подсистемы ввода/вывода, готовые BSP в целевые операционные системы, протокольные стеки, системы встроенного тестирования и т.п.

Машины BLOK на базе 7-го поколения процессоров Intel доступны для заказа и бесплатного тест-драйва с длительной фирменной гарантией: 3, 4 или 5 лет.

Дополнительную информацию о компьютерах серии BLOK можно получить на обновлённом сайте <http://blok.rtsoft.ru/> или в офисах компании «РТСофт».

ВЕКТОРНЫЙ РЕФЛЕКТОМЕТР CABAN R60 от компании «ПЛАНАР»

ООО «ПЛАНАР» представляет векторный рефлектометр CABAN R60.

Прибор предназначен для измерений комплексного коэффициента отражения в различных коаксиальных и волноводных трактах в диапазоне частот от 1 МГц до 6 ГГц.

Лёгкий и компактный (размеры – $161 \times 65 \times 28$ мм; вес – 350 г) рефлектометр можно эксплуатировать как в полевых условиях, так и на промышленном производстве и в лабораториях, а также в составе автоматизированных измерительных станций.

CABAN R60 можно непосредственно подключать к измеряемому устройству без использования измерительного СВЧ-кабеля. Это повышает точность измерений, удешевляет эксплуатацию прибора и позволяет экономить время на процедуру кали-



бровки, которую можно выполнять реже и в удобных условиях.

Рефлектометр работает под управлением внешнего компьютера. Питание прибора и связь с компьютером осуществляются по USB-интерфейсу. Программное обеспечение позволяет использовать векторный рефлектометр как с персональными компьютерами, так и с планшетами.

Основные характеристики:

- диапазон частот от 1 МГц до 6 ГГц;
- импеданс 50 Ω ;
- число портов: 1, тип N, вилка;
- измеряемые параметры: S11, потери в кабеле / S11, IS21I, IS12I, S22 (при использовании двух рефлектометров);
- динамический диапазон измерений (при полосе фильтра ПЧ 100 Гц) – 109 дБ (тип.);
- диапазон регулирования выходной мощности от -40 до 0 дБ/мВт (тип.);
- время измерения на одной частоте 100 мкс;
- потребляемая мощность 3,5 Вт.

www.planarchel.ru

Тел.: 8 (351) 72-99-777

МИНИАТЮРНЫЙ ВЫСОКОВОЛЬТНЫЙ ДЕЛИТЕЛЬ НАПЯЖЕНИЯ 1000:1 – РАБОЧИЙ ДИАПАЗОН от 1000 до 25 000 В

Для измерений высокого напряжения в лабораторных условиях, организации контрольных точек в системе и контроля контура обратной связи компания XP Power предлагает использовать в качестве вспомо-

гательного оборудования миниатюрный делитель высокого напряжения V1G с низким дрейфом.

Высоковольтный делитель обеспечивает низковольтный выход от напряжений в диапазоне от 1 до 25 кВ. Делитель с коэффициентом деления 1000:1 внутренне скомпенсирован для работы с цифровым мультиметром с входным импедансом 10 МОм. Допустимое отклонение коэффициента деления менее 1%, температурный дрейф ниже 50 ppm/ $^{\circ}\text{C}$.

Этот делитель обеспечивает решение с низкой себестоимостью для измерения высокого напряжения без дорогого и громоздкого пробника и без опасности открытого резистора. Использование технологий высоковольтной герметизации позволяет защитить делитель от проблем, которые случаются, когда высокое напряжение подвергается воздействию пыли и влаги.

Выводы для сквозного монтажа и установочные отверстия делают этот модуль идеальным для монтажа на печатную плату.

Подключение к высокому напряжению производится через 30 кВ провод с силиконовой изоляцией (сечение 0,322 мм², внешний диаметр 0,643 мм). Габаритные размеры корпуса делителя 76,2×24,5×12,7 мм. Вес приблизительно 28,3 г.

Делитель V1G является идеальным вспомогательным оборудованием для работы совместно с высоковольтными преобразователями напряжения, предлагаемыми компанией XP Power под торговой маркой XP EMCO.

www.prosoft.ru

Тел.: (495) 234-0636



ЭЛЕМЕНТЫ И КОМПОНЕНТЫ

ИМС ЧЕТЫРЁХКАНАЛЬНОГО СУПЕРВИЗОРА ПИТАНИЯ С КОНТРОЛЕМ ЧЕТЫРЁХ НАСТРАИВАЕМЫХ НАПРЯЖЕНИЙ ИСТОЧНИКОВ ПИТАНИЯ

В рамках ОКР «Визирь-2» разработана микросхема категории качества «ВП» четырёхканального супервизора питания с контролем настраиваемых напряжений от четырёх источников питания и формированием сигнала «Сброс».

Микросхема предназначена для применения в РЭА специального назначения.

ИМС изготавливается в металлокерамическом CLCC-корпусе 5119.16-А и функционирует при температуре от -60 до $+125^{\circ}\text{C}$.

Функциональный аналог представленной ИМС – микросхема MAX16001E компании Maxim Integrated.

В таблице представлены основные параметры и функциональные особенности анонсируемой ИМС.

В разработанной ИМС запроектированы:

- четыре настраиваемых канала для возможности контроля четырёх независимых первичных источников питания;
- встроенная функция «Сброс от кнопки»;
- сброс по переполнению сторожевого таймера.

Микросхема содержит следующие основные блоки: источник опорного напряжения, блок резистивных делителей, блок компараторов, схему формирования сигнала «Сброс», коммутатор, схему управления выходом и сторожевой таймер.

Каждый канал микросхемы (по входам IN1, IN2, IN3, IN4) имеет свой независимый компаратор. К четырём настраиваемым каналам предполагается подключение внешних резистивных делителей, рассчитанных для контроля источников питания с разными напряжениями.

ИМС обладает следующими функциональными возможностями:

1. Формирование сигнала «Сброс» $\overline{\text{RESET}}$ от внешней кнопки по входу $\overline{\text{MR}}$ (функция ручного сброса);

2. Формирование сигнала «Сброс» $\overline{\text{RESET}}$ по переполнению сторожевого таймера;
3. Формирование сигнала «Сброс» $\overline{\text{RESET}}$ и сигналов ошибки по выходам $\overline{\text{OUT1}} \dots \overline{\text{OUT4}}$ по контролируемым уровням напряжений на входах IN1...IN4.

Микросхема имеет три основные функции.

Первая функция заключается в формировании ручного сброса. Микросхема имеет вход ручного сброса $\overline{\text{MR}}$ от внешней кнопки. При подаче на вход $\overline{\text{MR}}$ импульса активного низкого уровня, формируется сигнал «Сброс» на выходе $\overline{\text{RESET}}$. Сигнал «Сброс» остаётся в активном состоянии не менее 140 мс после того, как $\overline{\text{MR}}$ переключится обратно из низкого уровня в высокий. Вход $\overline{\text{MR}}$ имеет встроенный подтягивающий к питанию резистор порядка 20 кОм.

Второй функцией является формирование сигнала «Сброс» на выходе $\overline{\text{RESET}}$ при переполнении сторожевого таймера. Микросхема имеет внутренний таймер, который периодически очищается внешним управляющим сигналом на выходе WDI, формируемым микропроцессором (микроконтроллером). Эта периодическая очистка не позволяет таймеру переполниться и сформировать сигнал «Сброс» для микропроцессора. Если по какой-либо причине микропроцессор не сформировал сигнал очистки таймера (ошибка в программе, конфликт логических уровней на шине данных, мощная радиопомеха и т.д.), то по переполнению его счёта сигнал «Сброс» на выходе $\overline{\text{RESET}}$ установится в активное состояние. Время переполнения сторожевого таймера составляет 1120...2400 мс.

Третьей функцией является мониторинг состояния внешних источников напряжения. Микросхема имеет четыре аналоговых входа (настраиваемых канала) IN1, IN2, IN3 и IN4, которые соединены с входами соответствующих компараторов, на вторые входы которых подаётся опорное напряжение, вырабатываемое внутренним источником опорного напряжения. Настраиваемые каналы позволяют пользователю контролиро-

вать до четырёх внешних источников питания с разными напряжениями. Для задания контрольной точки внешнего источника питания используется внешний резистивный делитель напряжения, подключаемый к входу IN. При обнаружении падения напряжения на определённом настраиваемом канале ниже порогового напряжения U_{THA} , микросхема переводит соответствующий выход $\overline{\text{OUT}}$ и сигнал сброса на выходе $\overline{\text{RESET}}$ в активное состояние. После возвращения напряжения по входу IN в устойчивое состояние сигнал $\overline{\text{OUT}}$ переходит в состояние высокого уровня, а сигнал сброса на выходе $\overline{\text{RESET}}$ остаётся активным не менее 140 мс, позволяя источнику питания и процессору стабилизироваться.

В микросхеме реализована возможность изменения длительности сигнала сброса с помощью внешнего вывода SRT. При подключении вывода SRT к выводу питания длительность сигнала сброса составляет 140...280 мс, при подключении вывода SRT к общему выводу длительность сигнала сброса составляет 35...70 мс.

Микросхема имеет вход MARGIN блокировки выходов. При подаче на вход MARGIN импульса активного низкого уровня, все выходы микросхемы переводятся в неактивное состояние, что позволяет блокировать сигналы сброса при настройке системы. Вход MARGIN имеет встроенный подтягивающий к питанию резистор порядка 20 кОм.

Выходы микросхемы $\overline{\text{RESET}}$ и $\overline{\text{OUT1}} \dots \overline{\text{OUT4}}$ имеют слабую (порядка 10 мкА) подтяжку к питанию и схемотехнически выполнены таким образом, что при их подключении через внешний резистор к источнику с напряжением питания большим U_{cc} микросхемы, ток утечки с этого источника на U_{cc} отсутствует. На рисунке представлена временная диаграмма работы ИМС.

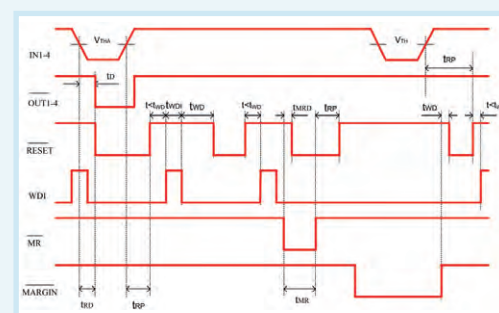
За дополнительной информацией обращайтесь к производителю – ОАО «ИНТЕГРАЛ».

atitov@integral.by

Тел.: +375 (17) 298-9743

Основные параметры и функциональные особенности микросхемы

Наименование параметра	Норма параметра
Напряжение питания, В	2,0...5,5
Ток потребления, мкА	не более 70
Настраиваемое пороговое напряжение формирования сигнала ошибки, U_{THA} , В	0,984...1,016
Длительность сигнала сброса, мс	140...280 или 35...70
Время переполнения сторожевого таймера, мс	1120...2400



Временная диаграмма работы микросхемы

15- и 20-ваттные DC/DC-преобразователи для бюджетных применений

Компания XP Power представляет DC/DC-преобразователи серий JTD15 и JTD20 для сквозного монтажа на печатную плату. Анонсируемые модули предназначены для применений с ограниченным бюджетом, где требуются компактные модули с широким диапазоном входного напряжения.



Новый ряд преобразователей напряжения предлагается в качестве основы для создания систем электропитания в разнообразных приложениях, таких как измерительная аппаратура, радиовещание, сетевая аппаратура, передача данных.

В предлагаемых 15- и 20-ваттных модулях преобразователей напряжения серий JTD15 и JTD20 используются самые последние технологии проектирования. Всё это обеспечивает высокий КПД преобразования напряжения в стандартном формате корпуса, широкий диапазон входного напряжения с кратностью перекрытия 4:1 и расширенный диапазон рабочих температур от -40 до $+100^{\circ}\text{C}$.

Одно- и двухканальные модели DC/DC-преобразователей со стабилизированным выходным напряжением, способные работать в диапазоне входного напряжения от 9 до 36 и от 18 до 75 В, позволяют применять их в системах с уровнями промежуточного напряжения 12, 24 и 48 В соответствующими телекоммуникационным или общепромышленным стандартам. Обеспечиваются выходные напряжения 3,3; 5; 12; 15; ± 5 , ± 12 и ± 15 В. Электрическая прочность изоляции между входными и выходными цепями 1600 В (действующее значение).

Выполненные в компактных металлических корпусах с размерами $40,64 \times 25,4 \times 10,4$ мм модули предоставляют разработчикам больше места на плате для добавления других функциональных свойств или уменьшение габаритных размеров конечной аппаратуры.

Преобразование напряжения с КПД от 82 до 90% (среднее значение КПД 85%) также снижает требования к теплоотводу и обеспечивает уменьшение рассеивания в законченной системе тепловой мощности, что позволяет эксплуатировать эти модули в различных условиях окружающей среды без принудительного охлаждения или радиаторов. Кроме того, модули обеспечивают полную мощность до температуры корпуса $+70^{\circ}\text{C}$ без изменения номинальных параметров.

Модули характеризуются следующими сервисными функциями:

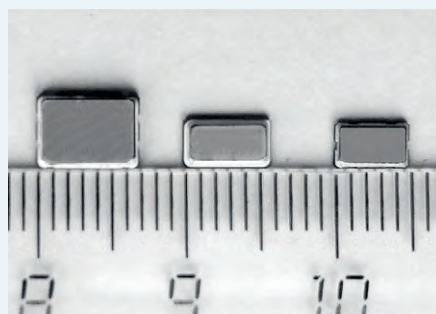
- регулировка выходного напряжения в диапазоне $\pm 10\%$ от номинального значения внешним резистором для одноканальных моделей;
- вход дистанционного включения/выключения является стандартным для всех моделей.

Модули серий JTD15 и JTD20 соответствуют требованиям стандарта EN 55032 к уровню электромагнитных помех для оборудования класса А без применения внешних фильтрующих компонентов, таким образом, экономя полезную площадь печатной платы.

www.prosoft.ru
Тел.: (495) 234-0636

Кварцевые резонаторы для поверхностного монтажа PK558

АО «МОРИОН» (Санкт-Петербург) – ведущее предприятие России и один из мировых лидеров в области разработки и серийного производства кварцевых приборов стабилизации и селекции частоты – представляет новый кварцевый резонатор PK558 для поверхностного монтажа в корпусах 7×5 , $6 \times 3,5$ и $5 \times 3,2$.



Диапазон частот PK558 варьируется в пределах от 16 до 200 МГц с точностью настройки до $\pm 10 \times 10^{-6}$.

Кварцевый SMD-резонатор имеет температурную нестабильность частоты от ± 5 до $\pm 100 \times 10^{-6}$ в широком интервале рабочих температур от -55 до $+125^{\circ}\text{C}$. Дол-

говременная нестабильность частоты резонатора в стандартном исполнении составляет $\pm 3 \times 10^{-6}$, по заказной спецификации – $\pm 1 \times 10^{-6}$.

Опционально PK558 изготавливается с ёмкостью нагрузки в пределах 10...30 пФ, имеет низкое динамическое сопротивление до 25 Ом.

Резонаторы PK558 выпускаются в категории качества ОТК в соответствии с ТУ ГЖКД.433513.097.

Дополнительную информацию по данному изделию можно узнать по телефону +7 (812) 775-1794 или на сайте morion.com.ru.

Кварцевые резонаторы Murata

Murata – японский производитель высококачественных компонентов из керамики – предлагает миниатюрные кварцевые резонаторы для поверхностного монтажа с повышенной стабильностью частоты.



Разработчики Murata предложили новую конструкцию корпуса, где кристалл расположен не в керамической полости, а на керамической подложке. Это позволило снизить себестоимость продукции и повысить её качество. Murata использует структуру, которая сочетает металлическое основание с плоской керамической подложкой, которая имеет кристаллический элемент с увеличенным сроком службы и стабильностью частоты.

Керамические резонаторы серий XRCGB и XRCNA запроектированы в диапазоне от 16 до 48 МГц со стабильностью частоты 20–40 ppm в полном диапазоне температур.

Кварцевые резонаторы выпускаются в миниатюрных SMT-корпусах $2,0 \times 1,6$ мм и $2,5 \times 2,0$ мм, при этом их можно устанавливать на контактные площадки, предназначенные для стандартных типоразмеров (при автоматической пайке они будут самоцентрироваться на площадках).

info@platan.ru
Тел.: (495) 97-000-99

КОНТРОЛЛЕР УПРАВЛЕНИЯ ПИТАНИЕМ С ВСТРОЕННЫМ ДРАЙВЕРОМ ЗАРЯДА Li-ION АККУМУЛЯТОРА

Компания Monolithic Power Systems (MPS) представляет MP2661 – полностью интегрированный контроллер управления питанием с встроенным драйвером заряда Li-ion аккумулятора, управляемого по шине I²C.

Микросхема предназначена для питания переносных устройств с Li-ion аккумулятором от интерфейса. Отличительной особенностью является поддержка шины I²C, благодаря которой можно контролировать параметры и режимы работы микросхемы. С помощью команд по цифровой шине I²C можно:

- управлять током заряда аккумулятора от 8 до 535 мА в режиме CC/CV (фиксированный ток / фиксированное напряжение) и его напряжением от 3,6 до 4,545 В;
- задавать ограничение по входному току;
- управлять таймером безопасности и защитой от защёлкивания при низких напряжениях питания.

Микросхема MP2661 осуществляет контроль температуры аккумуляторной батареи и подстройку режима заряда в зависимости от температуры батареи.

ИМС MP2661 доступна в малогабаритном корпусе WCSP-9 (1,55×1,55 мм).

www.prochip.ru

Тел.: (495) 232-2522

12,3" ЦВЕТНОЙ ПОЛОСКОВЫЙ TFT ЖК-ДИСПЛЕЙ С ШИРОКИМ ДИАПАЗОНОМ РАБОЧИХ ТЕМПЕРАТУР

Дисплейный модуль TFT LCD RFY1230A-6WH-LNG, предлагаемый компанией Raystar Optronics, с размером экрана по диагонали 12,3 дюйма снабжён проекционным ёмкостным сенсорным экраном.

Новый дисплейный модуль, выполненный с применением технологии IPS, характеризуется широкими углами обзора в горизонтальной (слева 85°/справа 85°) и вертикальной плоскостях (сверху 85°/снизу 85°). Разрешение экрана 1920×720 пикселей (HD).

Дисплейный модуль RFY1230A-6WH-LNG является полосковым экраном с со-

отношением размеров сторон 24:9. Яркость свечения экрана 800 кд/м² обеспечивается светодиодной системой подсветки на матрице светодиодов белого свечения.

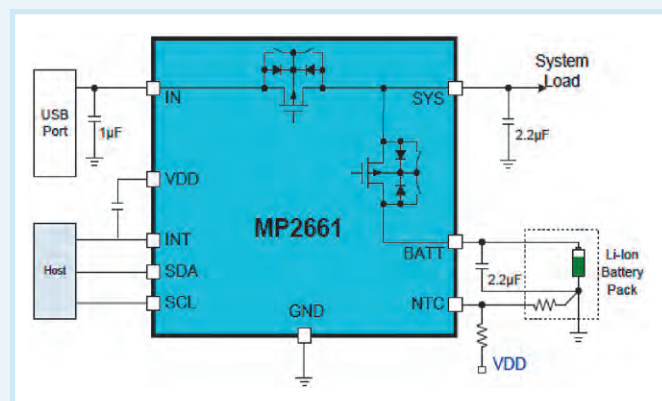
Высокоскоростной маломощный двухканальный интерфейс LVDS (Low Voltage Differential Signaling, низковольтный дифференциальный интерфейс) позволяет снизить уровень излучаемых помех, а также обеспечивает меньшую восприимчивость к внешним помехам.

Диапазон рабочих температур от –30 до +85°C. Диапазон температур хранения от –40 до +95°C. Всё это позволяет применять дисплейный модуль в промышленном оборудовании и автомобильной аппаратуре.

Нестандартный формат полосковых дисплеев позволяет успешно применять их в рекламных панелях на транспорте. Сенсорный экран предоставляет возможность простого запроса информации – выбирать объекты на экране, вводить информацию – всё это можно делать, просто прикасаясь к экрану монитора.

www.prosoft.ru

Тел.: (495) 234-0636



СОВРЕМЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

ПРОФЕССИОНАЛЬНОЕ ВЛАДЕНИЕ САПР – ЛУЧШИЙ НАВЫК ДЛЯ РЕШЕНИЯ КОНСТРУКТОРСКИХ ЗАДАЧ

Внедрение и применение современных технологий проектирования достигается путём повышения квалификации инженерно-технического персонала.



Специалисты ООО «АйДиЭс» разработали ряд уникальных методических материалов для повышения квалификации сотрудников предприятий, которые помогут достичь максимальной эффективности от применения программного обеспечения Altium.

Все методические материалы имеют полный комплект наглядных печатных материалов, а также набор примеров.

Перечень основных учебных курсов:

- Altium Designer и Altium Vault: Концепции ведения библиотек в программе Altium Designer.
- Altium Designer: Проектирование радиоэлектронной аппаратуры (Схемотехника).

- Altium Designer: Конструирование радиоэлектронной аппаратуры (Печатные платы).
- Altium Designer: Моделирование принципиальных электрических схем.

Уникальные авторские методики, разнообразные и удобные программы строятся с учётом потребностей и уровня подготовки специалистов заказчика.

По завершении обучения слушателям выдаются именные сертификаты об успешном прохождении курсов.

Получить более подробную информацию об услугах компании можно у специалистов компании АйДиЭс.

www.idstrade.com

Тел.: (495) 665-2069

НОВОЕ ПОКОЛЕНИЕ ПРОГРАММИРУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ ПИТАНИЯ

GENESYS™ Series

5 кВт (0...600 В / 0...500 А)

LAN / USB / RS-232 / RS-485

Масштабирование до 20 кВт



TDK-Lambda



Комплексное проектирование РЭА с использованием отечественной 3D-технологии

Лев Теверовский (leotever@ascon.ru)

В статье рассказывается о совместной работе ряда ведущих отечественных компаний-разработчиков программного обеспечения по созданию единой среды комплексного проектирования радиоэлектронной аппаратуры. Объединённый инструментальный комплекс позволит разработать устройство от печатной платы до корпуса, а также провести математическое моделирование его прочности, температурного профиля и других параметров.

ВВЕДЕНИЕ

Исторически сложилось так, что автоматизированное проектирование изделий в области радиоэлектронной аппаратуры (РЭА) – особенно плат печатного монтажа – появилось и совершенствовалось раньше проектирования механического. С одной стороны, это способствовало появлению мощных совершенных EDA-систем (Electronic Design Automation), но вместе с тем такие системы развивались

как бы параллельно MCAD-системам (Mechanical Computer Aided Design), не пересекаясь с ними. Однако уровень сложности современных изделий настоятельно требует объединения этих направлений, причём не только в области непосредственно конструирования, но и в области различного рода расчётов – тепловых, электромагнитной совместимости, прочностных и т.п.

До определённого периода системы автоматизированного проекти-

рования в Советском Союзе в той или иной мере развивались примерно такими же темпами, как и на Западе. Но со временем разрыв становился всё больше и больше, достигнув критических величин в конце 1990-х – начале 2000-х. Практически весь рынок EDA поделили между собой американские, японские, немецкие и австралийские компании. На рынке MCAD-систем всё было аналогично, но уже в конце прошлого века появились и достаточно интересные конкурентные решения отечественной разработки. В электронике же России похвастаться было практически нечем, за исключением пары разработок в области схемотехнического и топологического проектирования, известных только узкому кругу «посвящённых».

Время от времени отечественные разработчики MCAD и EDA делали неактивные попытки каким-то образом интегрировать свои системы в рамках отдельных проектов. Попытки чаще всего так и оставались в основном попытками. Как говорится, пока жареный петух не клюнул. Последние события на политическом поле заставили софтверные компании «остановиться и оглянуться». Точнее – оглядеться по сторонам. Об этом далее и пойдёт речь в данной статье.

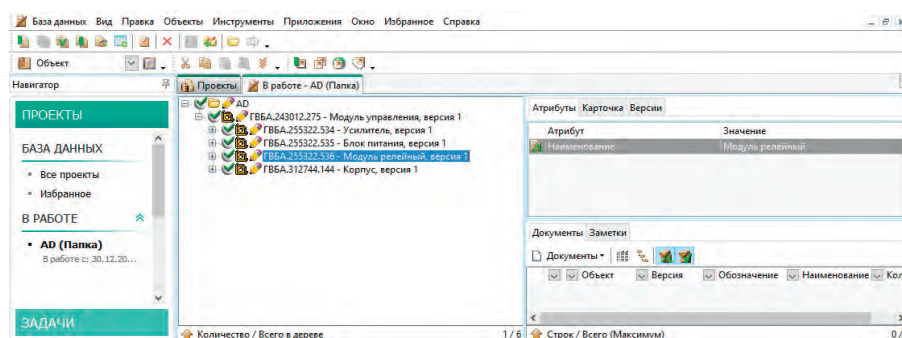


Рис. 1. Базовый состав изделия

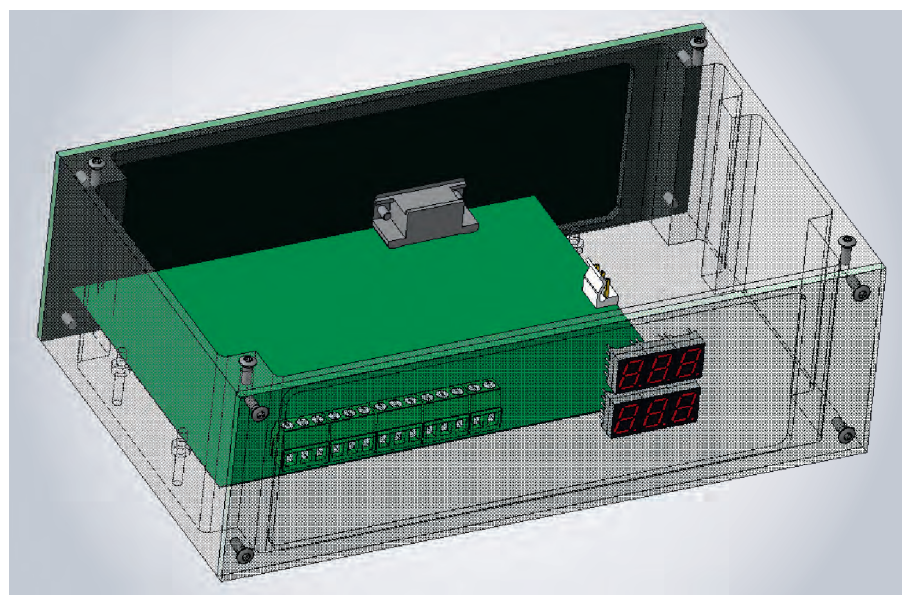


Рис. 2. Определение габаритов платы

Два года назад

Конечно, события начали развиваться не два года назад, а несколько раньше, примерно два с половиной. Руководство компаний-разработчиков присматривалось друг к другу, был проведён ряд встреч и переговоров как технического, так и экономического характера. Но именно два года назад, в октябре 2015 года, на форуме «Развитие 2015» было объявлено, что несколько разработчиков отечественного инженерного программного обеспечения создали консорциум для объединения усилий в области развития сквозных 3D-технологий проектирования изделий механики и электроники.

В состав консорциума вошли следующие компании:

- «АСКОН» (системный интегратор и разработчик инженерного про-

граммного обеспечения в области САПР-механики, электротехники, PDM/PLM-систем, САПР-технологии и подготовки производства);

- НТЦ «АПМ» (создание программных продуктов уровня CAE для инженерного анализа конструкций в области машино-, приборостроения и строительства);
- «ТЕСИС» (разработка программного обеспечения для решения задач вычислительной аэро- и гидродинамики, трансляции, валидации и верификации цифровых моделей);
- «ЭРЕМЕКС» (разработка комплексной системы проектирования и подготовки производства плат печатного монтажа);
- АДЕМ (автоматизация проектной конструкторско-технологической подготовки производства и управление инженерными данными).

В течение первого года существования консорциума его участники не просто проводили совместные семинары и конференции для представителей российской промышленности, но и разработали ряд интеграционных модулей. В данной статье мы расскажем о тех решениях, которые консорциум предлагает отечественным приборостроителям уже сейчас, а также о планах на будущее.

День сегодняшний

Как театр начинается с вешалки, так процесс конструкторского проектирования начинается с определения базовой структуры будущего изделия, которая называется (по ЕСКД) схемой деления. Скелетом, на котором в дальнейшем будут наращиваться конкретные составляющие и различные виды документов и данных, можно считать базовый набор сборочных единиц, регистрируемых ведущим конструктором в среде системы управления данными об изделии (*ЛОЦМАН:PLM*). Пример такой структуры показан на рисунке 1.

Мы не будем останавливаться на разработке механической части прибора (корпус) в САПР КОМПАС-3D, так как эти процессы выходят за рамки проектирования электронной «начинки». Однако заметим, что зачастую форма и размеры корпусов или отсеков оборудования определяют соответствующие параметры печатных плат, входящих в изделие. Так мы плавно переходим к первому этапу в процессе интеграции

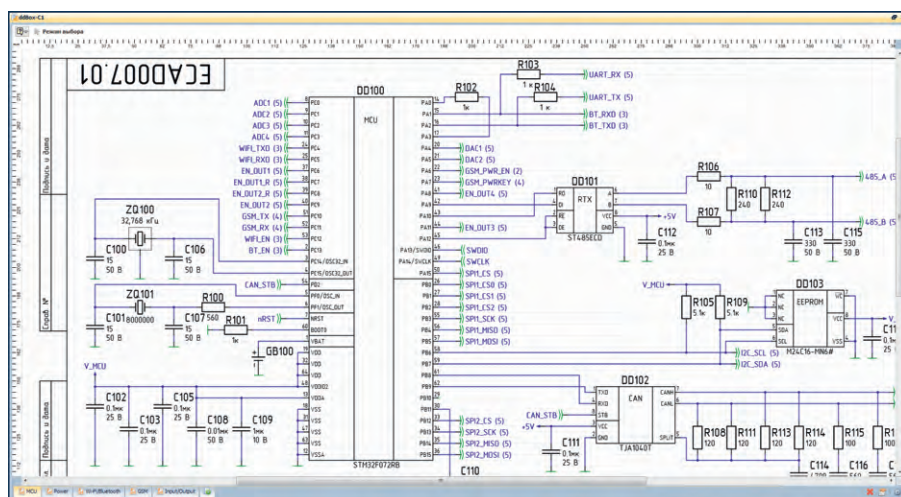


Рис. 3. Электрическая схема

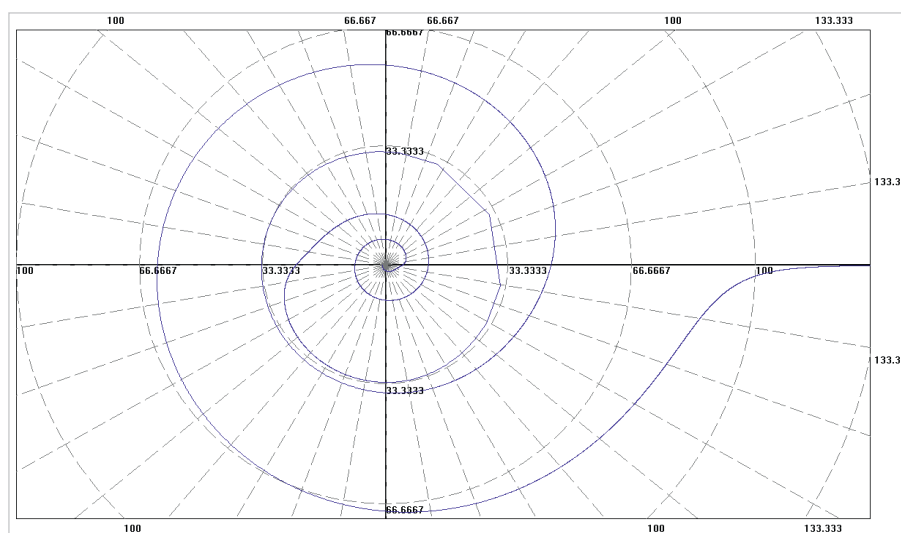


Рис. 4. Моделирование

программных средств участников консорциума.

Предположим, что по различным конструктивным соображениям корпус нашего изделия приходится создавать самостоятельно, а не применять готовые блоки или стойки. Соответственно, и вписанные в него платы будут иметь необычную форму. Нередки случаи, когда конструкция изделия и его использование в сборках более высокого уровня диктуют разработчикам печатных плат некоторое «предопределённое свыше» расположение ряда ключевых компонентов, например – разъемов. В соответствии с этим конструктор корпуса может уже на этапе механического проектирования создать условную модель платы и расположить на ней те самые «ключевые компоненты» (см. рис. 2). Естественно, что типы этих компонентов конструктор согласовывает со схемотехниками.

Теперь важно передать эти данные в систему проектирования печатных

плат. Для этого в составе КОМПАС-3D есть приложение «Конвертер ECAD – КОМПАС». Можно воспользоваться командой приложения «Конвертер КОМПАС – IDF» и сформировать специальный текстовый файл формата IDF, в котором описывается контур платы, задаётся её толщина, а также определяется место расположения тех самых «ключевых компонентов». Формат IDF поддерживается практически всеми современными системами проектирования печатных плат (будем называть их ECAD-системами).

В роли такой ECAD-системы в консорциуме выступает первая российская система проектирования плат печатного монтажа *Delta Design*. Сначала схемотехники разрабатывают принципиальную электрическую схему (см. рис. 3) отдельных модулей, производят моделирование работы схемы (см. рис. 4), а затем конструктор печатного узла переходит к набивке платы. И как раз перед

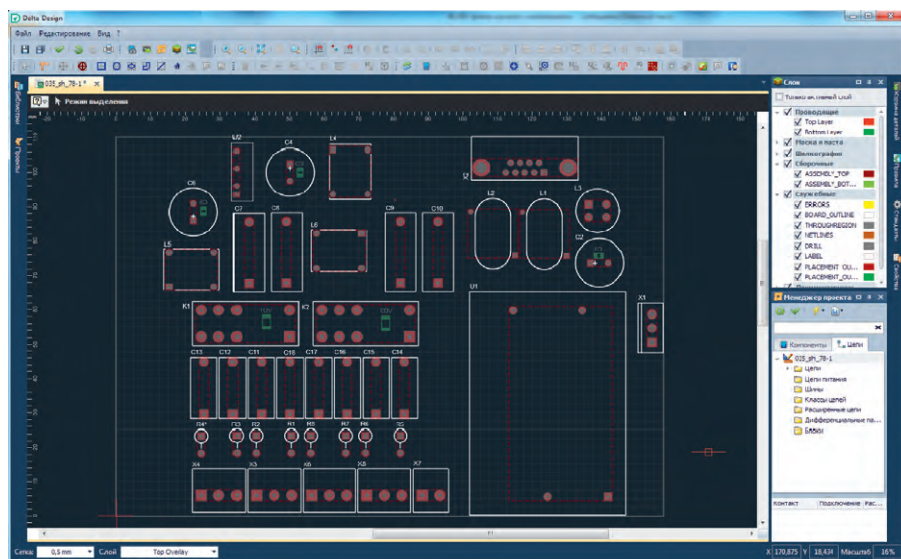


Рис. 5. Набивка платы

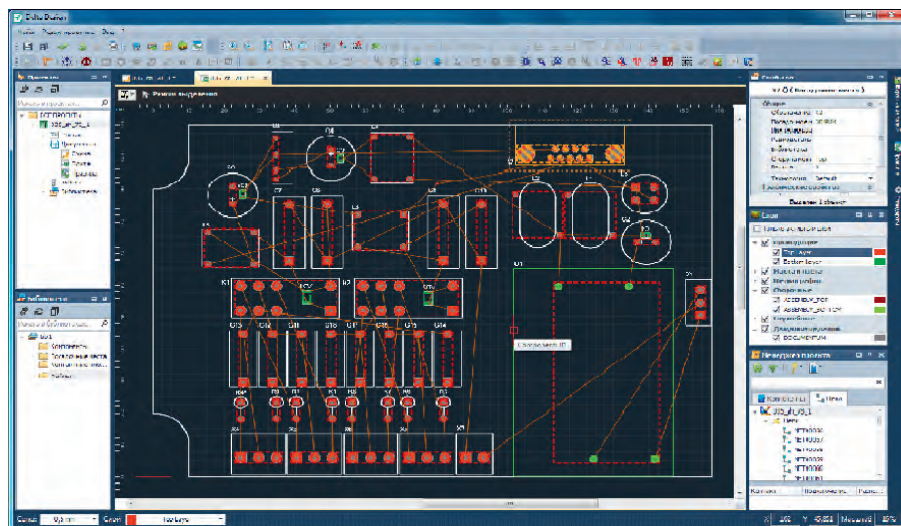


Рис. 6. Изменение габаритов

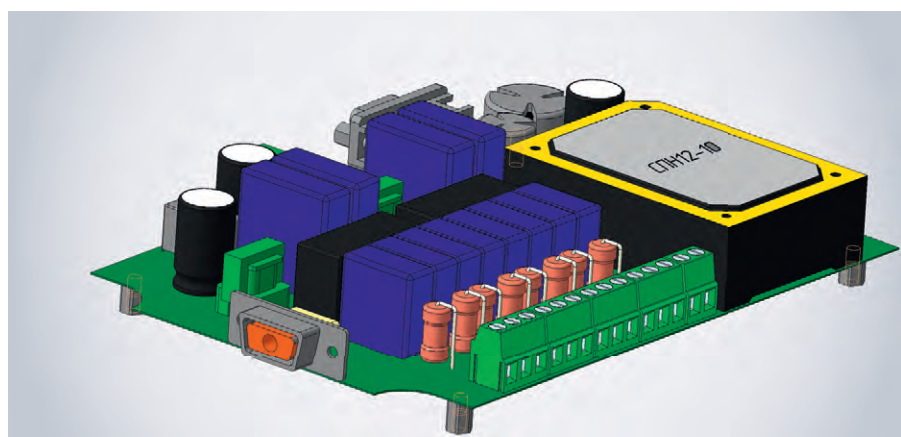


Рис. 7. Модель печатной платы

набивкой конструктор импортирует через IDF в *Delta Design* тот контур платы, который получен в *КОМПАС-3D* на предыдущем этапе проектирования (см. рис. 5).

После набивки и предварительной расстановки компонентов мож-

но провести несколько итерационных этапов, на которых плата с компонентами передаётся в 3D-сборку *КОМПАС-3D* и обратно в *Delta Design*. Эти процедуры выполняются средствами «Конвертера ECAD – КОМПАС». На данных этапах конструктор

прибора может внести изменение в контур платы или переместить компоненты, если это необходимо, а конструктор печатного узла окончательно переразведёт связи в соответствии с новыми граничными условиями (см. рис. 6).

Одним из достоинств системы *Delta Design* является то, что с её помощью (а точнее, с помощью трассировщика *ТороR*) можно разводиться проводники на плате не только в привычном режиме, когда угол трассировки кратен 45 градусам, но и под любым углом – так называемая any-angle-трассировка. Этот режим позволяет в несколько раз уменьшить длину проводников и сократить количество переходных отверстий.

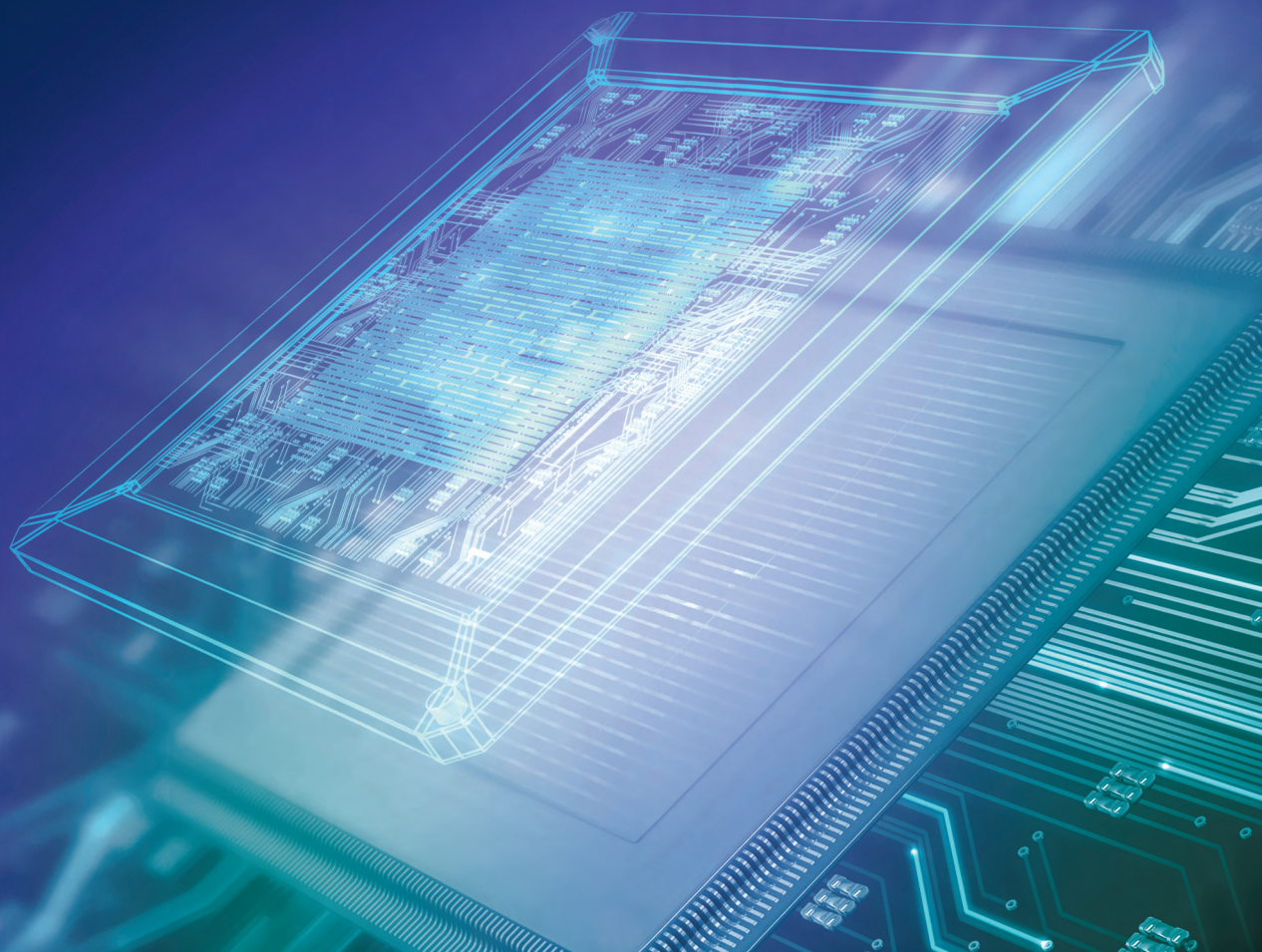
Итак, габариты платы, размещение компонентов всех устраивают, трассировка также завершена. Пришло время вернуться в *КОМПАС-3D* и завершить работу с моделью печатной платы. На этом этапе конструктор прибора не только заново получает 3D-модель платы, но и определённым образом дорабатывает её.

Во-первых, необходимо в свойства компонентов сборки платы добавить информацию из атрибутов электрорадиоизделий (ЭРИ), которые хранятся в базе данных ЭРИ системы *Delta Design*, – скажем, передать различные данные по характеристикам ЭРИ, единицам измерений параметров и тому подобное. Для этого также используется «Конвертер ECAD – КОМПАС». Он получает информацию из специальных текстовых экспортных файлов системы *Delta Design* и заполняет свойства компонентов сборки.

Во-вторых, в состав платы могут входить не только электронные компоненты, но и компоненты механические – стойки, лепестки, кронштейны, радиаторы и т.п. Эти изделия конструктор прибора добавляет в 3D-модель платы с локальных дисков, из базы данных *ЛОЦМАН*, из справочника «Стандартные изделия».

Фактически мы получаем полную электронную модель платы (см. рис. 7), и уже из этой модели можно получить полную электронную структуру изделия в *ЛОЦМАН* с помощью базового функционала системы (см. рис. 8). В структуре размещаются объекты *ЛОЦМАН* с набором файлов и различной атрибутикой, которую можно использовать в дальнейшем для самых разных задач – сделать выборки по

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

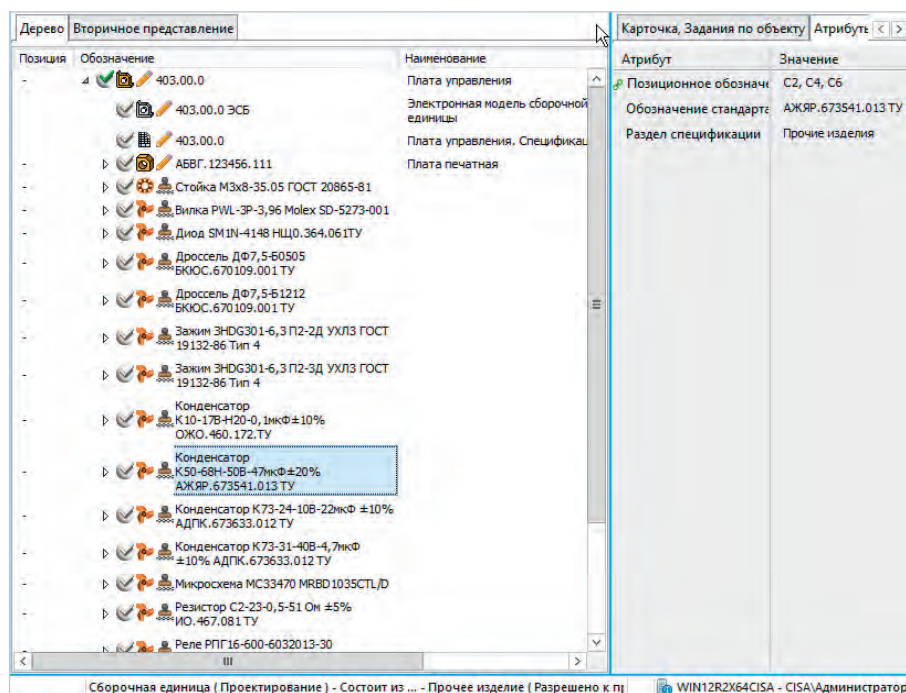


Рис. 8. Электронная структура изделия

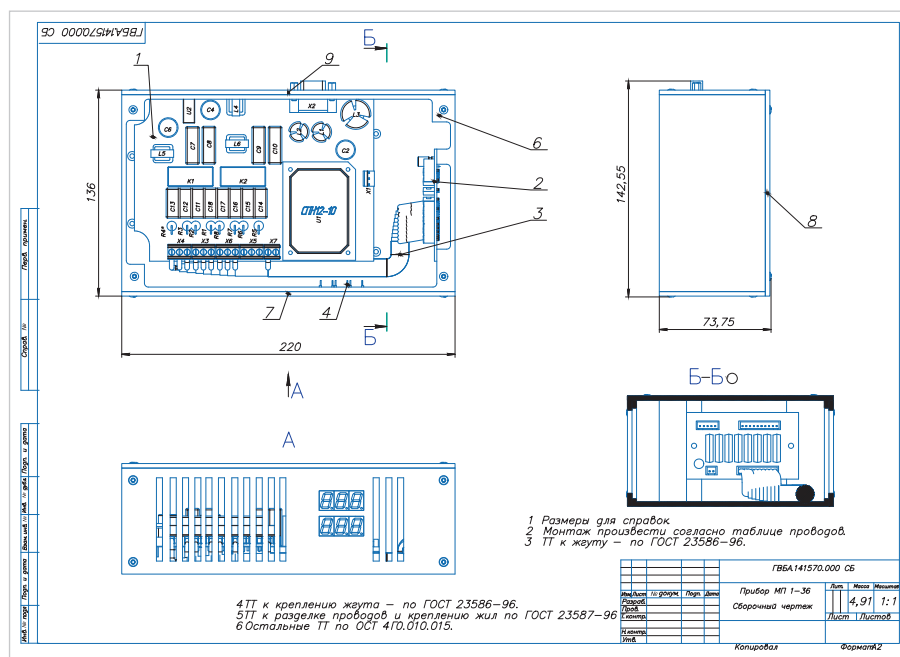


Рис. 9. Ассоциативный сборочный чертёж

определённым критериям, подготовить отчёты. Дополнительно конструктор прибора чаще всего оформляет сборочный чертёж на изделие (см. рис. 9). Этот чертёж в КОМПАС-3D формируется автоматически по модели. Он ассоциативно связан с моделью и будет перестраиваться, если модель меняется. Как и 3D-модель, сборочный чертёж хранится в базе данных ЛОЦМАН.

Настало время перейти от чисто конструкторской работы над изделием к расчётам, которые являются исключительно важной стороной процесса проектирования, особенно для изде-

лий, используемых в сложных условиях. Как было сказано в начале статьи, в состав консорциума вошли две компании, чьи программные продукты как раз и предназначены для расчётов различного рода.

Начнём с расчётов прочностных. Эта задача решается модулем АРМ FEM от компании НТЦ «АПИ», который подключается в КОМПАС-3D как стандартное приложение. Расчётчик открывает модель платы в приложении и производит ряд подготовительных действий – определяет правила поведения моделей компонентов при той

или иной нагрузке, задаёт места закрепления модели и добавляет собственную нагрузку. Это может быть вибронегрузка с определённой частотой и ускорением, линейные нагрузки, скручивающие моменты. Затем создаётся сетка конечных элементов, производится собственно расчёт, и формируются модели с отображением на них результатов – например, «Карта эквивалентных напряжений» (см. рис. 10) и «Карта суммарных линейных перемещений» (см. рис. 11).

Изделия с электрическими компонентами нуждаются также в проведении тепловых расчётов во избежание различного рода перегревов. В консорциуме роль поставщика приложений для решения такого рода задач выполняет компания «ТЕСИС» и её продукт Flow Vision. Эта система в момент написания данного материала работала как внешнее приложение, но разработчики активно занимаются подключением её к КОМПАС-3D, как и прочих партнёрских модулей, чтобы системы работали «в одном окне». Модель платы передаётся в расчётный модуль через универсальные форматы обмена STEP или STL. Параметры тепловыделения электронных компонентов и характеристики материала самой несущей платы передаются из свойств компонентов 3D-модели платы. После выполнения тепловых расчётов Flow Vision формирует несколько трёхмерных представлений результатов теплового моделирования, при этом сразу можно увидеть, как влияют на тепловую картину разные варианты изготовления корпуса прибора, есть ли на нём вентиляционные отверстия, жалюзи и т.п. (см. рис. 12).

По окончании всех расчётных процедур их результаты могут быть сохранены в единой базе данных ЛОЦМАН. Когда специалисты различных подразделений работают как одна команда, в одной базе, они всегда могут быстро увидеть результаты работы коллег и принять меры к исправлению ситуации в случае получения каких-то неудовлетворительных результатов.

После завершения проектирования и расчётов в ЛОЦМАН имеется полный состав объектов, и можно автоматически получить комплект текстовой конструкторской документации на изделие (см. рис. 13), включая «Перечень элементов», «Спецификацию» и «Ведомость покупных изделий». Эти доку-

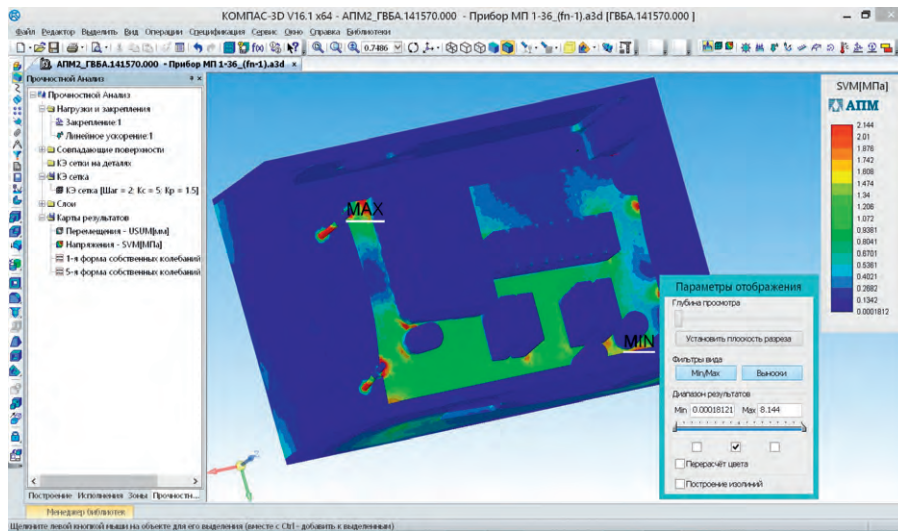


Рис. 10. Карта эквивалентных напряжений

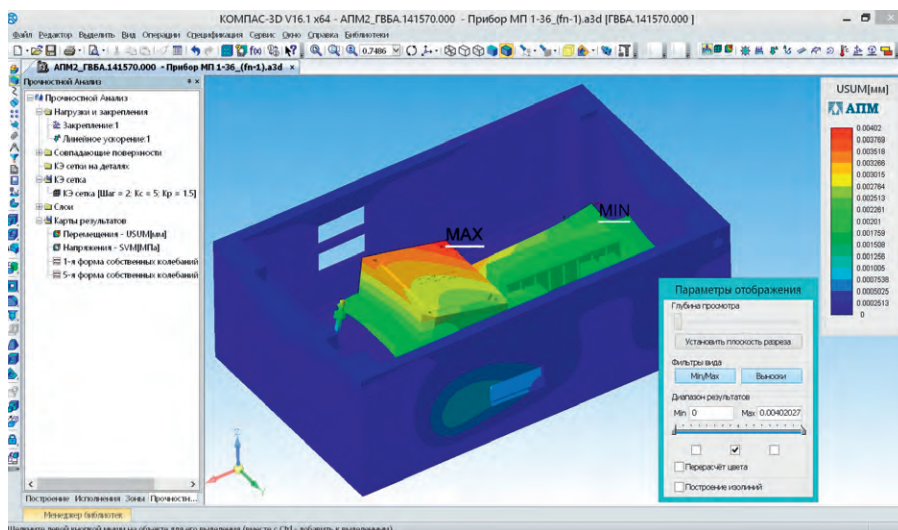


Рис. 11. Карта суммарных линейных перемещений

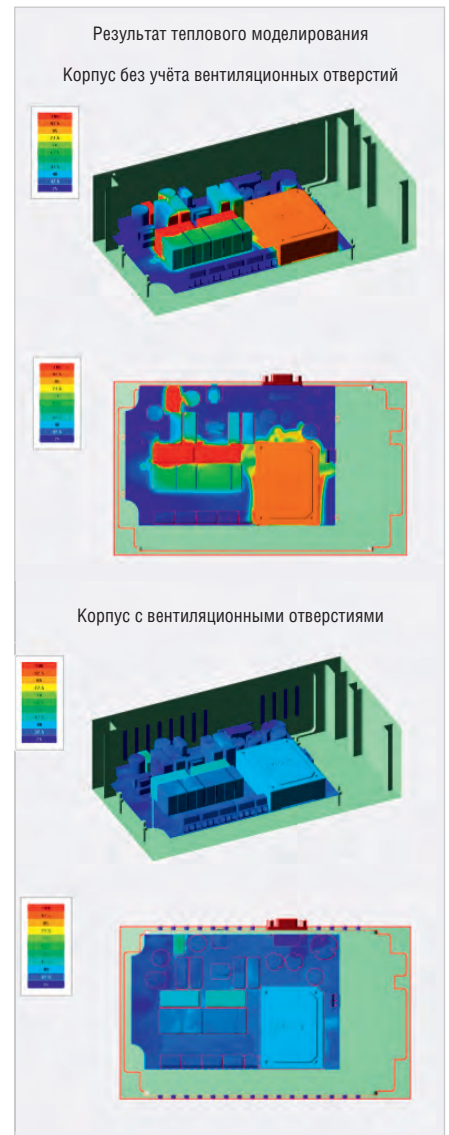


Рис. 12. Результаты теплового моделирования

менты формируются как файлы КОМПАС или же как специальные формы отчётов в ЛОЦМАН, причём синхронизация документов с электронной структурой позволяет автоматически корректировать их при изменении структуры. Конечно, автоматизация этих изменений разрешена лишь до момента завершения проектирования. Когда изделие переходит в стадию «Архив», любые изменения в нём допускаются только с помощью механизма выпуска «Извещений об изменении».

И немного о будущем

Как говорится, не для того впрягались, чтобы бросить воз на середине пути. Конечно, в планах участников консорциума постепенно приближаться к так называемой «бесшовной» интеграции систем, чтобы модели, полученные на любом этапе проектирования, могли быть использованы в

№	Наименование	Изменения	Кто	Примечание
1	Изменение 1	Изменения	1	
2	Изменение 2	Изменения	2	
3	Изменение 3	Изменения	3	
4	Изменение 4	Изменения	4	
5	Изменение 5	Изменения	5	
6	Изменение 6	Изменения	6	
7	Изменение 7	Изменения	7	
8	Изменение 8	Изменения	8	
9	Изменение 9	Изменения	9	
10	Изменение 10	Изменения	10	
11	Изменение 11	Изменения	11	
12	Изменение 12	Изменения	12	
13	Изменение 13	Изменения	13	
14	Изменение 14	Изменения	14	
15	Изменение 15	Изменения	15	
16	Изменение 16	Изменения	16	
17	Изменение 17	Изменения	17	
18	Изменение 18	Изменения	18	
19	Изменение 19	Изменения	19	
20	Изменение 20	Изменения	20	
21	Изменение 21	Изменения	21	
22	Изменение 22	Изменения	22	
23	Изменение 23	Изменения	23	
24	Изменение 24	Изменения	24	
25	Изменение 25	Изменения	25	
26	Изменение 26	Изменения	26	
27	Изменение 27	Изменения	27	
28	Изменение 28	Изменения	28	
29	Изменение 29	Изменения	29	
30	Изменение 30	Изменения	30	
31	Изменение 31	Изменения	31	
32	Изменение 32	Изменения	32	
33	Изменение 33	Изменения	33	
34	Изменение 34	Изменения	34	
35	Изменение 35	Изменения	35	
36	Изменение 36	Изменения	36	
37	Изменение 37	Изменения	37	
38	Изменение 38	Изменения	38	
39	Изменение 39	Изменения	39	
40	Изменение 40	Изменения	40	
41	Изменение 41	Изменения	41	
42	Изменение 42	Изменения	42	
43	Изменение 43	Изменения	43	
44	Изменение 44	Изменения	44	
45	Изменение 45	Изменения	45	
46	Изменение 46	Изменения	46	
47	Изменение 47	Изменения	47	
48	Изменение 48	Изменения	48	
49	Изменение 49	Изменения	49	
50	Изменение 50	Изменения	50	
51	Изменение 51	Изменения	51	
52	Изменение 52	Изменения	52	
53	Изменение 53	Изменения	53	
54	Изменение 54	Изменения	54	
55	Изменение 55	Изменения	55	
56	Изменение 56	Изменения	56	
57	Изменение 57	Изменения	57	
58	Изменение 58	Изменения	58	
59	Изменение 59	Изменения	59	
60	Изменение 60	Изменения	60	
61	Изменение 61	Изменения	61	
62	Изменение 62	Изменения	62	
63	Изменение 63	Изменения	63	
64	Изменение 64	Изменения	64	
65	Изменение 65	Изменения	65	
66	Изменение 66	Изменения	66	
67	Изменение 67	Изменения	67	
68	Изменение 68	Изменения	68	
69	Изменение 69	Изменения	69	
70	Изменение 70	Изменения	70	
71	Изменение 71	Изменения	71	
72	Изменение 72	Изменения	72	
73	Изменение 73	Изменения	73	
74	Изменение 74	Изменения	74	
75	Изменение 75	Изменения	75	
76	Изменение 76	Изменения	76	
77	Изменение 77	Изменения	77	
78	Изменение 78	Изменения	78	
79	Изменение 79	Изменения	79	
80	Изменение 80	Изменения	80	
81	Изменение 81	Изменения	81	
82	Изменение 82	Изменения	82	
83	Изменение 83	Изменения	83	
84	Изменение 84	Изменения	84	
85	Изменение 85	Изменения	85	
86	Изменение 86	Изменения	86	
87	Изменение 87	Изменения	87	
88	Изменение 88	Изменения	88	
89	Изменение 89	Изменения	89	
90	Изменение 90	Изменения	90	
91	Изменение 91	Изменения	91	
92	Изменение 92	Изменения	92	
93	Изменение 93	Изменения	93	
94	Изменение 94	Изменения	94	
95	Изменение 95	Изменения	95	
96	Изменение 96	Изменения	96	
97	Изменение 97	Изменения	97	
98	Изменение 98	Изменения	98	
99	Изменение 99	Изменения	99	
100	Изменение 100	Изменения	100	

Рис. 13. Текстовая конструкторская документация

других модулях без этапа конвертации их в универсальные текстовые форматы. Это потребует как серьёзной переработки математики, так и создания единых баз данных механических и электронных компонентов. Работы эти непростые, со множеством хитростей

и подводных камней, однако не ошибается лишь тот, кто ничего не делает. А участников консорциума в бездействии заподозрить трудно. Подождём ещё некоторое время, и мы уверены: результаты будут, и результаты интересные.



Передовые технологии для подключённого и автономного вождения

Джакомо Тувери, Keysight Technologies Inc.

Последние достижения в области автомобилестроения позволяют ясно представить себе будущие перспективы автономного вождения: безопасные дороги, более эффективное распределение транспортных нагрузок, меньше вредных выбросов в атмосферу, появление самоуправляемых услуг и, возможно, изменение городского ландшафта в сторону рационализации городской жизни.

Подключённый автомобиль обретает реальные черты по мере того, как расширенные телематические функции становятся всё более доступными в широком диапазоне транспортных средств. Эта статья посвящена передовым технологиям, открывающим путь автомобилям будущего.

Совокупность датчиков

Применение датчиков, составляющих основу автомобильных систем ADAS, стремительно расширяется, подстёгивая развитие электронной «начинки» новых автомобилей. Это стало возможным благодаря успехам в развитии электроники, которые позволили создавать более лёгкие, миниатюрные и недорогие датчики. Датчики в системах ADAS играют очень важную роль, улучшая осведомлённость водителя о текущей ситуации и повышая тем самым безопасность не только самого водителя, но и других участников движения. Широкое применение датчиков приведёт к снижению их стоимости, и тогда ими будет оборудоваться всё большее число автомобилей.

Ультразвуковые датчики применяются в автомобильной промышленности уже давно. Их популярность связана с присущей им дешевизной и простотой реализации. Но в связи с особенностями распространения звука ультразвуковые датчики используются лишь на малых расстояниях и скоростях, например, в системах автоматической парковки и в детекторах слепых зон.

С появлением автомобильных радаров неотъемлемой частью ADAS стали радарные датчики. Они применяются для обнаружения неподвижных и движущихся объектов в ближней, средней и дальней зонах, предоставляя такую важную информацию, как расстояние, направление и скорость. В отличие от таких технологий, как LIDAR и другие системы технического зрения (например, видеокамеры), автомобильные радары меньше зависят от погод-

ных условий и условий освещения. Благодаря более надёжному обнаружению цели радары применяются в системах обеспечения безопасности, таких как адаптивный круиз-контроль, предотвращение столкновений и автоматическое экстренное торможение.

В настоящее время автомобильным радарам малого радиуса действия разрешена работа в двух частотных диапазонах, а именно в диапазоне К (24 ГГц) и диапазоне W (79 ГГц). В Европе с начала 2022 года применение К-диапазона будет запрещено, чтобы защитить других пользователей диапазона 24 ГГц [1]. Переход к более высоким частотам не только снизит загруженность спектра и уровень помех в К-диапазоне, но и принесёт такие преимущества, как повышенное пространственное разрешение и более широкая рабочая полоса.

Системы на основе технического зрения получают развитие с появлением стереоскопических камер меньшего размера и большего разрешения. Они будут преобладать там, где радарные датчики не смогут решить задачи распознавания объектов и классификации изображений. Видеокамеры обходятся сравнительно дешево, но требуют мощной компьютерной обработки. Также нужно учитывать, что изображение высокого качества можно получить лишь при благоприятных освещении и погодных условиях.

Среди недавно появившихся автомобильных технологий следует упомянуть лидары (LIDAR) и инфракрасные датчики. Однако они не получили широкого распространения из-за высокой стоимости. Лидары создают объёмные изо-

бражения высокой чёткости, которые весьма важны для автономного вождения. Однако, как и видеокамеры, они чувствительны к погодным условиям. С другой стороны, инфракрасные датчики обладают более широкими возможностями ночного видения. Однако для широкого применения в автомобилестроении обе эти технологии должны стать более дешёвыми.

Поскольку разные датчики обладают своими достоинствами и недостатками, автомобильная промышленность применяет множество датчиков различного типа, выгодно используя их уникальные достоинства и снижая влияние их недостатков. Этот подход принято называть «совокупностью датчиков». Многообразие и дублирование датчиков в этой совокупности позволяет автомобилю точнее и надёжнее определять окружающую обстановку (см. рис. 1).

Связь V2X

Автономным автомобилям требуется больше коммуникационных возможностей, чем обеспечивает сеть датчиков системы ADAS. Ключевой технологией, позволяющей расширить восприятие автомобилем окружающей среды, является технология V2X (см. рис. 2), позволяющая автомобилю взаимодействовать с другими автомобилями и с окружающей средой. Эта концепция реализует обмен сообщениями автомобиля с другими автомобилями (V2V), сетью (V2N), пешеходами (V2P) и инфраструктурой (V2I). Данная технология порождает множество потенциальных возможностей спасения жизни, поскольку взаимодействие V2X выводит нас на новый уровень осведомлённости о ситуации, что повышает безопасность и эффективность дорожного движения.

Изначально в качестве кандидата для прямого взаимодействия V2X между узлами при небольших задержках рассматривалась технология радиодоступа Wi-Fi. Был определён новый производный стандарт IEEE 802.11p (известный также как ITS-G5 в Европе и DSRC в Северной Америке), призванный удовлетворить жесточайшие тре-

бования, предъявляемые к интеллектуальным транспортным системам (ITS). В последние годы было проведено множество полевых испытаний, которые способствовали развитию V2X на основе Wi-Fi и сделали эту технологию практически готовой к применению.

В настоящее время в качестве претендента на взаимодействие V2X стал выступать сотовый вариант V2X (C-V2X) на основе редакции R14 стандарта сотовой связи 3GPP Long Term Evolution (LTE). Сторонники C-V2X указывают на некоторые преимущества систем сотовой связи по сравнению со специальными системами Wi-Fi (лучшая защита, управление перегрузками, надёжность и т. п.), а также на их способность использовать существующую сотовую инфраструктуру (V2N). Кроме того, стандарт 3GPP R14 улучшает интерфейс PC5 Sidelink для прямого взаимодействия, что обеспечивает связь V2V между автомобилями. И наконец, в рамках семейства стандартов 3GPP технология C-V2X предлагает эволюционный путь перехода на 5G.

Таким образом, существуют две разные технологии, претендующие на применение в Cooperative ITS (C-ITS): 802.11p и C-V2X. И хотя сейчас активно обсуждается вопрос о том, какая из этих технологий лучше подходит для V2X, существуют и сторонники применения обеих технологий одновременно с целью выгодного использования свойственных им преимуществ для реализации более безопасной и эффективной мобильности для всех нас.

Взаимодействие V2X считается необходимым условием достижения более высокой степени автоматизации (SAE J3016) [2], поскольку оно предоставляет автомобилям информацию о событиях за пределами поля зрения, что повышает осведомлённость водителя и любой автономной системы вождения о непредвиденных опасностях. Согласно прогнозам технология 5G, которая станет технологией URLLC (сверхнадёжная связь с малыми задержками), дополнительно повысит безопасность применения сетей.

Надёжность внутренних автомобильных коммуникационных сетей

В современных автомобилях всё шире применяются электронные устройства и встроенное программное обеспечение. Такие автомобильные приложения, как круговой обзор,

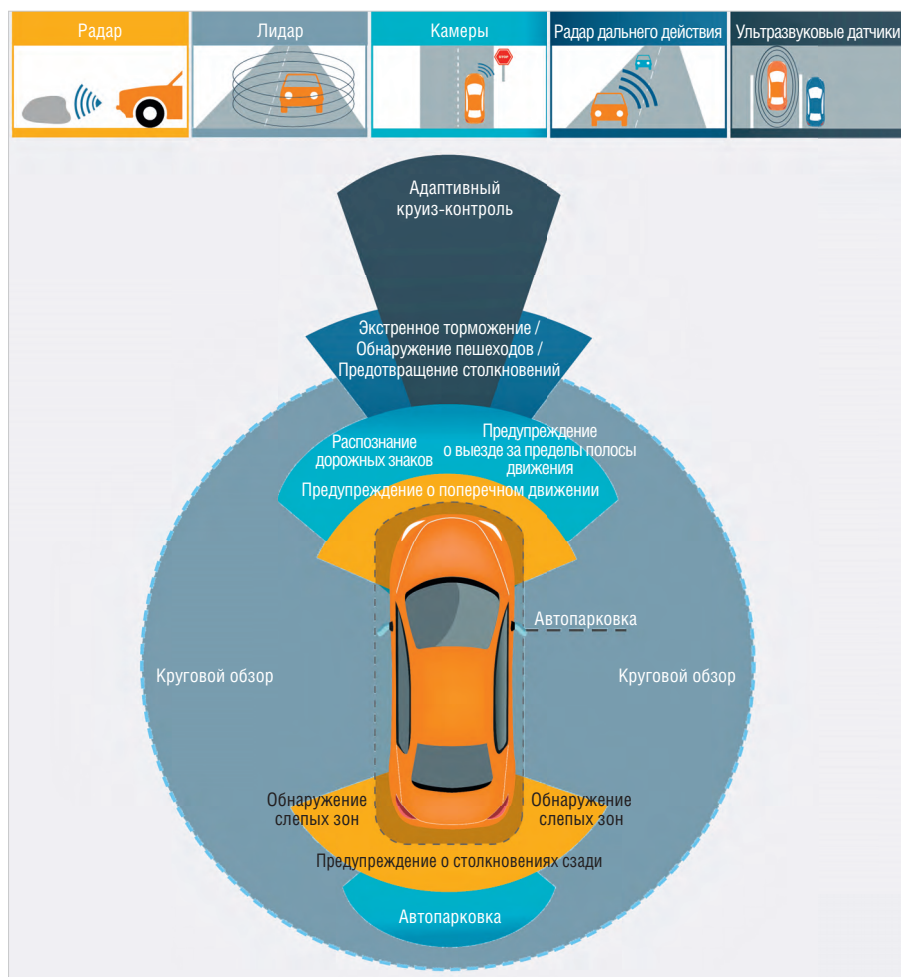


Рис. 1. Совокупность различных датчиков обеспечивает надёжное восприятие окружающей обстановки



Рис. 2. Схема взаимодействия V2X

бортовая диагностика, информационно-развлекательные системы и телематика, ужесточают требования к полосе коммуникационного канала. С ростом интеллектуальности систем, опирающихся на совокупность датчиков и взаимодействие V2X, появится потребность в надёжных высокоскоростных сетях для обеспечения передачи и обработки данных внутри автомобиля в режиме реального времени.

Для создания автомобильного Ethernet в виде открытого стандарта

и для поддержки широкого применения сети Ethernet в автомобилестроении был создан OPEN Alliance (Ethernet по одной паре) [3]. В качестве коммуникационной технологии для связи «точка – точка» в автомобилях Ethernet стал применяться сравнительно недавно. Вначале он использовался для удовлетворения растущей потребности в полосе канала при одновременном снижении стоимости, веса и сложности по сравнению с существующими технологиями проводной внутриавто-

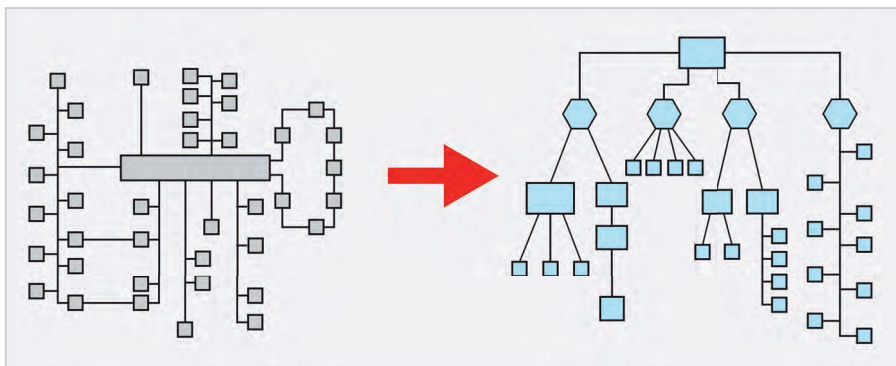


Рис. 3. Переход от разнородных сетей со специальными протоколами к однородным иерархическим сетям Ethernet

бильной связи. Кроме того, модульная структура трансиверов, коммутаторов и контроллеров Ethernet обеспечивает высокую стабильность и гибкость.

Считается, что коммуникационная сеть Ethernet может стать ключевым компонентом инфраструктуры для будущих автономных и подключённых автомобилей. Тенденция развития проводных автомобильных соединений направлена на переход от разнородных сетей со специальными протоколами (таких как CAN или MOST) к иерархическим одно-

родным сетям Ethernet, как показано на рисунке 3. В настоящее время комитет стандартизации IEEE работает над добавлением к существующим стандартам функций времязависимых сетей (TSN) для Ethernet 802.1 и 802.3, что должно обеспечить детерминированную производительность, жизненно необходимую для критически важных приложений реального времени. С добавлением функций TSN Ethernet может стать основной магистральной сетью, отвечающей сложным требованиям будущих автомобилей.

Компания Keysight работает с ведущими компаниями-производителями автомобильной электроники, помогая им в реализации инноваций на всех этапах – от разработки до тестирования и продвижения на рынок – быстрее и при меньших затратах. Технологии включают беспроводную связь, мобильную связь 5G, ВЧ- и СВЧ-технологии, автомобильный Ethernet, высокоскоростные цифровые шины, оптические линии связи, силовые компоненты, силовые преобразователи, аккумуляторные батареи, электро- и гибридные автомобили, функциональные тесты и многое другое [4].

ЛИТЕРАТУРА

1. Еврокомиссия об автомобильных радарх: <https://ec.europa.eu/digital-single-market/en/content/radar-your-car>
2. Обзор стандарта SAE J3016: https://www.sae.org/misc/pdfs/automated_driving.pdf
3. Сайт OPEN Alliance: <http://opensig.org/home/>
4. Сайт Keysight Technologies. Тестирование автомобильной электроники.



LUMINEQ

POWERED BY ВЕПЕК

ДИСПЛЕИ ДЛЯ

от -50°C

Реклама

PROSOFT®
WWW.PROSOFT.RU

ОФИЦИАЛЬНЫЙ ДИСТРИБЬЮТОР

НОВОСТИ МИРА

GLOBALFOUNDRIES НАЗВАЛА КИТАЙСКИХ КЛИЕНТОВ НА ТЕХПРОЦЕСС 22FDX

В конце октября 2017 г. в Китае состоялась конференция GlobalFoundries Technology Conference (GTC). Американский контрактный производитель полупроводников с арабскими деньгами всерьёз вознамерился завоёвывать рынок чипов в Поднебесной. Это огромный и динамически развивающийся рынок, за который готовы сразиться как местные производители, так и зарубежные. Компания GlobalFoundries, как недавно сообщили аналитики из IC Insights, по итогам 2017 года может удерживать около 7% китайского рынка контрактных полупроводников, получая от этого рынка около 8% от общей выручки. При этом она находится на четвёртой позиции, позади компании UMC. Очевидно, подобное положение дел GlobalFoundries не устраивает.

В феврале этого года компания объявила, что среди прочих инвестиций в производство она начнёт строить в Китае новый завод для обработки 300-мм пластин и внедрит на предприятии техпроцесс с нормами 22 нм на пластинах FD-SOI (техпроцесс 22FDX). Завод, получивший название

Company	2015 (\$M)	Share of Company's sales	Share of China Foundry Market	2016 (\$M)	Share of Company's sales	Share of China Foundry Market	2017F (\$M)	Share of Company's sales	Share of China Foundry Market
TSMC	2,115	8%	44%	2,655	9%	44%	3,170	10%	46%
SMIC	1,075	48%	22%	1,485	51%	25%	1,455	47%	21%
UMC	450	10%	9%	490	11%	8%	635	13%	9%
Global Foundries	250	5%	5%	390	7%	6%	475	8%	7%
Hua Hong Semi	360	55%	7%	375	52%	6%	455	56%	7%
Shanghai Huali	165	45%	3%	195	42%	3%	235	45%	3%
XMC	75	43%	2%	85	44%	1%	115	45%	2%
Other	315	5%	7%	335	5%	6%	410	6%	6%
Total	4,805	10%	100%	6,010	11%	100%	6,950	13%	100%

Fab 11, начал строиться вблизи города Чэнду (Chengdu). Возведение корпусов будет завершено в начале 2018 года, после чего начнётся установка производственного оборудования. Начало работы предприятия намечено на первую половину 2019 года.

На конференции GTC 2017 представитель GlobalFoundries назвал имена трёх первых китайских клиентов на техпроцесс 22FDX. Данный техпроцесс отличается повышенной энергоэффективностью и позволяет на одной подложке выпускать как логику, так и радиочастотные цепи. Первыми клиентами GlobalFoundries заявлены компании Shanghai Fudan Microelectronics Group, Rockchip и Hunan Goke Microelectronics. Компания Fudan Microelectronics намерена выпускать решения

для ИИ, серверов и вещей с «интеллектуальным» подключением к Интернету.

Компания Rockchip, используя техпроцесс 22FDX, планирует выпускать «умное железо» с экономичным Wi-Fi-подключением и процессоры для ИИ. Компания Hunan Goke Microelectronics планирует с техпроцессом 22FDX завоёвывать рынок устройств с подключением к Интернету. Даже если не учитывать экспансию GlobalFoundries, китайские разработчики и производители с большим вниманием отнеслись к выпуску решений на пластинах FD-SOI. Последние обещают поднять рабочие характеристики чипов до уровня новейших техпроцессов, не переходя на новые нормы производства.

GlobalFoundries

ЖЁСТКИХ УСЛОВИЙ

до +85°C

Основные свойства электролюминесцентных дисплеев

- Кристальная чёткость изображения. Отсутствует размытость изображения движущегося объекта при температуре –60°C
- Широкий угол обзора – свыше 160°
- Время отклика менее 1 мс
- Средний срок безотказной работы более 116 000 часов
- Срок эксплуатации не менее 11 лет при потере яркости 25–30%
- Устойчивость к ударным и вибрационным воздействиям
- Низкий уровень электромагнитного излучения
- Компактный корпус и обрамление

Области применения

- Специальная техника
- Транспортные средства
- Промышленное оборудование
- Медицинские приборы
- Аппаратура морской техники

LUMINEQ
POWERED BY BENEQ

МОСКВА
(495) 234-0636
info@prosoft.ru

САНКТ-ПЕТЕРБУРГ
(812) 448-0444
info@spb.prosoft.ru

ЕКАТЕРИНБУРГ
(343) 376-2820
info@prosoftsystems.ru



Реклама

SpaceWire: взгляд со стороны

Часть 2

Валерий Журавлёв, Александр Немытов, Юрий Осипов,
Андрей Першин (Москва)

Статья является продолжением публикации об унаследованных особенностях стандарта SpaceWire. В предыдущей статье были рассмотрены причины разнообразных блокировок при червячной маршрутизации. В продолжении рассмотрены вопросы передачи данных и механизма синхронизации времени.

ПЕРЕДАЧА ДАННЫХ: MULTICAST ПОД ЗАПРЕТОМ

В сетях, используемых для управления, часто применяется групповая рассылка сообщений (multicast и broadcast). Так, например, многие оконечные станции потребляют навигационную информацию, поступающую из одного источника.

Изначальная ориентация на обмены «точка–точка», обусловленная самой идеологией процессов Хоара, предопределила чужеродность понятия multicast (групповой рассылки) для сети SpaceWire, хотя её ограниченная форма и введена в стандарт под названием «packet distribution». Под этим термином имеется в виду только групповая рассылка из узла через ближайший коммутатор в оконечные станции (узлы), подсоединённые непосредственно к этому коммутатору [2, разд. 10.2.7, 10.4]. Позволим себе в этой связи привести длинную цитату из [3, стр. 88]:

«Стандарт SpaceWire определяет средства, которые могут исполь-

зоваться коммутатором для копирования и раздачи пакетов SpaceWire по нескольким узлам, подсоединённым к различным портам коммутатора. Они были включены со специальной целью распределения одних и тех же данных по нескольким процессорам в параллельно работающей системе. Они могут вызвать значительные проблемы, будучи использованы в сети SpaceWire, и [потому] **их использование не рекомендуется**. К примеру, если пакет, прибывающий по одному порту коммутатора, должен быть роздан по нескольким другим портам, а узел, подсоединённый к одному из этих портов, по какой-либо причине больше не способен принимать данные, то данные, идущие во все остальные процессоры, будут приостановлены. Любой сбой фактически размножится».

Поясним, почему разрешается только ограниченная форма групповой рассылки. Допустим, мы введём multicast в чистой форме. Тогда возможна следующая ситуация, ведущая к deadlock'у (см. рис. 9). Рассылка красного сообщения захватывает на коммутаторе K2 оба порта (1 и 2) и пытается захватить порт 1 на коммутаторе K3, уже занятый под рассылку синего сообщения. Но рассылка синего сообщения захватывает оба порта на коммутаторе K3 и пытается захватить порт 1 на коммутаторе K2, уже занятый под рассылку красного сообщения. Возникает классический deadlock.

Ясно, что упомянутые ограничения – это замазывание принципиального недостатка, не позволяющего осуществлять групповые рассылки по содержательному принципу, а не технологические ограничения.

При необходимости групповой или широковещательной рассылки стан-

дарт [2, разд. 10.2.7.1] рекомендует не самый элегантный выход из положения – обычную поочерёдную посылку в каждый узел-приёмник.

ПЕРЕДАЧА ДАННЫХ: НЕРАВНОПРАВНОЕ РАВНОПРАВИЕ

Рассмотрим жизненную ситуацию: осуществляется, во-первых, multicast-рассылка крохотных сообщений объёмом в 1 байт в адрес примерно десятка узлов (поочерёдная, по рекомендации стандарта) – на рисунке 10 они изображены красным цветом – и, во-вторых, пересылка массивного изображения объёмом в 1 МБ, разбитого, опять-таки по рекомендации стандарта, на 10 фрагментов по 100 КБ – на рисунке 10 они изображены синим цветом. При отправке одноприоритетных сообщений из выходного порта коммутатора арбитраж выполняется равноправно – по круговой схеме.

Обе серии сообщений затратят на прохождение через коммутатор одно и то же время – 0,1 с, но для multicast-сообщений, которым следовало бы быть одновременными, эта разбежка по времени (0,1 с) может оказаться неприемлемой. Таково ещё одно неприятное следствие монополизации порта сообщением и неограниченности длины сообщения.

ПЕРЕДАЧА ДАННЫХ: ПОСЛЕДСТВИЯ СБОЕВ

Маркеры управления потоком (FCT)

Вполне в духе транспьютерной сети вопрос о потере маркера управления потоком в стандарте [2] на SpaceWire даже не рассматривается. Такая потеря служит ещё одной, не упомянутой выше, причиной блокировки сообщения.

В равной степени не рассматривается вопрос об избыточной посылке FCT – случись такая, в типичном случае будут потеряны следующие 8 байт сообщения, хотя в зависимости от реализации вместо них могут быть потеряны предыдущие 8 байт. Сравните с замечанием к пункту с) в разделе 8.3 стандарта [1]: «В типичном случае приёмный буфер представляет собой FIFO».

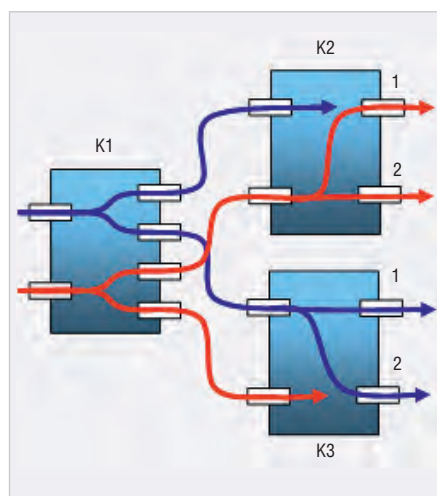


Рис. 9. Deadlock при групповой рассылке (K1...K3 – коммутаторы)

Маркеры конца пакета (EOP)

Как и маркеры FCT, маркеры EOP также подвержены потере и появлению избыточных маркеров. В первом случае это может привести к искажению сообщения и переполнению буфера на той оконечной станции, куда адресовано сообщение, замыкавшееся потерянными EOP, а также к потере следующего сообщения, которое не будет доставлено по назначению. Во втором случае может быть усечено сообщение, в тело которого попадёт избыточный маркер EOP, а из остатка усечённого сообщения может появиться фантомное сообщение, адресованное бог весть куда.

Очень длинное сообщение

При случайной программной ошибке, выразившейся в очень большом значении длины сообщения, порты на всём пути будут блокированы на очень долгое время. Таким образом, SpaceWire беззащитен от «дурака».

Искажение NULL на холостом ходу

Когда линк находится на холостом ходу (он активен, но вместо информации по нему непрерывно передаются символы NULL), при искажении как минимум двух битов символа NULL, не нарушающем чётности, искажённый символ станет частью сообщения, которое появится на линке неопределённое время спустя. В самом деле, как утверждает стандарт [2, разд. 8.2.1]:

«Управляющий символ NULL <...> может рассматриваться как L-Char. Такие символы на пакетный уровень не передаются» (в отличие от символов EOP – конца пакета и EEP – конца ошибочного пакета).

Это означает, что последующие символы NULL просто игнорируются, не возмущая искажённому символу стать частью последующего сообщения.

Искажённый NULL послужит адресным байтом на следующем коммутаторе, и сообщение окажется адресованным не туда со всеми вытекающими последствиями. В действительности дело обстоит даже хуже: при долго простаивающем линке на следующем коммутаторе произвольный выходной порт окажется захваченным на продолжительное время (тайм-ауты, напомним, в SpaceWire должны быть большими), т.е. ни с того ни с сего трафик по этому порту окажется заблокированным. По истечении же тайм-аута следующее сообщение (которое придёт

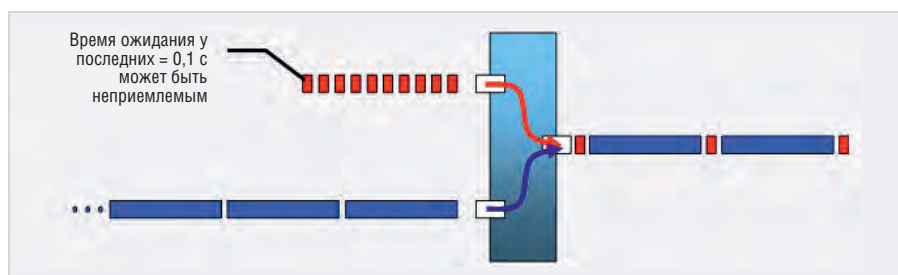


Рис. 10. Чередование разновеликих сообщений

неизвестно когда) окажется аннулированным, если коммутатор будет следовать методике, предлагаемой в [4]. А учитывая, что все проложенные провода сети SpaceWire представляют собой набор антенн, непрерывно работающих на приём помех...

Время и факт доставки сообщения

Подводя промежуточный итог, мы можем констатировать, что при благоприятном стечении обстоятельств информация будет доставлена за обозримое (хотя и не поддающееся оценке) время, однако при малейших сбоях поведение сети становится непредсказуемым.

Распространение единого времени

Интерпретация маркеров времени

Стандарт SpaceWire [2] предлагает механизм распространения времени, где цена младшего бита рассылаемого маркера времени составляет величину кванта системного времени на узле. Кроме того, стандарт предлагает осуществлять рассылку маркера времени периодически с периодом величины в тот же квант системного времени. Таким образом, к величине кванта времени предъявляются противоположные требования:

- уменьшение размера этого кванта для повышения точности;
- увеличение размера кванта для уменьшения нагрузки на сеть.

В качестве примера компромиссного значения величины кванта системного времени стандарт приводит 1 миллисекунду [2, разд. 8.12.2, с), стр. 84]; обеспечиваемая точность при этом составляет порядка 10 мкс.

Существует очевидное решение, позволяющее на порядки повысить точность системного времени с сохранением всех механизмов, но почему-то в стандарте не рассмотренное. Возможно увеличить квант времени до 1 секунды, сохранив точность в 10 мкс, объявив, например, самообновляющийся регистр часов на узле состоящим из трёх составных частей: грубое значение времени (с дискретностью в 64 секунды, т.е. примерно в 1 минуту), корректируемая компонента времени (сопоставляемая с маркером времени и с дискретностью в 1 секунду) и быстрый счётчик (с дискретностью в $1/2^{20}$ секунды, т.е. примерно микросекунда), как это изображено на рисунке 11. Кратковременной стабильности локального кварцевого генератора в 10^{-6} хватит на то, чтобы удерживать достаточную точность часов порядка единиц микросекунд при потере нескольких маркеров времени. Возникающие при этом проблемы скачков времени и, в частности, его немотонности, в принципе решаемы, но здесь их обсуждение выходит за рамки данной статьи.

Задатчик времени (time master)

В сети SpaceWire предусматривается единственный узел-задатчик времени [3, разд. 5.4]. А что будет, если он выйдет из строя? Процесс передачи функций задатчика времени в стандарте не описывается.

Выводы

Протокол SpaceWire ни в коей мере не создавался специально для использования в космической промышленности. Он был получен из системы внутримашинных обменов путём нало-



Рис. 11. Структура регистра системного времени

жения «заплаток» на самые заметные «дыры». Эти «заплатки» так и не превратили протокол SpaceWire в полноценную сеть реального времени, а все предложения по его дальнейшему развитию напоминают строительство замка на песке.

Несмотря на это, получившийся продукт обладает рядом достоинств: относительная простота и дешевизна реализации, возможность использования среднескоростных интерфейсов – до 100 Мбит/с (400 Мбит/с оставим на совести авторов). Он вполне может использоваться на борту космических

аппаратов либо как внутримашинный интерфейс, либо там, где процессы протекают небыстро, оконечные станции немногочисленны и слабо вычислительно связаны. А ещё лучше – как соединение «точка–точка» без всякой сети.

Что касается использования SpaceWire для построения критичных сетей в космической отрасли, то единственное, чем это может быть обосновано, – наличием слова Space в названии. Для применения в авиации и других областях даже это основание отсутствует. Увы.

ЛИТЕРАТУРА

1. Журавлёв В., Немытов А., Осипов Ю., Першин А. SpaceWire: взгляд со стороны. Часть 1 // Современная электроника. 2017. №8.
2. ECSS-E-ST-50-12C «SpaceWire – Links, nodes, routers and networks», ECSS Secretariat ESA-ESTEC, Requirements & Standards Division, Noordwijk, The Netherlands, 31 July 2008.
3. Steve Parkes. «SpaceWire User's Guide». STAR-Dundee Limited, 2012.
4. SpW-10X SpaceWire Router. User Manual», University of Dundee/Austrian Aerospace/ESTEC, January 7, 2015.



НОВОСТИ МИРА

Компания «Глобал Инжиниринг» стала официальным дистрибьютором торговой марки DEK

Компания «Глобал Инжиниринг» сообщает о получении статуса официального дистрибьютора компании DEK в России.

Это означает, что в случае возникновения заинтересованности в приобретении трафаретных принтеров компании DEK, осуществ-

лении гарантийной и постгарантийной поддержки, приобретении запасных частей и расходных материалов можно будет обращаться к специалистам компании «Глобал Инжиниринг».

Компания DEK основана в 1968 году в Великобритании и на протяжении многих лет является безусловным лидером в области технологий и производства оборудования для нанесения клеев и паяльных паст методом тра-

фаретной печати. Доля принтеров DEK на мировом рынке составляет более 60%. Они пользуются стабильным спросом благодаря высокой точности и повторяемости процесса печати и находятся в списке рекомендованных к использованию компаниями Apple, Samsung, Foxconn, Huawei, Flextronics, Intel, HELLA, Continental, Siemens, LG, Delphi Automotive.

global-smt.ru



bulgin

a brand of Elektron Technology

Взрывозащищённые соединители EXPlora

Технические характеристики:

- Количество контактов: 2, 3, 4, 5, 7, 10
- Электрические характеристики: до 18 А, 600 В AC/DC
- Диапазон рабочих температур: –20...+55°C
- Взрывозащищённость по ATEX: Ex II 3 GD, для зон 2 и 22
- Влагозащищённость в соответствии с IP68, EN 60529:2001



IP68



ProCHIP
POWERED BY PROSOFT

ОФИЦИАЛЬНЫЙ ДИСТРИБЬЮТОР

АКТИВНЫЙ КОМПОНЕНТ ВАШЕГО БИЗНЕСА

(495) 232-2522 ■ INFO@PROCHIPRU ■ WWW.PROCHIPRU



Реклама



- > Реле и контакторы полностью герметичны по стандарту IP67 и IP69
- > Компактный размер и различные варианты монтажа обеспечивают высокую гибкость при проектировании
- > Рабочее напряжение реле до 100 000 В
Рабочий ток реле до 150 А
- > Рабочее напряжение контакторов до 1 500 В
Рабочий ток контакторов до 1 500 А
- > Возможна модификация реле под требования заказчика

НОВОСТИ МИРА

АРПЭ ПРИГЛАШАЕТ ЭКСПЕРТОВ ОТРАСЛИ К РАЗРАБОТКЕ ПРОФСТАНДАРТА ДЛЯ ДОЛЖНОСТИ ИНЖЕНЕРА-СХЕМОТЕХНИКА ЭЛЕКТРОННОЙ АППАРАТУРЫ

Министерство труда и социальной защиты РФ утвердило заявку Ассоциации разработчиков и производителей электроники (АРПЭ) на разработку отраслевого профессионального стандарта «Инженер-схемотехник электронной аппаратуры». АРПЭ приглашает экспертов отрасли принять участие в формировании квалификационных требований к данной профессии. Работы должны быть завершены до конца января 2018 года. Параллельно Ассоциация присоединится к рабочей группе Национального совета по профессиональным стандартам при Президенте РФ (НСПК).

Указанный отраслевой профессиональный стандарт будет содержать описание функционала, требования к образованию, квалификации и навыкам специалистов этой профессии. После того как Минтруд России примет стандарт, он будет использоваться предприятиями электронной промышленности для формирования требований к соответствующей должности и разработки с его помо-

щью собственных средств для оценки квалификации специалистов – тестов, практических инструментальных методов. Единый для российского рынка электроники стандарт позволит кадровым подразделениям компаний стандартизировать заявки по поиску сотрудников на профильных ресурсах.

«Мы приглашаем экспертов электронной отрасли совместно поработать над профессиональным стандартом «Инженер-схемотехник электронной аппаратуры». Участие представителей предприятий поможет нам сформировать необходимые требования и функции специалистов этой профессии, опираясь на реальные потребности производств электроники, а также электронного и оптического оборудования. В дальнейшем мы интегрируем его в процесс обучения и подготовки будущих специалистов отрасли. Опираясь на стандарт, вузы смогут корректировать свои образовательные программы и выпускать специалистов, компетенции которых максимально приближены к потребностям отраслевых предприятий», – сообщила руководитель кадрового комитета АРПЭ Татьяна Степанова.

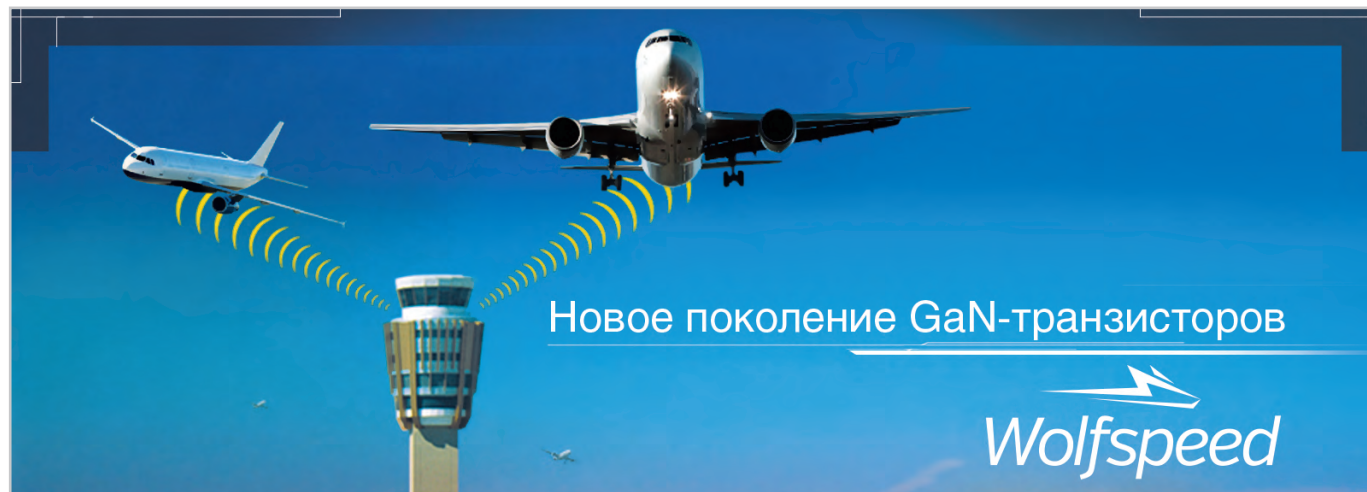
На очереди у Ассоциации – работа над стандартами «Инженер-конструктор электронной

аппаратуры» и «Инженер-технолог производства электронной аппаратуры». Заявки на их разработку уже поданы в Минтруд России.

После подачи заявки Ассоциация была приглашена в состав Рабочей группы по профессиональным стандартам и координации деятельности советов по профессиональным квалификациям НСПК. В рамках НСПК Ассоциация намерена создать совет по профессиональным квалификациям в области электроники, который будет отвечать за формирование профессиональных стандартов для российской электронной отрасли.

Национальный совет по профессиональным стандартам при Президенте РФ консолидирует усилия работодателей, профсоюзных организаций и органов государственной власти для решения вопросов развития национальной системы квалификаций. Орган проводит экспертизу проектов нормативных правовых актов РФ по вопросам развития системы профессиональных квалификаций. НСПК рассматривает проекты профессиональных стандартов и координирует работу, направленную на повышение качества профессионального образования.

АРПЭ



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



ОФИЦИАЛЬНЫЙ ДИСТРИБЬЮТОР

АКТИВНЫЙ КОМПОНЕНТ ВАШЕГО БИЗНЕСА
 (495) 232-2522 ■ INFO@PROCHIPRU ■ WWW.PROCHIPRU



НОВОСТИ МИРА

«Росэлектроника» В ЯНВАРЕ – СЕНТЯБРЕ УВЕЛИЧИЛА ПРОИЗВОДСТВО ПРИБОРОВ ДЛЯ ЭНЕРГЕТИКОВ НА 75%

Холдинг «Росэлектроника» госкорпорации «Ростех» в январе – сентябре 2017 года увеличил поставки контрольно-измерительного оборудования (КИО) по сравнению с аналогичным периодом прошлого года в количественном выражении на 75%, в стоимостном – на 61%. Основной прирост был обеспечен за счёт поставок на энергетические объекты и энергоёмкие промышленные предприятия.

За девять месяцев основной разработчик и производитель КИО в структуре холдинга – пензенское ОАО «НИИ электронно-ме-

ханических приборов» (НИИЭМП) увеличил экспорт этой продукции на 91%. Предприятие осуществляет поставки в Белоруссию и Казахстан.

За отчётный период НИИЭМП увеличил выпуск, в частности, приборов для контроля параметров трансформаторов на 65,4%, микроомметров – на 40,9%, омметров – на 158%, высоковольтных измерителей параметров изоляции – на 35,7%, цифровых киловольтметров – на 99%.

Планируется, что по итогам 2017 года НИИЭМП сможет увеличить объёмы производства КИО в количественном выражении на 48%, в стоимостном – на 30%. В прошлом году предприятие выпустило приборов на 55,9 млн. руб.

НИИЭМП представит контрольно-измерительное оборудование на выставке «Электрические сети России 2017», которая состоится 5–8 декабря в Москве.

НИИЭМП является одним из ведущих предприятий России в области резисторостроения, микросборок цифро-аналоговых и аналого-цифровых преобразователей, прецизионных тонкоплёночных наборов резисторов и делителей напряжения, единственным предприятием в России и СНГ по разработке и производству вакуумных высокочастотных коммутирующих устройств и вакуумных конденсаторов, а также крупным разработчиком спецтехнологического и нестандартного контрольно-измерительного оборудования.

www.ruselectronics.ru

Уменьшение объёма,

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

XP XP Power

DC/DC-преобразователи средней и повышенной мощности



Серия ICH 50–150 Вт

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



Серия IFN 200 Вт

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



Серия QSB 75–350 Вт

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



Серия QSB600 600 Вт

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

ProSoft®

ОФИЦИАЛЬНЫЙ ДИСТРИБЬЮТОР

(495) 234-0636
INFO@PROSOFT.RU

WWW.PROSOFT.RU



Перспективные отечественные МЭМС-датчики давления жидкости и газа

Александр Бекмачев (bae@favorit-ec.ru)

В статье приведены оценки рынка и описаны перспективные МЭМС-датчики давления для жидкостей и газов, полный цикл разработки и производства которых освоен на ЗАО «Группа Кремний Эл» с целью импортозамещения.

События последних лет, связанные с обеспечением отечественных изделий радиоэлектроники современной электронной компонентной базой, остро обозначили насущную необходимость реализации мер по обеспечению технологической независимости страны – основы импортозамещения. Одним из примеров реализации этой прикладной задачи является освоение производства МЭМС-датчиков давления на ЗАО «Группа Кремний Эл».

В текущем десятилетии интенсивно развивается рынок инерциальных, оптических, магнитных и газовых датчиков, во многом – за счёт освоения новых полупроводниковых технологий и, конечно, благодаря созданию новых областей для их применения, таких как «интеллектуальная» персональная и бытовая электроника, часто объединяемые понятием «Интернет вещей». Другими быстрорастущими рынками являются: приборы категории mHealth (mobile health) для персонального медицинского мониторинга, беспилотные средства передвижения, безлюдное промышленное и сельскохозяйственное производство, биохимические комплексы, системы безопасности и т.п.

На фоне этого бума по освоению рыночных ниш новыми продуктами дат-

чикам давления различного назначения удаётся стабильно удерживать суммарную долю около 20% в мировом объёме продаж регистраторов и преобразователей физических величин. Достигнутый мировой уровень продаж датчиков давления всех типов превысил к настоящему моменту эквивалент \$7 млрд в год, а оценки на 2024 г. составляют приблизительно \$11 млрд. При этом, судя по тенденциям развития технологий, до половины объёма продаж должно приходиться на датчики с чувствительными элементами, выполненными на различных типах МЭМС [1, 2].

Такая востребованность объясняется широким кругом задач, решаемых различными датчиками давления и устройствами на их основе – измерение давления жидкостей и газов в промышленности (от перерабатывающей и пищевой до горнодобывающей и тяжёлой), в энергетике, в коммунальном хозяйстве и на магистральных коммуникациях, на транспорте, в индустриализованных агрокомплексах, в авиационно-космической и военной технике. В этот перечень также входит медицинское оборудование, приборы персональной навигации и различные

электронные гаджеты, которые стали неотъемлемой частью образа жизни современного человека.

Очевидно, что в большинстве применений известная из школьного курса физики конструкция датчика давления прямого измерения с металлической мембраной может быть заменена на компактный, дешёвый, малогабаритный МЭМС-элемент со встроенной системой компенсации и обработки, оснащённый стандартным цифровым интерфейсом.

Наиболее технологически отработанными и имеющими положительную историю применения к настоящему времени являются МЭМС-датчики давления ёмкостного, пьезорезистивного и тензорезистивного типов. Последний из них обеспечивает потенциально более высокую стабильность, точность измерений, надёжность, функциональную гибкость и в силу этих причин был выбран ЗАО «Группа Кремний Эл» в качестве базовой технологии для разработки и создания чувствительного элемента и соответствующей линейки датчиков давления жидкости и газа.

Оригинальный чувствительный элемент (ЧЭ) датчика давления ЭДС производства ЗАО «Группа Кремний Эл» существует в двух исполнениях: для измерения абсолютного давления, для измерения избыточного и дифференциального давления. Конструктивно он представляет собой сборку, состоящую из интегрального преобразователя дав-

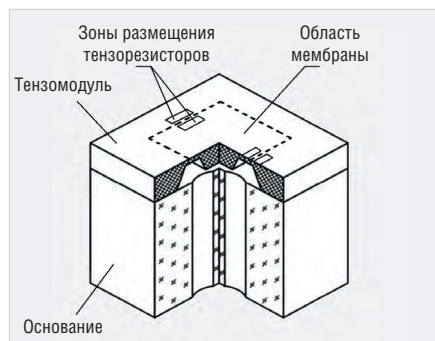


Рис. 1. Конструкция чувствительного элемента датчика давления

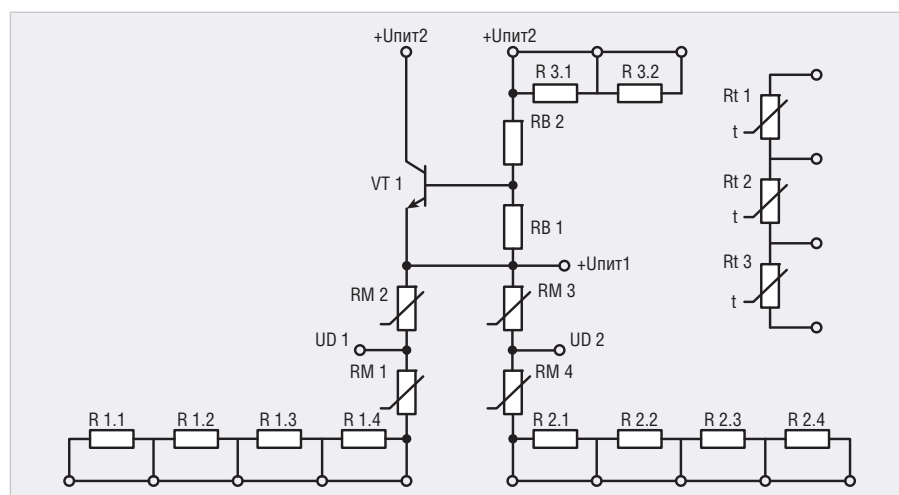


Рис. 2. Схема измерительного каскада и встроенного блока температурной компенсации датчика

ления – тензочувствительного кристалла кремния (тензомодуля) и стекляннго основания. Соединение элементов в конструкции чувствительного элемента давления выполнено электростатической анодной сваркой.

Тензомодуль представляет собой кристалл размером 4×4 мм и толщиной 430 мкм с мембраной размером 2×2 мм, толщиной 10...180 мкм и концентратором в центре, способной выдерживать 5-кратную перегрузку по давлению (см. рис. 1). Два тензорезистора расположены на границе кристалл/мембрана, а два других – на границе концентратор/мембрана. Все тензорезисторы идентичны по геометрии и расположены параллельно границе мембраны. Резисторы объединены в мостовую схему Уитстона алюминиевыми дорожками с одной разорванной диагональю, предназначенной для настройки начального разбаланса моста. На кристалле имеются терморезистор и транзисторный каскад термостабилизации (см. рис. 2). Общая высота сборки составляет 1430 мкм.

В производстве освоены варианты чувствительного элемента с толщиной мембраны 10, 20, 95 и 180 мкм, что

Таблица 1. Метрологические характеристики чувствительных элементов при питании постоянным напряжением 5 В

Наименование параметра	Значение параметра			
	Минимум	Типично	Максимум	Единицы измерения
Диапазон выходного сигнала U_d	100	200	300	мВ
Нелинейность, $\pm$	0,0001	0,04	0,1	% U_d
Повторяемость, $\pm$	0,001	0,1	0,25	% U_d
Гистерезис (вариация), $\pm$	0,00003	0,03	0,12	% U_d
Нулевой вых. сигнал (при $P=0$), $\pm$	0	5	10	мВ
Термическая ошибка нуля	0,005	0,08	0,014	% $U_d/^\circ\text{C}$
Термическая ошибка диапазона	0,18	0,19	0,20	% $U_d/^\circ\text{C}$
Временная стабильность	–	0,5	–	% $U_d/\text{год}$

позволяет с заданной точностью измерять абсолютное и избыточное давление в диапазонах 0...100 кПа (1 бар) и 0...20 МПа (200 бар). Питание осуществляется стабилизированным постоянным током или напряжением.

Метрологические характеристики чувствительных элементов приведены в таблице 1.

Функционально завершённые датчики с описанными чувствительными элементами для измерения давления газа или жидкости предлагаются в

бескорпусном исполнении или в одном из корпусов промышленного стандарта. Корпус датчика (см. рис. 3) для измерения давления жидкости имеет герметичный затвор для разделения наружного и внутреннего объёмов.

Общие технические характеристики датчиков давления газа и жидкости приведены в таблице 2.

Ведутся работы по созданию на базе ЧЭ линейки датчиков давления, которые помимо базового интерфейса 0–5 В могут быть оснащены одним из

МЫ РАСТИМ БУДУЩЕЕ...

ЭЛЕКТРОННАЯ КОМПАНИЯ Фаворит-ЭК

СТАУБЛИ **NICOMATIC** **ИНТЕГРАЛ** **МИКРО ЭЛЕКТРОНИКИ** **МИПАНД** **АУСЛУЕВ**

Multi-Contact **MC** **АМИТРОН** **АЕДОН** **КВ системы** **TESLA ELECTRIC** **Great River Technology**

ChipStar **RD ALFA** **APSENOC** **NESSCAP** **Microsemi** **United Monolithic Semiconductors**

WAGO **micross** **CYPRESS** **CRANE** **INTERPOINT** **IOR HiRel** **XP-EMCO**

TDK-Lambda **CyLux Group** **Bulgin** **SWITCHCRAFT** **CREE** **Switchcraft**

Grayhill **KYOCERA** **SHARP** **ANALOG** **i-sft** **IEE**

LITMAX **LUMINEO** **RAYSTAR** **ana digm** **RDC** **Wolf speed**

CRANE **am** **датчики** **hummel** **MENTOR**

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

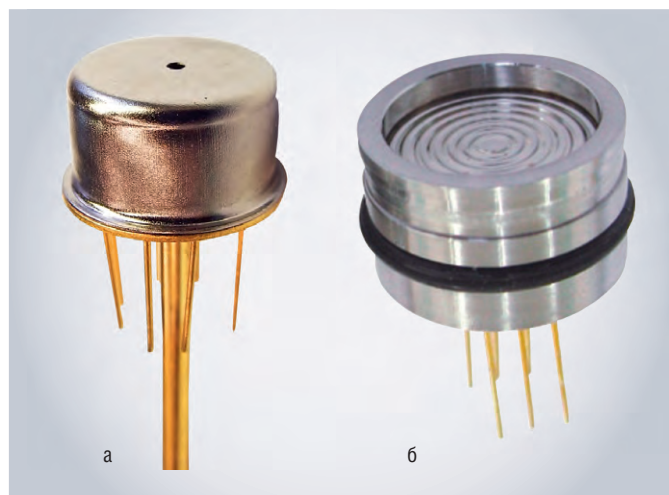


Рис. 3. Варианты корпусов датчика давления: а) для газов; б) для жидкостей

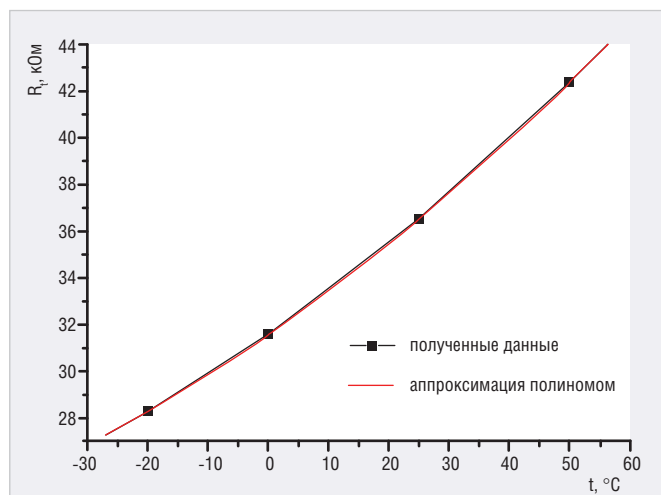


Рис. 4. Температурная характеристика встроенного терморезистора

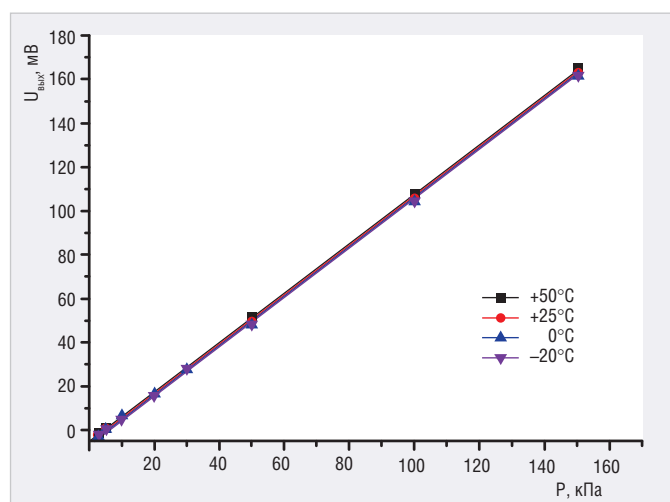


Рис. 5. Температурная зависимость выходного сигнала датчика в диапазоне приложенных давлений 0,1...100 кПа

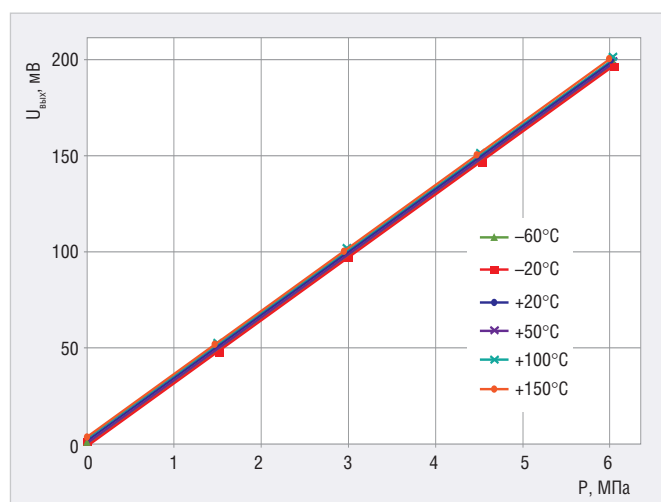


Рис. 6. Выходной сигнал датчика с чувствительным элементом ЭДС-1 в диапазоне температур среды -60...+150 °C

стандартных: 4–20 мА; I²C; SPI; HARP; ШИМ и др.

С целью подтверждения метрологических и эксплуатационных характеристик, заявляемых производителем, в независимой лаборатории была произведена проверка датчиков абсолютного давления газа на основе чувствительного элемента ЭДС-2 с верхним пределом измерений 100 кПа. Контролировались следующие параметры:

Таблица 2. Общие технические характеристики датчиков давления газа и жидкости

Характеристика	Диапазон значений
Пределы измеряемых давлений $P_{ном}$, МПа	0,1; 0,16; 0,25; 0,4; 0,63; 1,0; 1,6; 2,5–20,0
Перегрузочное давление, МПа	5 $P_{ном}$
Напряжение питания, В	5,0
Диапазон рабочих температур, °C	–60...+150
Начальный разбаланс моста, мВ	±10
Основная погрешность, %	0,5; 1,0

- рабочий диапазон давлений при заданной точности измерений;
 - возможности компенсации температурной погрешности;
 - временная нестабильность и повторяемость результатов.
- В результате подтверждены:
- возможность измерения давления в диапазоне до 3 декад, в частности от 0,1 до 100 кПа;
 - высокая линейность характеристик в диапазоне 0,1 до 100 кПа;
 - термостабильность на уровне 0,3...0,5% в диапазоне рабочих температур –20...+50 °C.

Графические материалы отчёта приведены на рисунках 4 и 5.

На датчиках с чувствительными элементами ЭДС-1 была дополнительно проверена линейность и повторяемость выходного сигнала в полном диапазоне рабочих температур при давлении 0...6 МПа, экспериментально полученные характеристики для

одного из образцов приведены на рисунке 6.

Как можно видеть, освоенный в производстве отечественный продукт создан и развивается в полном соответствии с перспективными направлениями мировой электроники и демонстрирует высокий уровень техники.

Описанные датчики давления ЗАО «Группа Кремний Эл» имеют высокий потенциал применения в промышленности, нефтегазовой отрасли, коммунальном хозяйстве, на транспорте, в специальной технике и в контрольно-поверочной аппаратуре.

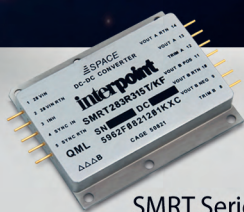
ЛИТЕРАТУРА

1. Pressure Sensor Market. Grand View Research, August 2016, <http://www.grandviewresearch.com/press-release/global-pressure-sensors-market>
2. Status of the MEMS Industry 2017 report. Yole Développement, June 2017, http://www.yole.fr/MEMS_Market.aspx#.WeTqwXY6Zdg



Надёжные источники – успех миссии в космосе

БЕЗЛИЦЕНЗИОННАЯ ПОСТАВКА*



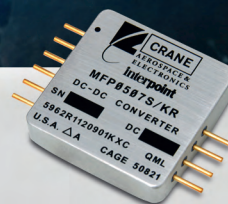
SMRT Series™



SLH Series™



SMTR Series™



MFP Series™

Продукция Interpoint® уровня качества Space

- Высоконадёжные DC/DC-преобразователи и помехоподавляющие фильтры
- Восемь серий DC/DC-преобразователей с диапазоном мощностей от 1,5 до 100 Вт
- Диапазоны входных напряжений: 16–40 В (SMTR-серия, SLH-серия), 19–56 В (SMRT-серия) и 3–6 В (MFP-серия)
- Одно-, двух- и трёхканальные модели с различными комбинациями напряжений: 3,3; 5; 5,2; 12; 15 В
- Обширный набор сервисных функций и защит
- Высокая удельная мощность
- Уровень дозовой стойкости 30, 50 и 100 крад
- Стойкость к воздействию заряженных частиц с ЛПЭ до 86 МэВ·см²/мг
- Технические и эксплуатационные параметры соответствуют Standard Microcircuit Drawings (SMD), утверждённым Агентством материально-технического снабжения МО США (Defense Logistics Agency – DLA)



Interpoint®

* Модели DC/DC-преобразователей с суммарной накопленной дозой 30 и 50 крад поставляются без оформления лицензии на поставку



Данный обзор посвящён ПЗС-датчикам изображения компании Hamamatsu Photonics. В статье приводятся основные параметры новых приборов, рассматриваются особенности их устройства и области применения.

В 90-е годы в компании созданы подразделения InGaAs приборов и новых полупроводниковых компонентов, начато производство ПЗС-датчиков изображения с обратной засветкой и утончённой подложкой. Продукты компании используются для проведения научных исследований многими ведущими лабораториями. В частности, детектор Super Kamiokande для регистрации нейтрино содержит

В каталогах компании фигурируют более двух десятков категорий продуктов, таких как фотооптические интегральные схемы и фотодиоды, приборы для оптической связи, композитные полупроводники, светоизлучающие диоды, мини-спектрометры, источники света, электронные трубки, камеры, лазерные диоды и модули [1].

- **ПЗС-датчики** изображения (ФПЗС – фоточувствительные приборы с зарядовой связью) отличаются чрезвычайно низким уровнем шума, что, соответственно, обеспечивает высокое отношение сигнал/шум на выходе. Namamatsu применяет в основном ФПЗС с полнокадровым переносом, достигающие 100%-го заполнения площади матрицы светочувствительными элементами и собирающие свет практически с нулевыми потерями. ПЗС-датчики такого типа позволяют применять их для высокоточных измерений, например, в спектрофотометрии. Компания выпускает приборы двух конфигураций – с фронтальным освещением (Front Illumination Type CCD) и с обратной засветкой и утончённой подложкой (Back-Thinned Type CCD);
- **КМОП-датчики** изображения содержат схемы усиления и синхронизации в каждой пиксельной ячейке и легко интегрируются в различные устройства с минимальным числом внешних компонентов. Приборы



квалифицируются по следующим направлениям: линейные КМОП-датчики изображения, датчики с повышенной чувствительностью в ближней инфракрасной области спектра, датчики для работы в рентгеновском диапазоне и профильные устройства для систем обнаружения движения наблюдаемых объектов;

- **NMOS-датчики** изображения хорошо подходят для приложений, в которых важна высокая чувствительность в ультрафиолетовом диапазоне. Приборы обладают высокой линейностью и способны накапливать большое количество заряда, что особенно важно в спектрофотометрии, где уровни освещённости достаточно велики;
- **дистанционные датчики** изображения предназначены для применения в системах измерения расстояния до объекта времяпролётным методом (TOF – Time of Flight). При использовании дистанционных датчиков совместно с импульсно-модулированным источником света определение расстояния производится на основе информации о разности фаз по вре-

мени, в течение которого излучается и принимается свет. Для получения данных о расстоянии используются внешние схемы и программная обработка данных на ПК;

- **InGaAs-датчики** изображения предназначены для работы в ближнем инфракрасном диапазоне с длинами волн до 2,6 мкм. Выпускаются линейные датчики для сканирования объектов и обзорные датчики для работы в NIR;
- **фотодиодные решётки с усилителями** в связи с большими по сравнению с ПЗС- и КМОП-датчиками изображения расстояниями между фотодиодами используются в основном в промышленном оборудовании и в системах линейного сканирования, например, для проверки багажа;
- **рентгеновские датчики** изображения конструктивно выполнены в виде сборки из ПЗС- или КМОП-датчиков изображения и оптически связанными с ними сцинтилляторами (панелями, светящимися под воздействием рентгеновского излучения).

Схемы для датчиков изображения выполняются в виде плат, на которых реализованы различные узлы и установлены компоненты и микросхемы для усиления, синхронизации и управления датчиками и их согласования с внешними приборами и компьютерами.

В каталоге компании 2017 года ПЗС-датчики изображения квалифицируются по назначению и принципам работы следующим образом:

- для спектрофотометрии;
- для систем машинного зрения;
- для научных измерений;
- датчики с временной задержкой и накоплением;
- датчики с обратной засветкой и временной задержкой и накоплением;
- датчики рентгеновского диапазона.

Следует отметить, что сферы применения ПЗС-датчиков изображения (кроме рентгеновских приборов) значительно шире, и они могут применяться в самых различных промышленных и специальных приложениях.

Основные параметры ПЗС-датчиков Hamamatsu, разработанных после 2015 года, приведены в таблице. В таблицу не включены ПЗС-датчики



Официальный дистрибьютор

HAMAMATSU
PHOTON IS OUR BUSINESS

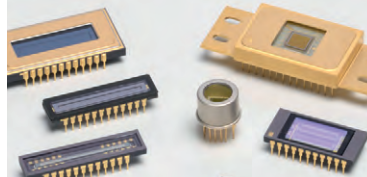
Области применения изделий:

Научные исследования / Спектроскопия /
Радиационный контроль / Медицинская техника /
Дефектоскопия / Оптическая связь /
Рентгеновская техника /
Экологический мониторинг /

Высокочувствительные
ПЗС и научные КМОП камеры



Si и InGaAs фотодиоды,
ПЗС/КМОП линейки и матрицы

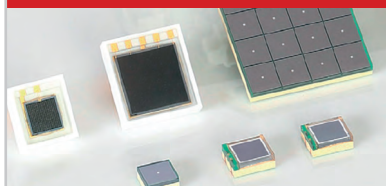


ФЭУ, сборки и модули



Кремниевые ФЭУ (МРРС)

Спектральные лампы и системы



www.yeint.ru

yesupport@yeint.ru

www.hamamatsu.su

hamamatsu@yeint.ru

реклама Санкт-Петербург
(812) 313-34-40

Москва
(495) 150-52-21

Н.Новгород
(831) 220-59-64

Новосибирск
(383) 319-17-09

Екатеринбург
(343) 365-90-40

Самара
(846) 264-80-46

Основные характеристики ПЗС-датчиков Hamamatsu

Тип прибора	Технология	Разрешение	Размеры пикселей, мкм	Спектральный диапазон, нм	Скорость считывания, линий/с
ПЗС-датчики изображения для спектрофотометрии					
S13255-2048-02	Back-Thinned	2048x1	14x500	200...1100	2327
S13256-2048-02	Back-Thinned	2048x1	14x1000	200...1100	2327
S13240-1107	Back-Thinned	2048x122	12x12	200...1100	921
S13240-1108	Back-Thinned	2048x250	12x12	200...1100	539
S13240-1109	Back-Thinned	2048x506	12x12	200...1100	203
S13241-1107S	Back-Thinned	2048x122	12x12	200...1100	921
S12241-1108S	Back-Thinned	2048x250	12x12	200...1100	539
S13241-1109S	Back-Thinned	2048x506	12x12	200...1100	203
S10140-1107-01	Back-Thinned	2048x122	12x12	200...1100	107
S10140-1108-01	Back-Thinned	2048x250	12x12	200...1100	80
S10140-1109-01	Back-Thinned	2048x506	12x12	200...1100	40
S10141-1107S-01	Back-Thinned	2048x122	12x12	200...1100	107
S10141-1108S-01	Back-Thinned	2048x250	12x12	200...1100	80
S10141-1109S-01	Back-Thinned	2048x506	12x12	200...1100	40
S12101	Back-Thinned	2048x2048	12x12	200...1100	40
S11511-1006	CCD Image Sensor	1024x64	14x14	200...1100	188
S11511-1106	CCD Image	2048x64	14x14	200...1100	106
S11490	Back-Thinned	1024x1	24x500	320...1100	10000
S11491	Back-Thinned	2048x1	12x500	320...1100	30000
S11155-2048-02	Back-Thinned	2048x1	14x500	200...1100	2327
S11156-2048-02	Back-Thinned	2048x1	14x1000	200...1100	2327
S11151-2048	Front Illuminated	2048x1	14x200	200...1000	484
S11850-1106	Back-Thinned	2048x64	14x14	200...1100	106
S11851-1106	Back-Thinned	2048x64	14x14	200...1100	651
S10420-1004-01	Back-Thinned	1024x16	14x14	200...1100	220
S10420-1006-01	Back-Thinned	1024x64	14x14	200...1100	188
S10420-1104-01	Back-Thinned	2048x16	14x14	200...1100	115
S10420-1106-01	Back-Thinned	2048x64	14x14	200...1100	106
S11071-1004	Back-Thinned	1024x16	14x14	200...1100	1776
S11071-1006	Back-Thinned	1024x64	14x14	200...1100	751
S11071-1104	Back-Thinned	2048x16	14x14	200...1100	1302
S11071-1106	Back-Thinned	2048x64	14x14	200...1100	651
S11510-1006	CCD Image Sensor	1024x64	14x14	200...1100	188
S11510-1106	CCD Image Sensor	2048x64	14x14	200...1100	106
S7031-0906S	Back-Thinned	512x58	24x24	200...1100	418
S7031-0907S	Back-Thinned	512x122	24x24	200...1100	3161
S7031-1006S	Back-Thinned	1024x58	24x24	200...1100	213
S7031-1007S	Back-Thinned	1024x122	24x24	200...1100	160
S7030-0906	Back-Thinned	512x58	24x24	200...1100	418
S7030-0907	Back-Thinned	512x122	24x24	200...1100	316
S7030-1006	Back-Thinned	1024x58	24x24	200...1100	213
S7030-1007	Back-Thinned	1024x122	24x24	200...1100	160
S11500-1007	CCD Image Sensor	1024x122	24x24	200...1100	160
S11501-1007	CCD Image Sensor	1024x122	24x24	200...1100	160
S12071	Back-Thinned	1024x1024	24x24	165...1100	–
S9970-0906	Front Illuminated	512x60	24x24	400...1100	169
S9970-1006	Front Illuminated	1024x60	24x24	400...1100	86
S9970-1007	Front Illuminated	1024x124	24x24	400...1100	66
S9970-1008	Front Illuminated	1024x252	24x24	400...1100	34
S9971-0906	Front Illuminated	512x60	24x24	400...1100	169
S9971-1006	Front Illuminated	1024x60	24x24	400...1100	86
S9971-1007	Front Illuminated	1024x124	24x24	400...1100	66
S9971-1008	Front Illuminated	1024x252	24x24	400...1100	34
S9972-1007	Front Illuminated	1024x124	24x24	400...1100	66
S9972-1008	Front Illuminated	1024x252	24x24	400...1100	34
S9973-1007	Front Illuminated	1024x124	24x24	400...1100	66
S9973-1008	Front Illuminated	1024x252	24x24	400...1100	34
ПЗС-датчики изображения для систем машинного зрения					
S12551-2048	Front Illuminated	2048x1	14x14	200...1000	9500
S12379	CCD Image Sensor	2048x1	8x8	200...1000	36000
ПЗС-датчики изображения для научных измерений					
S10747-0909	Back iLuminated	512x512	24x24	300...1100	–
S7170-0909	Back-Thinned	512x512	24x24	300...1100	–
S7171-0909	Back-Thinned	512x512	24x24	200...1100	–
S9037-0902	Back-Thinned	512x4	24x24	200...1100	–
S9037-1002	Back-Thinned	1024x4	24x24	200...1100	–
S9038-0902S	Back-Thinned	512x4	24x24	200...1100	–
S9038-1002	Back-Thinned	1024x4	24x24	200...1100	–
ПЗС-датчики изображения с временной задержкой и накоплением					
S10200-02-01	Back-Thinned TDI	1024x128	12x12	–	–
S10201-04-01	Back-Thinned TDI	2048x128	12x12	–	–
S10202-08-01	Back-Thinned TDI	4096x128	12x12	–	–
S10202-16-01	Back-Thinned TDI	4096x128	12x12	–	–

рентгеновского диапазона, так как все приборы этой группы разработаны ранее 2015 года.

В графе «Технология» представлены следующие типы устройств: Back-Thinned – ПЗС с обратной засветкой и утончённой

подложкой, CCD Image Sensor – стандартный ПЗС-датчик изображения, Front Illumination – ПЗС с прямой засветкой, Back Thinned TDI – с обратной засветкой, утончённой подложкой, временной задержкой и накоплением.

В графе «Разрешение» приведено число эффективных пикселей по горизонтали и вертикали.

В графе «Скорость считывания линий» – скорость считывания всех горизонтальных линий матриц.

Более подробно рассмотрим особенности некоторых ПЗС-датчиков изображения компании, приведённых в таблице.

Датчики S13255-2048, S13256-2048 (см. рис. 2) – линейные ПЗС-датчики с обратной засветкой, утончённой подложкой и функцией электронного затвора. Приборы построены по принципу резистивного затвора, что обеспечивает высокую скорость считывания изображения, до 10 МГц. Основными сферами применения этих датчиков являются спектрометры, требующие короткого времени интегрирования или быстрого считывания, и промышленные приложения, требующие высокоскоростного сканирования изображения. Светочувствительное окно датчиков имеет размеры 28,672x0,5 мм (S13255) и 28,672x1 мм (S13256), а сами пиксели приборов имеют форму вытянутого в вертикальном направлении прямоугольника с размерами 14x500 мкм и 14x1000 мкм. Общее число пикселей – 2128, эффективное – 2048. Приборы отличаются высокой чувствительностью в широком диапазоне длин волн – от ультрафиолетовых до инфракрасных. Основные особенности и параметры приборов:

- минимальное время интегрирования – 2 мкс, запаздывание изображения – 0,1%;
- скорость сканирования линий – до 4 кГц;
- полная ёмкость пикселей – 200 000 электронов;
- шум считывания – 30 электронов;
- диапазон рабочих температур кристаллов –50...+60°C;
- потребляемая мощность – 60...75 мВт.

В приборы встроены термоэлектрические охладители (TE-cooler) на основе элементов Пельтье, обеспечивающие поддержание температуры внутри прибора около 5°C (ток в цепи охладителя 0,1...1,8 А, при токе 0,5 А температура около 10°C).

Датчики S13240, S13241, S10140, S10141 (см. рис. 3) – ПЗС-датчики изображения высокого разрешения с полнокадровым переносом (FFT-CCD). Серии S10140 и S10141 характеризуются малым уровнем шума, а серии S13240, S13241 – высоким быстродействием. Приборы серий S13241 и S10141 осна-

щены термоэлектрическими охладителями. В ПЗС-датчиках изображения рассматриваемых серий применены различные материалы защитных стёкол – кварцевое стекло в приборах серий S13240 S10140, сапфир с антибликовым покрытием (AR-coated sapphire) в приборах серии S13241 и S10141. Датчики имеют высокую чувствительность в диапазоне от ближних ультрафиолетовых до инфракрасных волн.

Особенности и параметры приборов:

- размеры светочувствительных окон датчиков в зависимости от числа горизонтальных строк (122/25/506) составляют 24,576×1,466/3/6,073 мм;
- полная ёмкость пикселей – 500 000 электронов;
- шум считывания – 30 электронов (S13240/S13241), 4 электрона (S10140/S10141);
- динамический диапазон (по всей площади сканирования) – 2 333 (S13240/S13241) и 20 000 (S10140/S10141);
- частота выходного сигнала – до 2,5 МГц (S13240/S13241), до 250 кГц (S10140/S10141);
- мощность потребления – 100 мВт (S13240/S13241), 16 мВт (S10140/S10141);
- диапазон рабочих температур – –50...+50°C.

Основные области применения приборов рассматриваемых серий, рекомендованные изготовителем: инспекция промышленной продукции и полупроводниковых приборов, секвенирователи ДНК, детектирование малых уровней освещённости, рамановская спектроскопия, флуоресцентные спектрофотометры, спектрометры с индуктивно-связанной плазмой (ICP).

Датчики S12101, S12071 (см. рис. 4) – ПЗС-датчики изображения высокого разрешения с повышенной чувствительностью в ультрафиолетовой области спектра, функцией антиблужинга и квадратным окном размерами 24,576×24,576 мм. Приборы различаются в основном только числом пикселей – 2048×2048 (S12101) и 1024×1024 (S12071). В обоих приборах имеются встроенные термоэлектрические охладители ($I_{\text{макс}} = 4 \text{ А}$, $U_{\text{макс}} = 3,4 \text{ В}$). Для защиты светочувствительного окна приборов используется кварцевое стекло.

Приборы могут работать в двух, выбираемых пользователем, режимах: Тар А и Тар В. Режим Тар А предназначен для приложений, работающих в условиях малой освещённости

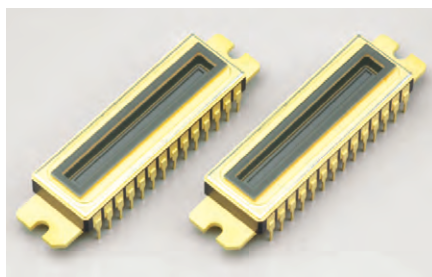


Рис. 2. ПЗС-датчики S13255, S13256

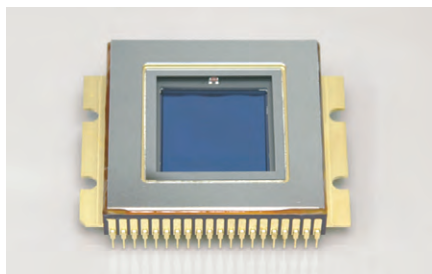


Рис. 4. ПЗС-датчики S12101, S12071

(частота выходного сигнала до 1 МГц). Режим Тар В подходит для приложений, требующих высокого быстродействия с частотами до 30 МГц (S12101) и 10 МГц (S12071).

Характеристики данных приборов:

- полная ёмкость пикселей – 80 000 электронов (S12101) и 350 000 электронов (S12071);
- шум считывания – 5/35 электронов (Тар А/Тар В для S12101), 9/50 электронов (Тар А/Тар В, для S12071);
- динамический диапазон – 160 00/2285 (S12101), 38 888/7000 (S12071);
- мощность потребления – 50/80 мВт (S12010), 45/70 мВт (S12071);
- диапазон рабочих температур – –50...+50°C.

Основные области применения, рекомендованные изготовителем: спектрометры с индуктивно-связанной плазмой, научные измерительные приборы, приложения для визуализации ультрафиолетового излучения.

Датчики S7170-0909, S7170-0909-01 (см. рис. 5) – ПЗС-датчики изображения с полнокадровым переносом, обратной засветкой и утончённой подложкой. Матрица датчика имеет разрешение 512×512 пикселей. Размер пикселя составляет 24×24 мкм. Размеры светочувствительного окна приборов – 12,288×12,288 мм.

Приборы характеризуются высокой чувствительностью – квантовая эффективность в области длин волн 580-650 нм составляет более 90%. Датчики различаются материалами защитного окна – сапфир (S7170-0909) и

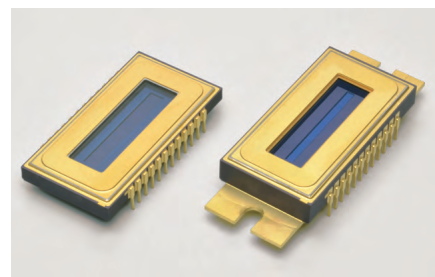


Рис. 3. ПЗС-датчики S13240, S13241, S10140, S10141

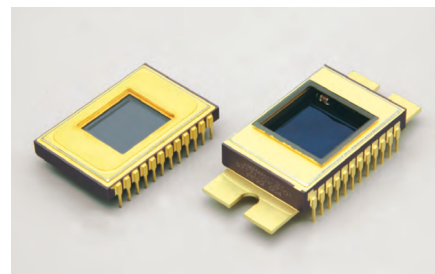


Рис. 5. ПЗС-датчики S7170

сапфир с антибликовым покрытием (S7170-0909-01). В прибор S7170-0909-01 также интегрирован термоэлектрический охладитель. Основные особенности и параметры приборов:

- полная ёмкость пикселей – 600 000 электронов;
- шум считывания – 8 электронов;
- динамический диапазон – 75 000 при линейном сканировании, 40 000 – при полнокадровом;
- мощность потребления – 13 мВт;
- частота выходного сигнала – до 1 МГц;
- диапазон рабочих температур – –50...+50°C.

Области применения приборов, рекомендованные изготовителем: научные измерительные приборы, инспекция полупроводниковых приборов, визуализация ультрафиолетового излучения, наблюдение биофотонов (Biophoton Observation).

Датчики S10200, S10201, S10202 (см. рис. 6) – линейные ПЗС-датчики изображения, выполненные по технологии TDI. Метод сканирования объектов наблюдения с временной задержкой и накоплением по этой технологии позволяет значительно улучшить качество получаемых изображений при низких уровнях освещённости.

Принцип сканирования методом TDI упрощённо показан на рисунке 7. Сканирование осуществляется синхронно с движением объектов наблюдения или самого датчика относительно объектов. Отклики, полученные с различных строк датчика, после соответствующей задержки суммируются, в результате

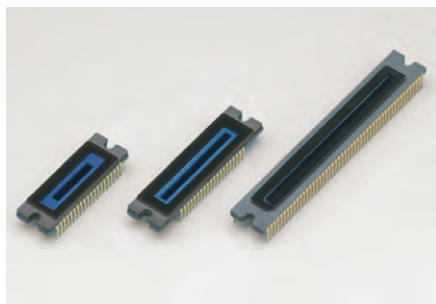


Рис. 6. ПЗС-датчики S10200/201/202

чего выходной сигнал увеличивается. Дополнительным преимуществом TDI-ПЗС-датчиков изображения, например, в системах машинного зрения, является возможность сокращения затрат на освещение объектов съёмки.

ПЗС-датчики изображения рассматриваемых серий выполнены по технологии с обратной засветкой и утончённой подложкой с квадратными пикселями размерами 12×12 мкм. В зависимости от исполнения, приборы обеспечивают разрешение от 1024×128 до 4096×128. Размеры окон составляют от 12,288×1,536 мм до 49,152×1,536 мм.

Датчики перекрывают широкий диапазон спектра, от ближнего ультрафи-

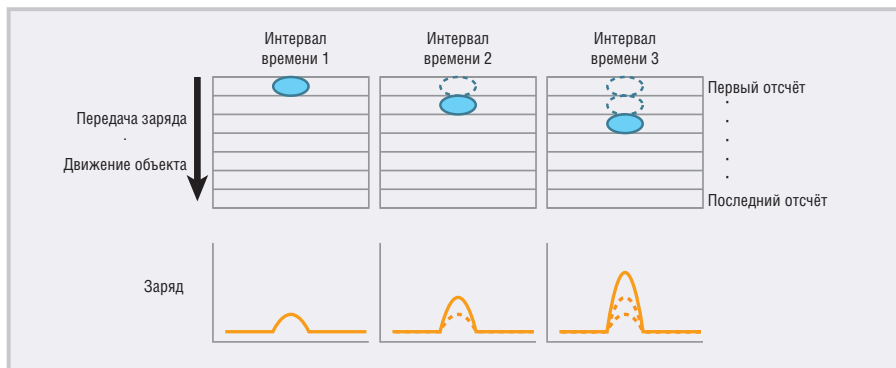


Рис. 7. Принцип работы TDI ПЗС-датчиков

олевого до ближнего инфракрасного излучения.

Характеристики приборов:

- скорость считывания линий 50 кГц (100 кГц для S10202-16-01);
- скорость считывания пикселей – 30 МГц/порт;
- полная ёмкость пикселей – 100 000 электронов, шум считывания – 35 электронов, динамический диапазон – 2857;
- мощность потребления – 120 мВт на порт;
- диапазон рабочих температур – –50...+60°C.

Основные области применения приборов, рекомендованные изготовителем: визуализация быстро движущихся объектов, например, при сортировке промышленной продукции, инспекция электронных компонентов, инспекция полупроводниковых приборов, проточная цитометрия. На основе таких датчиков компания Hamamatsu Photonics выпускает видеокамеры серии C10000.

ЛИТЕРАТУРА

1. <http://www.hamamatsu.com/eu/en/product/category/index.html>.
2. <http://www.hamamatsu.su/about>.



ProSOFT®

ОФИЦИАЛЬНЫЙ ДИСТРИБЬЮТОР

(495) 234-0636
INFO@PROSOFT.RU

WWW.PROSOFT.RU



Реклама



Специальные цены на PADS Mentor Graphics

PADS Standard

– от 199 000 руб.

Бессрочные лицензии с годовой технической поддержкой

Проверенные на практике технологии проектирования печатных плат

Качественные инструменты схемотехнического и топологического проектирования

- Включен 1 год поддержки
- Трансляторы Altium®, OrCAD® и др.
- Библиотека компонентов
- Мастер создания компонентов
- Сайт PartQuest с более чем 450 тыс. компонентов
- Создание иерархических схем на основе таблиц
- Управление компонентами
- Онлайн-анализ схем с помощью PADS AMS Cloud
- Повторное использование схем
- Иерархическое задание ограничений
- Верификация на основе правил проектирования
- Интерактивная и автоматическая трассировка
- Разделение полигона и заливка медью
- Проектирование ВЧ-плат
- 3D-рендеринг с импортом/экспортом STEP
- Проверка на технологичность
- Управление архивами
- Сравнение и просмотр проектов

Доступные опции

- Анализ целостности питания
- Тепловой анализ
- Правил проектирования (DRC)
- Анализ DDR

PADS Standard Plus

– от 399 000 руб.

Бессрочные лицензии с годовой технической поддержкой

Простые в использовании технологии HyperLynx®

Мощные инструменты проектирования топологии

PADS Standard Plus включает в себя все функциональные возможности PADS Standard и расширен следующими инструментами проектирования:

- Сравнение и просмотр проектов
- 3D-размещение с учетом правил проектирования
- Встроенное двунаправленное управление ограничениями
- Поддержка высокоскоростных ограничений
- Дифференциальные пары
- Трассировка по согласованной и минимальной/максимальной длине трасс
- Повторное использование проектов
- Интерактивная трассировка высокоскоростных цепей
- Единая библиотека
- Проверка целостности сигнала и наводок
- Тепловой анализ
- Аналоговое моделирование

Доступные опции

- Взаимодействие с механическими САПР
- Автотрассировка высокоскоростных цепей, DFT
- Анализ технологичности
- Анализ целостности питания
- Тепловой анализ
- Проверка правил проектирования (DRC)
- Анализ DDR

Подробности: www.cad-expert.ru/pads_promo

Тел: +7 (495) 645-8626

Порядок участия. Специальное предложение предназначено для компаний, зарегистрированных на территории России. Приобретение программных решений PADS осуществляется только через авторизованных дилеров ЗАО «Нанософт». Покупка должна быть осуществлена не позднее 25 декабря 2017 г. Количество пакетов PADS Standard и PADS Standard Plus, участвующих в акции, ограничено. Организатор вправе отказать в покупке или изменить условия поставки для отдельных компаний.

Решения HARTING Technology Group для ветроэнергетики

Ольга Романовская (romanovskaya@prochip.ru)

Ограниченность полезных ископаемых и необходимость защиты окружающей среды от загрязнений вынуждает многие страны вводить программы по внедрению и использованию возобновляемых источников энергии, и многие компании стараются поддерживать эти инициативы. Так, HARTING Technology Group является одним из крупнейших поставщиков решений для ветроэнергетики в Германии и уже более 30 лет поддерживает производителей ветряных турбин, предлагая решения, сделанные, в том числе, по индивидуальному заказу.

Активно развивающиеся в Германии отрасль ветроэнергетики и производство ветряных турбин являются движущей силой энергетической революции, которая началась в 1980-х годах с поощрения использования возобновляемых источников энергии и ухода от строительства новых атомных электростанций. Энергетическая революция получила ещё больший импульс в 2011 году, когда был принят закон об отказе от ядерной энергетики. В настоящий момент Германия занимает лидирующее место в мире по использованию альтернативной энергии благодаря строительству и внедрению ветряных турбин. К концу 2016 года были введены в эксплуатацию 27 000 турбин, в сумме обеспечивая около 46 000 МВт мощности.

Большинство существующих турбин эксплуатируются на суше. Тем не менее требования ко всем компонентам и системам ветряных турбин чрезвычайно высоки. Можно сказать, что это полноценные электростанции, включающие силовой шкаф с элементами управления, коммуникационные

развязки, электрические генераторы, системы слежения за параметрами ветра, устройства контроля лопастей, средства пожаротушения и другие компоненты. Мощные разъёмы играют очень важную роль в этом комплексе, например, для контроля состояния гондолы, лопастей ротора, лопаток, маяков и других элементов. Благодаря своим продуктам, решениям и инновациям HARTING Technology Group уже более 30 лет является технологическим партнёром крупнейших мировых производителей ветряных турбин, предлагая им свой опыт в ветроэнергетике (см. рис. 1).

Большие колебания температуры, изменение ветра и других внешних условий в регионах с переменным ландшафтом формируют разнообразные требования к материалам, надёжности оборудования и обслуживанию. Очевидно, что самыми востребованными являются герметичные решения с защитой от воды, пыли, солёных брызг, солёного тумана и с высокой стойкостью к коррозии. Причём это актуально как для небольших ветряных турбин

с диаметром ротора всего в несколько метров для установки в холмистых районах со слабым ветром, так и для больших турбин с высотой мачты 140 м и номинальной мощностью 4 000 кВт.

Решения HARTING защищены от любых климатических воздействий, кроме этого они удовлетворяют таким требованиям, как высокая прочность, долговечность, возможность изготовления по индивидуальному заказу.

Так, например, HARTING предлагает серию Han-Eco® – разъём с высоким классом защиты IP65, рассчитанный на диапазон температур от –40 до +125°C и с широким выбором корпусов для разных вариантов установки. Разъём выполнен из высокопрочного и лёгкого пластика (полиамид, армированный стекловолокном), обеспечивающего высокий уровень стойкости к агрессивным факторам окружающей среды. Фирма HARTING представила сразу несколько новинок в серии Han-Eco: новые кабельные кожухи с размерами 6В и 10В и кабельным вводом M40, а также соединители Han-Eco Outdoor типоразмера А. Два новых кабельных кожуха Han-Eco типоразмера 6В и 10В (см. рис. 2а) позволяют применять кабели с большим поперечным сечением при сохранении компактного размера разъёма. В небольшом пространстве кабельного корпуса могут компактно разместиться до четырёх модулей серии Han-Modular®, а удлинённая верхняя часть служит для эффективной разделки и расположения проводов. Благодаря этому пользователи получают



Рис. 1. Ветряные турбины ENERCON: а) разрез мачты; б) гондола



Рис. 2. Разъёмы серии Nan-Eco: а) в компактном корпусе 10В; б) Nan-Eco Outdoor для уличных применений

возможность повышения передаваемой мощности на той же единице площади монтажа.

Особенностью разъёмов Nan-Eco Outdoor (см. рис. 2б) является возможность их эксплуатации вне помещений и при любых погодных условиях. Герметичные уплотнители в серии Nan-Eco Outdoor изготовлены из другого материала, нежели в стандартных промышленных корпусах HARTING. Высококачественные профильные и фланцевые прокладки выполнены из фторкаучука (FPM) и обладают очень высокой устойчивостью к резким перепадам температур, к воздействию агрессивных химических веществ и физическому износу. Nan-Eco – это современный лёгкий, но мощный разъём для удобной установки и эксплуатации в области ветроэнергетики. Он позволяет уменьшить общий вес турбины и повысить её производительность благодаря увеличению высоты турбины и размера лопастей ротора.

Для ветроэнергетической отрасли HARTING предлагает разработку уникальных и специализированных

решений – от отдельных компонентов и решений (кабельных сборок) до систем, которые могут быть установлены во время производственного процесса или на месте. Так, например, по заказу производителя ветротурбин ENERCON компания HARTING разработала разъём с чёрным порошковым покрытием для установки в турбинах, расположенных на морском побережье. Другие успешные совместные проекты: разъёмы для токов свыше 100 и 300 А, а также система питания для светодиодного освещения внутри конструкции ветряных турбин. HARTING производит корпус с защитой IP65 для LED-светильника, удерживающие скобы для его установки и кабельные сборки для подключения питания. Партнёры HARTING изготавливают специальные линзы и плату с установленными светодиодами, а также проводят лабораторные испытания готового продукта.

Разработанная компанией HARTING промышленная открытая компьютерная система MICA (Modular Industry Computing Architecture) также нашла

широкое применение при создании новых решений в области ветроэнергетики. При помощи MICA можно быстро и экономично реализовать системы мониторинга состояния и прогнозирования обслуживания уже эксплуатируемых ветряных турбин. Также MICA отлично подходит и для новых турбин с децентрализованным хранением и обработкой данных (fog- или edge-вычисления).

MICA представляет собой миниатюрную модульную открытую систему в корпусе с защитой IP67, изготовленную по промышленным стандартам, в частности, железнодорожному стандарту EN 50155 (см. рис. 3). Данная система создана для решения многих задач автоматизации: сбор и анализ данных, трансляция IT-команд в машинные команды, обмен данными с верхними уровнями программного обеспечения на предприятии. Модульная структура касается как программного, так и аппаратного обеспечения. Пользователь может заказать MICA с платой RFID, с модулями EtherCAT,



Рис. 3. Открытая компьютерная система HARTING MICA

EtherNet/IP, USB и др. Система базируется на ОС Linux. Разработка приложений аналогична разработке для Raspberry PI и под силу большинству IT-специалистов. Один из примеров использования MICA в ветроэнергетике – бесконтактный мониторинг температуры на вращающихся элементах. Показатели температуры постоянно регистрируются и передаются через RFID-метку на микрокомпьютер MICA для дальнейшего анализа. При превышении порогового значения температуры в системе фиксируется предупреждающее сообщение.

Кроме перечисленных ранее продуктов, существуют и другие решения HARTING Technology Group, которые могут найти применение в ветроэнергетике:

- модульный разъём серии Han-Modular – пользователь может создать уникальный разъём, комбинируя

контактные вставки разных типов: сигнальные, силовые, пневматические, оптические и интерфейсные;

- корпуса серии Han® HPR с защитным покрытием от коррозии и электромагнитного излучения – они также устойчивы к вибрациям согласно DIN EN 61373 и обладают влагозащитой класса IP69K. Разъёмы Han HPR идеально подходят не только для турбин, расположенных на суше, но и для морских применений;
- круглые металлические разъёмы M8/M12 с быстрой технологией монтажа HARAX без инструмента и защитой по классу IP67 – разъёмы подходят для передачи сигналов в системах управления;
- защищённые оптические разъёмы и кабельные сборки от HARTING – поскольку высота мачты турбины может достигать 160 м, без усилителя сигнала невозможно реализовать передачу

данных на такие расстояния по медным проводам – оптические кабели и разъёмы больше подходят для такой задачи.

Все решения HARTING являются защищёнными и могут использоваться для любых видов ветряных турбин.

ЛИТЕРАТУРА

1. Jens Grunwald. Article «Han® connectors for wind energy: Reliability – even in the harshest condition. Successful partnership with ENERCON/LED lighting system inside the tower».
2. Зуев В. Как оцифровать производство: сравнение ПЛК, Raspberry Pi и MICA // Современная электроника. 2017. №7.
3. Пресс-релиз компании HARTING «Увеличение площади поперечного сечения кабеля в компактном исполнении Han-Eco®».
4. Пресс-релиз компании HARTING «Han-Eco® Outdoor».



НОВОСТИ МИРА

«МИКРОН» СОЗДАЁТ ЦЕНТР КОМПЕТЕНЦИЙ ПО ТРАНСПОРТНЫМ ПРОЕКТАМ

ПАО «Микрон» формирует центр компетенций в области транспортных проектов на базе своей дочерней компании «Микрон Секьюрити Принтинг» (МСП).

«Транспортные системы – важная часть инфраструктуры умного города, от её работы зависит качество жизни горожан, – заявила генеральный директор компании Гульнара Хасьянова. – «Микрон» имеет успешный опыт отраслевых транспортных решений, более 10 лет работая с предприятиями московского транспортного узла и различных регионов. Задача вновь созданного центра компетенций – тиражировать успешный опыт на транспортные компании в городах-миллионниках России и других стран, как в виде готовых решений, так и с возможностью локализации систем под потребности заказчика. Мы видим живые примеры того, как современные технологии повышают эффективность и комфорт городской среды, и считаем это направление перспективным для отечественных разработок, в том числе с целью импортозамещения».

Микросхемы «Микрона» для транспортных карт (MIK1KMCM, K5016BG4H4 (MIK1312ED) и K5016XC1H4 (MIK640D/MIK64PTAS)) имеют статус отечественной продукции первого уровня.

Продукцией «Микрона» пользуются пассажиры московского метро, городского наземного транспорта, пригородных электричек (ЦППК) и аэроэкспресса. Компания также

являлась поставщиком проездных билетов для транспортных систем различных городов и регионов России: Санкт-Петербурга, Казани, Тулы, Краснодар, Кирова, Оренбурга, Новосибирска, Якутска и других. Интеграция на базе микросхем «Микрона» экспортируются в страны ближнего и дальнего зарубежья.

ГК «Микрон» – лидер микроэлектроники России, центр отраслевой экспертизы и проработки технологических решений на основе ЭКБ. В ГК сформированы центры компетенций для решения различных задач, в том числе по разработке и внедрению RFID-решений, имеющих большой потенциал применения в цифровой экономике.

ООО «МСП» является 100% дочерним предприятием ПАО «Микрон» и специализируется на разработке и производстве транспортных и других RFID-карт и меток.

www.mikron.ru

Представлены передовые российские разработки для «умного» города

Холдинг «Швабе», входящий в госкорпорацию «Ростех», в рамках выставки «ЖКХ+Smart» сообщил о новейших разработках, которые могут найти применение при реализации различных проектов «умной» городской среды.

В частности, специалисты работают над передовыми системами в области управления дорожным движением. Это знаки с переменной информацией, светотехника на солнечных батареях с применением OLED-панелей, стекло-

керамическое дорожное полотно с солнечными элементами, а также пешеходные светофоры, оснащённые камерой с обзором 360 градусов.

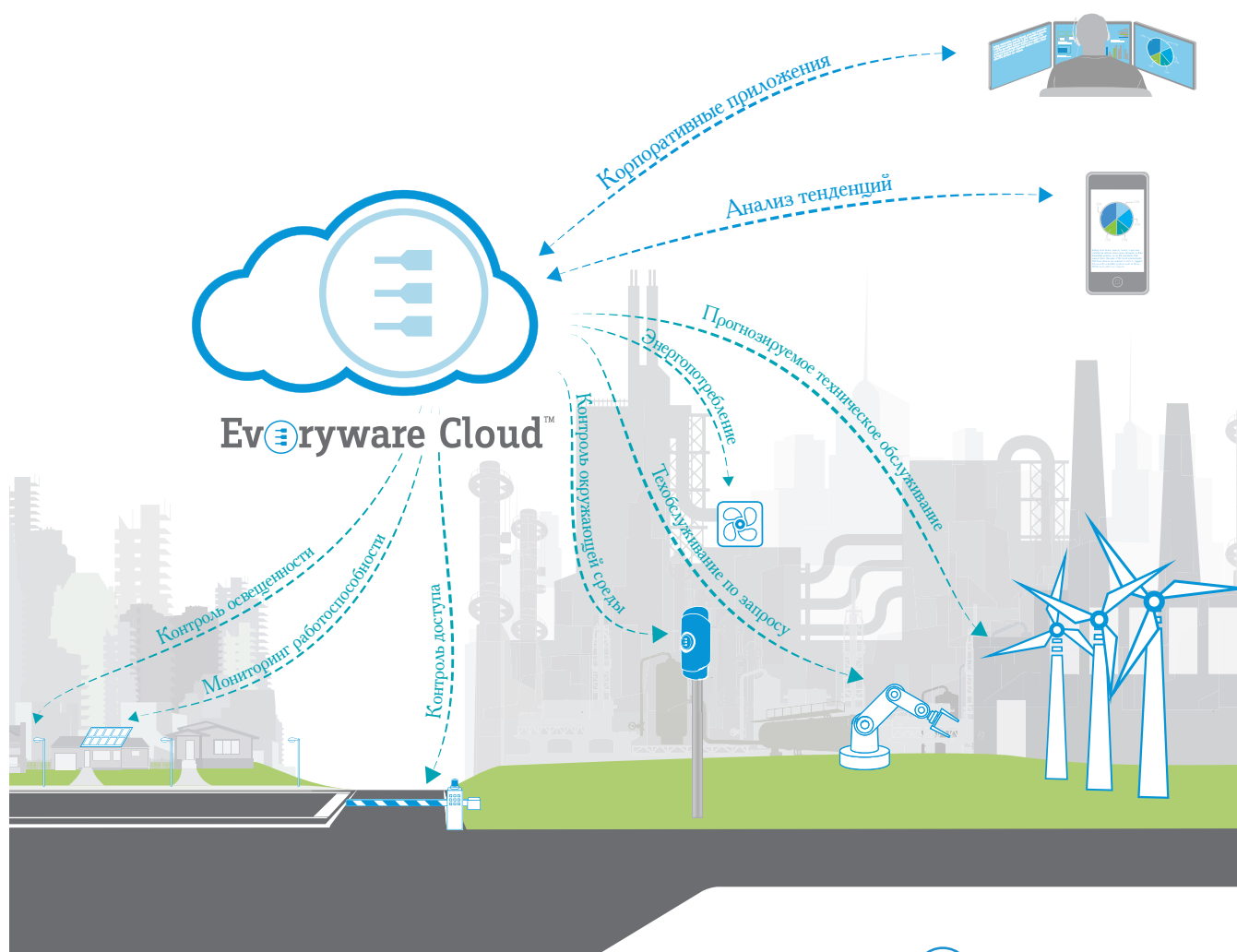


Ряд решений направлен на обеспечение безопасности и выявление нарушений правил дорожного движения: к примеру, ведётся разработка лазерных датчиков контроля скорости с функцией фото- и видеофиксации. Кроме того, реализуется проект по созданию микрочипов для идентификации транспортных средств: такие радиометки, содержащие всю информацию об автомобиле и его владельце, можно считывать с помощью специального ручного устройства или систем мониторинга Центра организации дорожного движения.

Холдинг «Швабе» представил комплекс пешеходной навигации с сенсорным экраном и кнопкой экстренной связи «гражданин – полиция», а также образцы камеры коротковолнового ИК-диапазона, нового геодезического спутникового оборудования Genesis и установки водоподготовки МО-120, предназначенной для очистки воды из открытых водоёмов, колодцев, скважин и сетей центрального водоснабжения.

Пресс-служба «Швабе»

Облачные технологии Eurotech для автоматизации



Решения Eurotech позволяют заказчикам удобно и безопасно подключать оборудование и датчики к корпоративным программным приложениям с помощью **Everyware Cloud™** — M2M-платформы.

Выполняемые функции

- Управление устройством
- Приложение для устройства и управления жизненным циклом
- Контроль состояния устройства/связи в режиме реального времени
- Поддержка промышленных протоколов
- Простая интеграция с корпоративными приложениями
- Сбор потоков данных с различных устройств в реальном времени
- Анализ данных в реальном времени, их хранение и предоставление исторических данных



Электромеханические импульсные, бистабильные, поляризованные и шаговые реле

Константин Трутко (k.trutko@findernet.com)

Часто даже среди опытных электриков возникают разночтения в интерпретации наименований и функционала электромеханических реле различных типов. В статье подробно рассмотрены особенности конструкции, принцип работы и применяемость таких электромеханических реле, как импульсные, бистабильные, поляризованные и шаговые.

Импульсные, или бистабильные ЭЛЕКТРОМЕХАНИЧЕСКИЕ РЕЛЕ

Импульсное, или бистабильное электромеханическое реле – это такое реле, которое управляется импульсами напряжения. Чтобы включить это реле (замкнуть контакты), надо подать на катушку короткий управляющий импульс, чтобы выключить – ещё один такой же импульс. Общей особенностью всех этих реле является то, что их энергопотребление крайне мало и сводится к короткому управляющему импульсу. В режиме ожидания энергопотребление равно нулю, а контакты остаются замкнутыми или разомкнутыми в зависимости от программы управления.

Как следует из названия, эти реле имеют два стабильных положения якоря. Такое поведение реле достигается:

- наличием в механизме реле деталей, обладающих свойствами механических защёлок, например, храповиков или «качалок» с двумя устойчивыми положениями;
- подмагничиванием сердечника катушки до уровня, обеспечивающего удержание якоря при отключённом питании катушки реле.

Реле с механическими защёлками выпускаются промышленностью достаточно давно и имеют множество эксплуатационных преимуществ, среди которых следует отметить высокую устойчивость к вибрациям и внешним магнитным полям. В этих реле обычно одна или две катушки, каждая со своим якорем и приводом на общий механизм. Иногда внутри прозрачных корпусов таких реле устанавливаются механические элементы индикации положения контактов (так называемые блинкеры, или указатели) и тумблеры, позволяющие вручную управлять переключением реле. До сегодняшнего дня в некоторых областях промышленности, таких как электроэнергетика и железнодорожный транспорт, отрас-

левые стандарты предписывают применение механических блинкерных реле. Указательные реле выпускаются либо для контроля напряжения, либо для контроля тока. В качестве примера механических блинкерных реле можно привести отечественные РЭУ-11, РУ 21 (см. рис. 1).

Разновидностью бистабильных электромеханических реле являются шаговые реле для управления освещением. Об этом классе реле рассказ пойдет в конце статьи.

Поляризованные бистабильные реле

Поляризованное электромагнитное реле – реле, в котором состояние коммутируемых контактов зависит от направления протекания тока в обмотке его электромагнита, то есть от полярности его подключения. Эта зависимость обеспечивается дополнительным магнитным потоком, который создаётся встроенным в магнитопровод постоянным магнитом.

Поляризованные реле достаточно часто применяются для систем промышленной автоматики и электроники. У поляризованных реле встречается несколько типов магнитных систем. Основное различие состоит в том, какой элемент является подвижным: сердечник катушки или толкатель. Для инженера, применяющего поляризованное реле, это практически безразлично, но следует помнить, что в обоих случаях подмагничивание позволяет радикально повысить чувствительность катушки реле. Обратной стороной медали является то, что бистабильные поляризованные реле при ударах и сотрясениях корпуса способны переключаться в противоположное устойчивое положение, что очень ограничивает их применение там, где они всего нужнее: на транспорте, железной дороге, в автоэлектронике – то есть всюду, где требуется надёжность при экономии энергии.

Пример реле такого типа – реле Finder серии 40 с поляризованной катушкой (см. рис. 2), рассчитанной на универсальное питание (AC/DC). Мон-

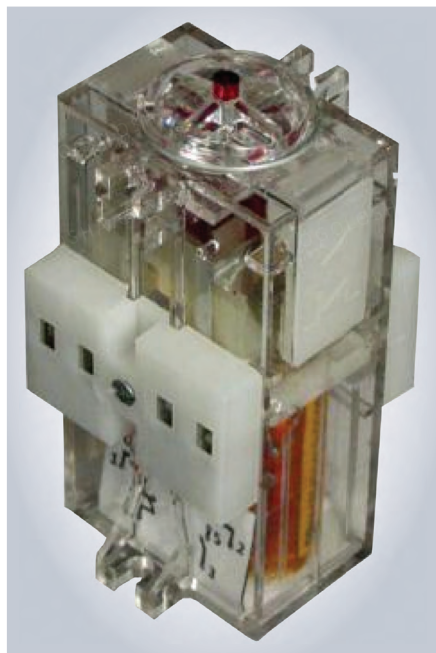


Рис. 1. Блинкерное реле



Рис. 2. Поляризованное бистабильное реле

таж этих реле допускается как способом пайки на печатную плату, так и с применением колодок (розеток) Finder серии 95 на рейку 35 мм (EN 60715) с винтовыми, пружинными и быстрозажимными клеммами Push-in. Возможные схемы подключения реле с бистабильной поляризованной катушкой представлены в таблице 1.

БИСТАБИЛЬНЫЕ ЭЛЕКТРОМЕХАНИЧЕСКИЕ РЕЛЕ С ДВУМЯ ОБМОТКАМИ КАТУШКИ

Эти реле, как и все бистабильные, имеют два стабильных положения якоря, но их катушки отличаются наличием двух обмоток, каждая из которых служит для замыкания или размыкания контактных групп реле. Для перевода реле в другое стабильное состояние на соответствующую обмотку необходимо подать короткий управляющий импульс. В промежутке между переключающими импульсами реле обесточено и энергии не потребляет. С точки зрения схемотехники и применения это, пожалуй, наиболее простой случай. Конструктивно такие реле выпускаются как для печатного монтажа, так и для монтажа в электрических щитах на рейку 35 мм (EN 60715). В качестве примера реле для печатного монтажа можно привести миниатюрные бистабильные реле Finder серии 41 с двумя обмотками. Эти реле выпускаются в двух версиях: с одной группой переключающих контактов номиналом 16 А или с двумя группами контактов по 8 А. В силу миниатюрности таких реле их катушки рассчитаны только на работу в цепях постоянного тока с номинальным напряжением 5, 12 и 24 В (см. рис. 3).

Если требуется бистабильное реле с двумя обмотками катушки с четырьмя группами переключающих контактов с напряжением питания катушки до 250 В постоянного тока, можно порекомендовать промышленное реле Finder серии RB, например, тип RB.14.9.250.0000 (см. рис. 4).

Особенностью данной серии реле является наличие на корпусе кнопок «ПУСК»/«СБРОС», с помощью которых возможно локальное управление этими устройствами (см. рис. 5).

ШАГОВЫЕ РЕЛЕ ДЛЯ УПРАВЛЕНИЯ ОСВЕЩЕНИЕМ

Разновидностью бистабильных реле являются шаговые реле для управления освещением. Реле этого класса

Таблица 1. Схемы подключения реле 40-й серии с бистабильной поляризованной катушкой для цепей постоянного и переменного тока

Работа в цепях переменного тока	Работа в цепях постоянного тока
При нажатии на кнопку «ПУСК (SET)» катушка реле намагничивается через диод и контакты реле переходят в замкнутое положение и остаются в этом положении. При нажатии на кнопку «СБРОС (RESET)» катушка реле размагничивается через ограничительный резистор (RAC) и контакты реле размыкаются	При нажатии на кнопку «ПУСК (SET)» катушка реле намагничивается и контакты реле переходят в замкнутое положение и остаются в этом положении. При нажатии на кнопку «СБРОС (RESET)» катушка реле размагничивается через ограничительный резистор (RDC) и контакты реле размыкаются

Примечание: Минимальная длительность импульса «ПУСК» и «СБРОС» составляет 20 мс. Максимальное время не ограничено. При наладке схемы убедитесь, что контакты «ПУСК» и «СБРОС» не срабатывают одновременно.

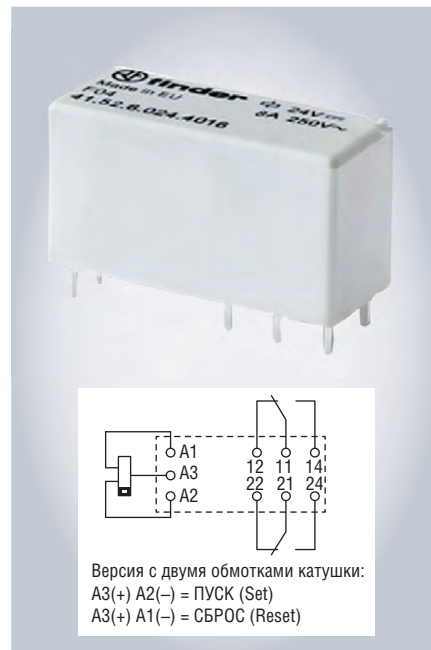


Рис. 3. Реле для печатного монтажа с бистабильной двухобмоточной катушкой

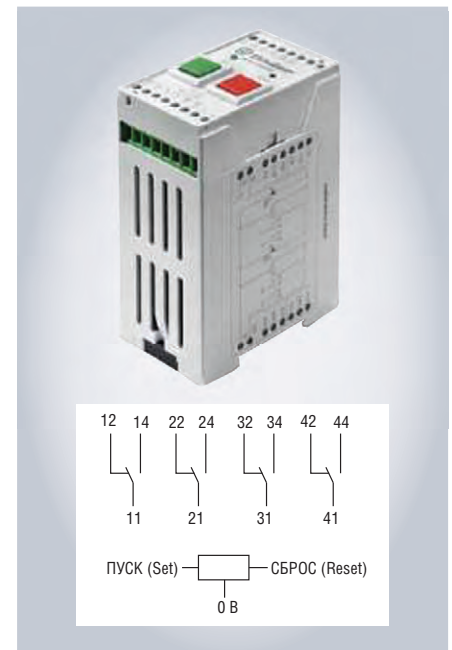


Рис. 4. Бистабильное реле с кнопками «ПУСК»/«СБРОС»

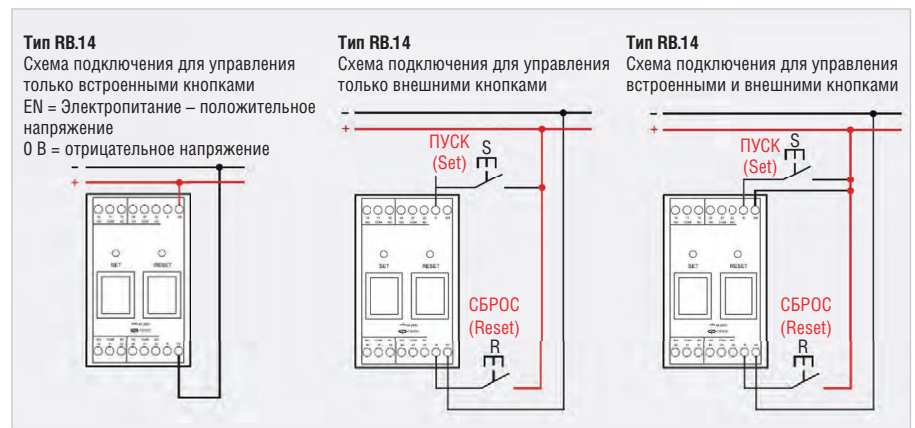


Рис. 5. Примеры схем подключения реле серии RB

также управляются с помощью коротких управляющих импульсов, но их основной отличительной особенностью является возможность последовательного переключения двух и более групп контактов одного реле

в разные состояния. Для управления освещением выпускаются шаговые электромеханические и электронные реле с одной или двумя группами контактов. В таблице 2 приведены основные типы одно- и двухкон-

Таблица 2. Последовательность срабатывания контактов шагового реле

Тип реле	Количество состояний	Последовательность			
		1	2	3	4
20.21	2			–	–
20.22	2			–	–
20.23	2			–	–
20.24	4				
20.26	3				–
20.28	4				

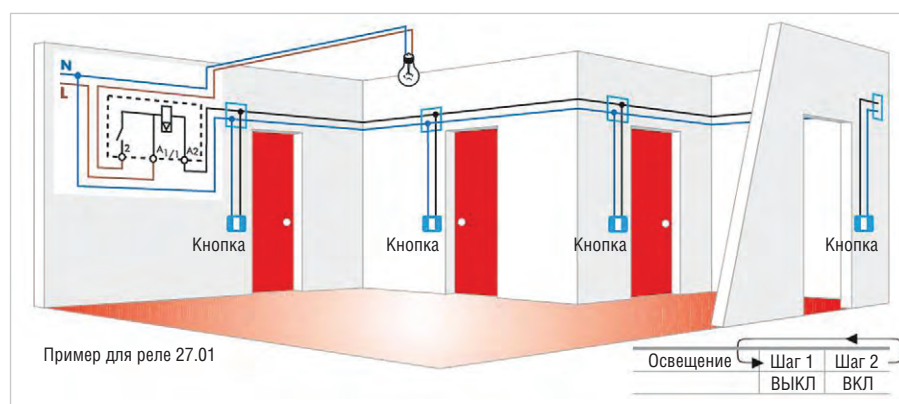


Рис. 6. Пример схемы управления освещением в помещении с помощью шагового реле



Рис. 7. Электромеханические шаговые реле в модульном исполнении и для монтажа в распределительные коробки

тактных шаговых реле и представлено состояние их контактов при последовательной подаче управляющего импульса. Такие реле полезны, например, для последовательного управления двумя и более группами освещения с помощью одной управляющей кнопки.

Другим типовым применением шаговых реле является управление освещением с нескольких мест (см. рис. 6).

В качестве примеров электромеханических шаговых реле можно привести образцы продукции Finder серии 20 (модульное исполнение) и серий 26 и 27 для монтажа в распределительные коробки (см. рис. 7).

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Рассмотренные в статье импульсные, бистабильные, поляризованные, шаговые реле объединяет одно общее свойство – это электромеханические приборы. В современной электротехнике наряду с электромеханическими устройствами всё большее распространение получают электронные бистабильные реле, которые, по сути, представляют собой триггерные системы (триггеры).

Триггеры – это класс электронных устройств, обладающих способностью длительно находиться в одном из двух устойчивых состояний и чередовать их под воздействием внешних сигналов. По характеру действия триггеры относятся к импульсным устройствам – их активные элементы (транзисторы, лампы) работают в ключевом режиме, а смена состояний длится очень короткое время. Более развёрнутая информация об электронных бистабильных реле будет представлена в одной из следующих статей.



НОВОСТИ МИРА

SONY РАСШИРИТ ПРИСУТСТВИЕ НА РЫНКЕ АВТОМОБИЛЬНОЙ ЭЛЕКТРОНИКИ

Компания Sony намерена в 2018 году нарастить производство своих высококачественных CMOS-датчиков изображения с целью расширения своего присутствия на рынке электроники для автомобилей.

Sony планирует выделить больше производственных мощностей для CMOS-датчиков изображения, предназначенных для продвинутых систем помощи водителю и других приложений для автомобильной электроники,

тем самым постепенно переключая своё внимание со смартфонов и других мобильных устройств. В настоящее время около половины мощностей Sony по производству CMOS-датчиков зарезервированы мировыми производителями телефонов первого уровня.

Sony является крупнейшим поставщиком CMOS-датчиков изображений во всём мире, однако в автомобильном сегменте основными игроками являются конкуренты компании – On Semiconductor и OmniVision.

Мобильные устройства пока остаются основной областью применения для

CMOS-датчиков изображений, но самоуправляемые транспортные средства вскоре могут обогнать мобильные устройства в этой сфере. Согласно прогнозам, мировой рынок CMOS-датчиков изображений в 2020 году достигнет 13,8 млрд долларов по сравнению с 11,2 млрд долларов в 2017 году.

Недавно Sony объявила о разработке IMX324 – нового CMOS-датчика изображения, отгрузка образцов которого начнётся в ноябре 2017 года.

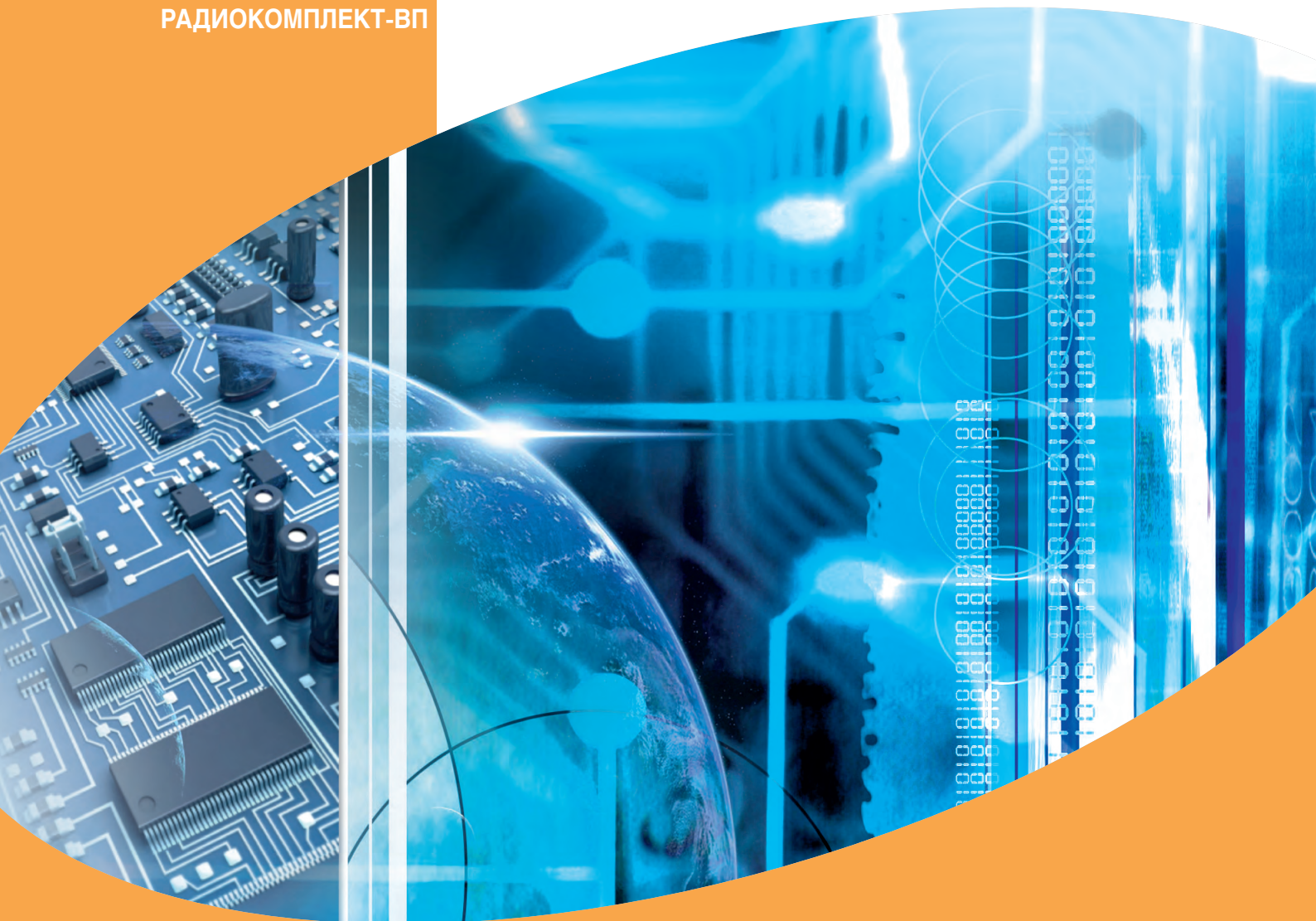
@Astera со ссылкой на Digitimes



РАДИОКОМПЛЕКТ-ВП

КВАЛИФИЦИРОВАННЫЙ ПОСТАВЩИК ЭЛЕКТРОННЫХ КОМПОНЕНТОВ российских и зарубежных производителей

Зарегистрированы в Реестре ЦОС «Электронсерт»
в качестве квалифицированного поставщика от 22.06.2015



- Комплексная поставка электронных компонентов импортного производства, стран СНГ и России
- Печатные платы
- 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

реклама

НОВОСТИ МИРА

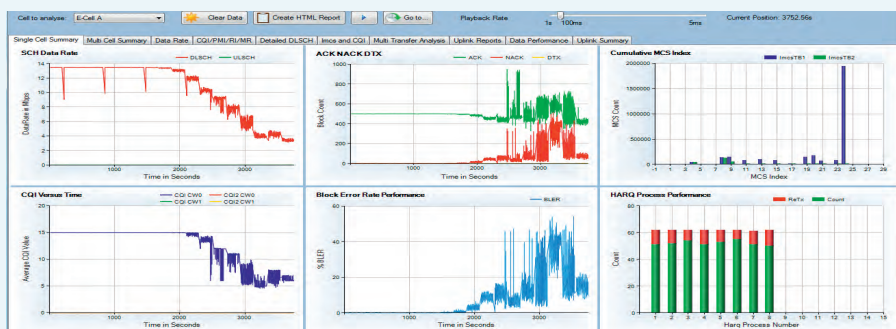
KEYSIGHT TECHNOLOGIES АНОНСИРУЕТ ПЕРВЫЙ В ОТРАСЛИ НАБОР СРЕДСТВ ТЕСТИРОВАНИЯ ВЧ-устройств 5G

Компания Keysight Technologies объявила о выпуске набора средств тестирования 5G RF DVT – первого эмулятора сети для проверки радиооборудования 5G. Новый набор средств тестирования без серьезных затрат масштабируется от СВЧ- (6 ГГц) до КВЧ-диапазона и от стандартов, предшествующих 5G, до нового радио (NR).

Новый набор позволяет быстро проверять соответствие ВЧ-оборудования требованиям 5G и выполнять глубокий анализ результатов.

Ключевые нововведения:

- проверка устройств 5G с помощью широкого набора ВЧ-измерений по кабелям и через радиоинтерфейс;
- проверка формирования диаграммы направленности и управления лучом в новых устройствах 5G с размещенными на кристалле антенными решётками;
- проверка на соответствие формы сигналов 5G и численных параметров за счёт гибкой разработки сценариев тестирования, быстрого исполнения тестов.



Набор средств тестирования 5G RF DVT является новейшим представителем семейства решений для эмуляции сетей (NES) 5G компании Keysight. Он создан на основе платформы для тестирования беспроводного оборудования 5G Keysight UXM, как и первый на рынке набор средств тестирования для разработки протоколов 5G (представленный в мае 2017 г.). Этот набор призван обеспечить прослеживаемость измерений на всех этапах – от создания первых прототипов до приёмо-сдаточных испытаний и производства.

«Тестирование ВЧ-оборудования 5G в реальных условиях жизненно важно для проверки параметров устройств, но связано с серьёзными проблемами, такими как формирование диаграммы направленности и

работа в КВЧ-диапазоне, – заявил Кайлаш Нараянан (Kailash Narayanan), вице-президент и генеральный менеджер подразделения беспроводного оборудования компании Keysight. – Компания Keysight первой на рынке предлагает решения и предоставляет возможность ускорить проекты по созданию устройств 5G».

Набор средств тестирования 5G RF DVT использует платформу автоматизированного тестирования компании Keysight (TAP), что позволяет разработчикам легко создавать и адаптировать тесты управления ВЧ и радиоресурсами (RRM) с высоким уровнем параметризации.

Дополнительная информация о 5G RF DVT приведена на странице www.keysight.com/find/5G-RF.

SHARP

LCD-ПАНЕЛИ SHARP ДЛЯ ПРОМЫШЛЕННЫХ ПРИМЕНЕНИЙ



Размер диагонали, дюйм	10,4	12,1	15...23	2,5...8,5
Разрешение	VGA, SVGA	SVGA, WXGA	XGA, SXGA, USGA	Q-VGA, SVGA, WVGA
Яркость, кд/м²	420...450	400...1200	350...1000	280...500
Контрастность : 1	600...800	800...1000	600...1000	300...800
Входной видеосигнал	Digital RGB, LVDS	Digital RGB, LVDS	LVDS	Digital RGB, LVDS
Задняя подсветка	LED	LED	LED	LED
Предельная рабочая температура, °C	мин.	-30	-15	-20
	макс.	+80	+75	+70

PROCHIP
POWERED BY PROSOFT

ОФИЦИАЛЬНЫЙ ДИСТРИБЬЮТОР

АКТИВНЫЙ КОМПОНЕНТ ВАШЕГО БИЗНЕСА
(495) 232-2522 ■ INFO@PROCHIPRU ■ WWW.PROCHIPRU



Реклама

НОВОСТИ МИРА

КОНФЕРЕНЦИЯ «ЦИФРОВАЯ ФАБРИКА 2017»: ИНДУСТРИЯ 4.0 В РОССИИ БЫТЬ!

19 октября 2017 года в Москве прошла вторая конференция по вопросам практического применения цифровых технологий производства и новой промышленной инициативе Индустрия 4.0, организованная «Остек-СМТ».

С каждым годом интерес к данной теме в нашей стране растёт. Различными организациями всё чаще устраиваются мероприятия, на которых в том или ином виде преподносятся информация о «цифровых решениях» для различных сфер деятельности. Но лишь малая часть из них основана не на теоретической информации, а на реальном практическом опыте и приносят действительную пользу.

Конференция «Цифровая фабрика 2017» явилась в своём роде уникальной. Это единственное мероприятие в России, сфокусированное на Индустрии 4.0 в приборостроении, объединило спикеров, представляющих крупнейшие бренды в области построения интеллектуальных решений, высшее руководство более чем 80 предприятий радиоэлектронной промышленности и представителей ведущих вузов страны. Теоретические основы и аналитические прогнозы были подкреплены мощными практически примерами не только от мировых общепризнанных лидеров, но и от отечественных предприятий, не просто вставших на путь повышения эффективности производства посредством цифровых технологий, но и уверенно осваивающихся на нём.

Представители зарубежных компаний ASYS Group и Viscom поделились своими наработками по Индустрии 4.0 в области сборочно-монтажного производства. Руководитель направления аддитивного производства в России компании Renishaw А. Куранов совместно с начальником отдела технической поддержки и разработки направления цифровых производственных технологий ООО «Остек-СМТ» А.В. Нисаном рассказали про перспективы 3D-печати в приборостроении. Большой интерес у гостей конференции вызвало выступление директора по развитию SIEMENS PLM Software С.В. Мартынова, увлекательно рассказавшего о решениях компании для данной отрасли. Со стороны российских компаний своим опытом поделился представитель НТЦ «Реагент» И.А. Токаев, подробно осветивший выгоды и рассказавший о сложностях, с которыми сталкивается российская промышленность при внедрении цифровых технологий.

А наибольшие любопытство и интерес вызвали собственные разработки

«Остек-СМТ» – «Система обеспечения безопасного электроснабжения» и «Умная линия». Последняя была развёрнута на стенде в холле перед залом, в котором проводилось мероприятие. Любому мог подойти и самостоятельно выполнить действия с программным обеспечением комплекса.

На мероприятии «Цифровая фабрика», прошедшем в 2016 году, «Умная линия» была представлена впервые и получила положительные отклики от гостей конференции. В нынешнем году был представлен уже отчёт о внедрении комплек-

са «Умная линия» на российском предприятии «ПСБ технологии». Учитывая, с каким интересом гости мероприятия выслушивали доклады, насколько активно задавали вопросы и участвовали в обсуждениях, можно сделать вывод, что Индустрия 4.0 из абстрактного и мало кому понятного термина и неопределённой перспективы превратилась для большинства прогрессивных предприятий в реальность, делать шаги по направлению к которой необходимо уже сейчас.

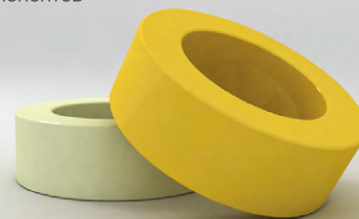
ostec-smt.ru



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

DC/DC-модули мощностью до 15 Вт для бортового питания на 27 и 100 В

Владимир Котов, Евгений Цевелюк,
Владимир Токарев (vvtokarev55@gmail.com)

В статье рассмотрены основные типы DC/DC-преобразователей для систем вторичного электропитания аппаратуры космической силовой электроники, а также представлены основные электрические характеристики DC/DC-модулей на 5 и 15 Вт, разработанных компанией «Микроника» для аппаратуры с бортовым питанием на 27 и 100 В.

ВВЕДЕНИЕ

Для питания электронной аппаратуры от сети постоянного тока в основном используются DC/DC-преобразователи

в виде модулей в корпусе. Они применяются в различных схемах управления и автоматики, устройствах вычислительной техники, устройствах свя-

зи и др., используются в аппаратуре как гражданского, так и специального назначения, в частности в космической технике.

Хотя эффективность (КПД) и является одной из важных технических характеристик преобразователя, но такими же важными показателями преобразователя, используемого в космической технике, являются его способность функционировать без ухудшения технических параметров в условиях радиационных воздействий в течение всего срока службы и способность работать безотказно при воздействии тяжёлых заряженных частиц и протонов. В настоящее время электронная компонентная база, применяемая в космической аппаратуре, должна обеспечивать:

- высокую надёжность: наработка на отказ не менее 150 000 часов, срок службы не менее 25 лет;
- стойкость к воздействию дестабилизирующих излучений (ДИ) космического пространства:
 - к накопленной дозе (TID) – не менее 80–300 крад;
 - к воздействию тяжёлых заряженных частиц (ТЗЧ) – пороговое значение линейных потерь энергии не ниже 60 МэВ·см²/мг;
- работу в расширенном диапазоне температур (от –60 до +125°C);
- работу в условиях вакуума и невесомости (отсутствие конвективного теплообмена).

Основные виды DC/DC-преобразователей

В процессе разработки DC/DC-преобразователя первым шагом является выбор его структуры (топологии). Обычно её выбирают исходя из требуемой выходной мощности, но выбор также может определяться диапазоном входных/выходных напряжений и даже имеющейся в распоряжении разработчика элементной базой. В общем случае одноконтурная обратная структура (см. рис. 1а) наиболее подходит для маломощных, до 10 Вт, устройств, одноконтурная прямая структура (см. рис. 1б) обычно применяется в преобразователях с

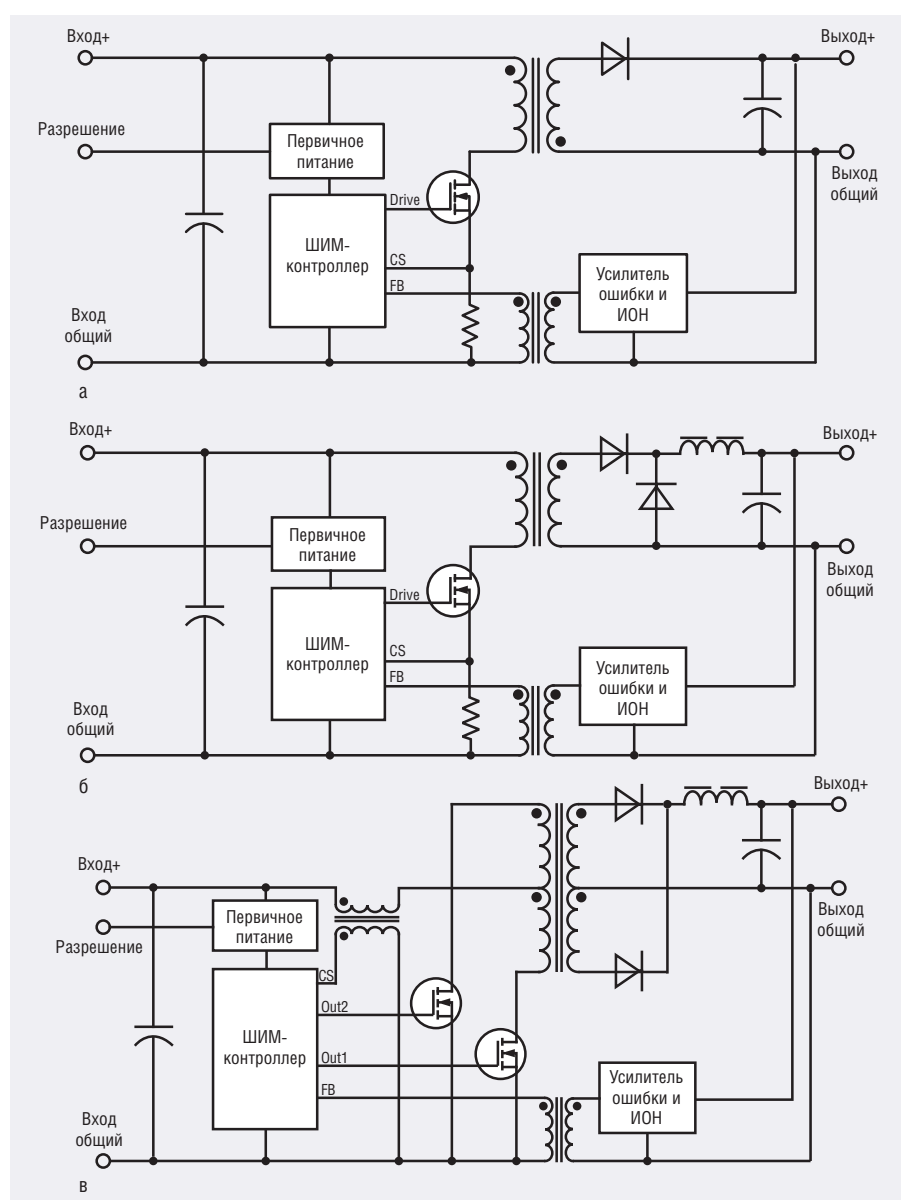


Рис. 1. Блок-схема преобразователя напряжения: а) одноконтурной обратной; б) одноконтурной прямой с резонансным размагничиванием магнитопровода трансформатора; в) двухконтурной прямой

мощностями до 40 Вт, а двухтактные структуры (см. рис. 1в) – в более мощных преобразователях.

Основное достоинство обратных преобразователей – очень простая схемотехническая реализация. Такие преобразователи, как правило, применяются при относительно небольших нагрузках, поскольку им свойственны большие токовые пульсации и пиковые токи, а также пульсации напряжения. Отношение пикового значения тока к среднему току нагрузки в прямоходовых преобразователях существенно ниже, чем в обратных, поэтому им отдают предпочтение при больших выходных токах. Двухтактные прямоходовые преобразователи позволяют получить более высокую эффективность преобразования энергии по сравнению с одноканальными схемами, однако для этих преобразователей необходимо обеспечить высокую синхронность фаз работы силовых ключей.

Компанией «Микроника» (г. Минск, Республика Беларусь) были разработаны импульсные преобразователи мощностью 5 и 15 Вт на номинальное входное напряжение 27 и 100 В, как одноканальные, так и двухканальные, универсальная демоплата которых представлена на рисунке 2. Преобразователи, предназначенные для систем питания на 27 В, характеризуются диапазоном входных напряжений от 18 до 40 В, а преобразователи на входное напряжение 100 В – диапазоном входных напряжений от 65 до 125 В.

Комплект ИМС для DC/DC-преобразователей

В специализированных DC/DC-модулях систем вторичного электропитания и другой преобразовательной аппаратуре специального назначения в настоящее время в основном используются следующие типы ИМС:

- ШИМ-контроллеры;
- ОУ и компараторы;
- прецизионные регулируемые стабилизаторы.

Основные электрические параметры ИМС данных классов, используемых в DC/DC-модулях, приведены в таблицах 1–3.

СКТБ «Микроника» в настоящее время осуществляет разработку ИМС данных типов для DC/DC-модулей, предназначенных для космической и специальной аппаратуры, с использованием КНИ (кремний на изоляторе) биполяр-

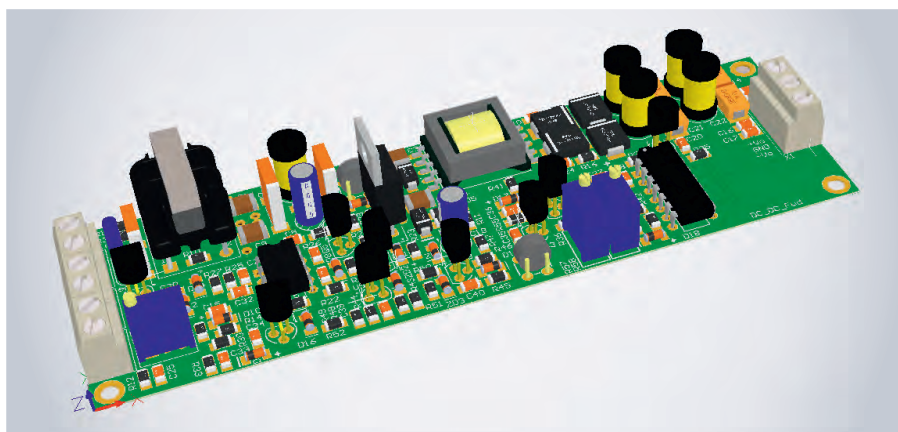


Рис. 2. Модель универсальной демоплаты DC/DC-преобразователя

Таблица 1. Основные электрические параметры ИМС ШИМ-контроллеров

Параметр	Единица измерения	Норма	
		Min	Max
Напряжение питания	В	–	30
Опорное напряжение	В	4,95...5,05	5,05...5,15
Нестабильность опорного напряжения по температуре	мВ/°С	–	0,4
Входное напряжение смещения усилителя ошибки	мВ	–	10
Напряжение обратной связи	В	2,45	2,55
Точность генератора частоты	кГц	47...360	57...440
Ток потребления	мА	–	17...33

Таблица 2. Основные электрические параметры ИМС счетверенных операционных усилителей

Параметр	Единица измерения	Норма	
		Min	Max
Напряжение питания	В	3...4	14...32
Входное напряжение смещения	мкВ	–	700...5 000
Входной ток смещения	нА	–	30...35
Входной ток	нА	–	100...150
Ток потребления	мА	–	2,9...3,0

Таблица 3. Основные электрические параметры ИМС программируемых стабилизаторов

Параметр	Единица измерения	Норма	
		Min	Max
Напряжение катода	В	2,5	36
Опорное напряжение	В	2,49...2,495	2,505...2,51
Нестабильность опорного напряжения по температуре	мВ	–	15...20
Минимальный рабочий ток катода	мА	–	0,4...1,0

ного техпроцесса со следующей стойкостью к ДИ: поглощённая доза гамма-облучения не ниже 100 крад и устойчивость к воздействию ТЗЧ не ниже 60 МэВ·см²/мг. Стойкость к ДИ достигается как технологическими, так и схемотехническими методами – использованием специализированных схемотехнических решений блоков ИМС.

DC/DC-преобразователь на 5 Вт с входным напряжением 27 В

Для преобразователя мощностью 5 Вт с входным напряжением 27 В выбрана

топология обратного импульсного преобразователя, так как её основное достоинство – очень простая схемотехническая реализация. В связи с тем что преобразователям данного типа свойственны большие токовые пульсации и пиковые токи, а также пульсации напряжения, к силовому ключу и компонентам фильтра на выходе предъявляются повышенные требования. Модуль оснащён функцией защиты от пониженного напряжения питания, входом дистанционного включения/выключения. Номинальная частота коммутации силового ключа

Таблица 4. Основные параметры преобразователя на 5 Вт с входным напряжением 27 В

Параметр	Результат измерений	Норма	Параметры аналога ARE2805S
Нестабильность выходного напряжения при плавном изменении входного напряжения, Regline	0,26% ($I_{\text{вых}}=0$ А); 0,04% ($I_{\text{вых}}=1$ А)	не более $\pm 0,5\%$	$\pm 0,5\%$
Нестабильность выходного напряжения при плавном изменении выходного тока, Regload	0,23 %	не более $\pm 1,0\%$	$\pm 1,0\%$
Пульсация выходного напряжения (от пика до пика), $U_{\text{пуль}}$	40 мВ	не более 50 мВ	50 мВ
Ток потребления в режиме холостого хода, $I_{\text{пот.хх}}$	15,4 мА	не более 50 мА	20 мА
Ток начала срабатывания защиты, $I_{\text{сраб}}$	1,27 А	не более $1,4 \cdot I_{\text{вых-ном}}$	1,05–1,45 А
Переходное отклонение выходного напряжения, $\Delta U_{\text{пер}}$	$\pm 1\%$ (± 40 мВ) ($I_{\text{вых}}=0,1 \rightarrow 1$ А)	не более $\pm 10\%$	$\pm 6\%$ (± 300 мВ) ($I_{\text{вых}}=0,5 \rightarrow 1$ А)

Таблица 5. Справочные зависимости преобразователя на 5 Вт с входным напряжением 27 В при $U_{\text{вх}} = 18\text{--}40$ В, $U_{\text{вых}} = 5$ В

$U_{\text{вх}}$, В	$I_{\text{вых}} = 0$ мА		$I_{\text{вых}} = 100$ мА		$I_{\text{вых}} = 500$ мА		$I_{\text{вых}} = 1000$ мА		Эффективность, % на токе 1 А
	$I_{\text{вх}}$, мА	$U_{\text{вых}}$, В	$I_{\text{вх}}$, мА	$U_{\text{вых}}$, В	$I_{\text{вх}}$, мА	$U_{\text{вых}}$, В	$I_{\text{вх}}$, мА	$U_{\text{вых}}$, В	
18	17,2	5,015	55,1	5,007	210	5,004	423	5,002	65,7
22	15,6	5,009	47	5,007	170	5,005	340	5,002	66,9
27	15,4	5,012	40,6	5,008	141	5,005	273	5,001	67,9
32	16,5	5,009	36,9	5,008	120	5,005	229	5,001	68,3
40	17,5	5,022	34,1	5,008	101	5,005	186	5	67,2

Таблица 6. Основные параметры преобразователя на 5 и 15 Вт с входным напряжением 100 В

Параметр	5 Вт		15 Вт		Норма
	Результат измерений	Аналог ARE1005S	Результат измерений	Аналог LA 100-S	
Нестабильность выходного напряжения при плавном изменении входного напряжения, Regline	0,08%	$\pm 0,5\%$	0,06%	$\pm 0,5\%$	не более $\pm 0,5\%$
Нестабильность выходного напряжения при плавном изменении выходного тока, Regload	0,06%	$\pm 1,0\%$	0,3%	$\pm 1,0\%$	не более $\pm 1,0\%$
Пульсация выходного напряжения (от пика до пика), $U_{\text{пуль}}$	45 мВ	50 мВ	39 мВ	50 мВ	не более 50 мВ
Ток потребления в режиме холостого хода, $I_{\text{пот.хх}}$	3,9 мА	8 мА	11,6 мА	-	не более 50 мА
Ток начала срабатывания защиты, $I_{\text{сраб}}$, А	1,39 А	1,05–2,0 А	1,73 А	1,05–2,0 А	не более $1,4 \cdot I_{\text{вых-ном}}$
Переходное отклонение выходного напряжения, $\Delta U_{\text{пер}}$	$\pm 1,4\%$	$\pm 6\%$	$\pm 1,0\%$	$\pm 6\%$	не более $\pm 10\%$

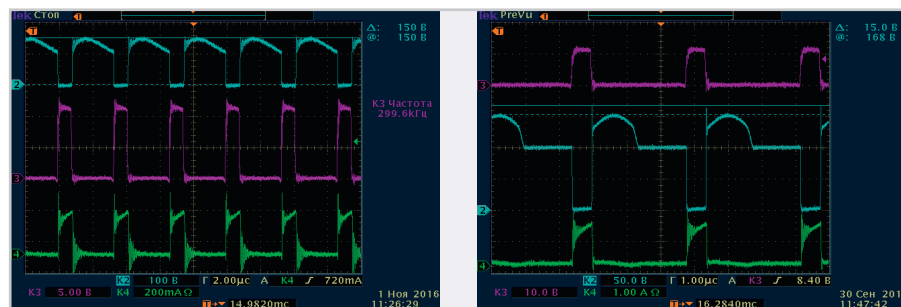


Рис. 4. Эпюры напряжений и токов преобразователя при $U_{\text{вх}} = 100$ В, $U_{\text{вых}} = 5$ В, 5 Вт (слева), $U_{\text{вх}} = \pm 5$ В и 15 Вт (справа)

преобразователя составляет 300 кГц, что позволяет снизить габариты трансформаторов. Встроенный внутренний помехоподавляющий фильтр на входе уменьшает кондуктивные помехи на входных шинах питания, а двухзвен-

ный фильтр на выходе преобразователя уменьшает пульсации выходного напряжения. Электрическая развязка первичной и вторичной цепи осуществляется с применением трансформатора, в цепи контура обратной связи для

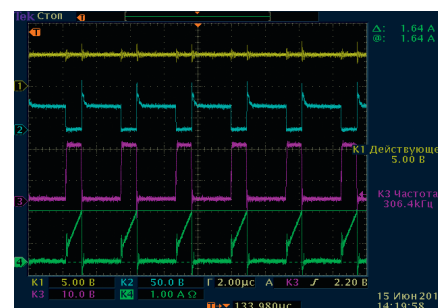


Рис. 3. Эпюры напряжений и токов преобразователя при $U_{\text{вх}} = 27$ В, $U_{\text{вых}} = 5$ В, 5 Вт

стабилизации выходного напряжения также применяется трансформатор, а не опторазвязка, как в преобразователях общего назначения, поскольку оптрон не обеспечивает стабильных характеристик и долговечности при широких температурных изменениях и при работе в условиях ДИ космического пространства. Напряжение основного канала стабилизируется контуром обратной связи и обеспечивает суммарную нестабильность выходного напряжения менее 1%.

Основные электрические параметры разработанного преобразователя мощностью 5 Вт с входным напряжением 27 В и выходным напряжением 5 В приведены в таблице 4, эпюры напряжений и токов представлены на рисунке 3 [1], справочные зависимости разработанного преобразователя приведены в таблице 5.

DC/DC-ПРЕОБРАЗОВАТЕЛИ НА 5 И 15 ВТ С ВХОДНЫМ НАПЯЖЕНИЕМ 100 В

Для преобразователей мощностью 5 и 15 Вт с входным напряжением 100 В используется топология однотактного прямоходового импульсного DC/DC-преобразователя с резонансным размагничиванием магнитопровода трансформатора. Эти модули также оснащены функцией защиты от пониженного напряжения питания, входом дистанционного включения/выключения и, как в предыдущем случае, в них используется трансформатор для обеспечения стабильной работы контура обратной связи в условиях ДИ космического пространства.

Основные электрические параметры разработанных преобразователей мощностью 5 и 15 Вт с входным напряжением 100 В и выходным напряжением 5 В приведены в таблице 6, эпюры напря-

жений и токов представлены на рисунке 4 [2], справочные зависимости разработанных преобразователей приведены в таблице 7.

MOSFET-транзисторы для DC/DC-преобразователей

N-канальные полевые транзисторы с изолированным затвором (MOSFET) являются одними из основных ключевых элементов в электронных преобразовательных системах [3], включая системы бортового питания. Основными преимуществами MOSFET по сравнению с другими ключевыми элементами являются высокое быстродействие и низкая потребляемая мощность в цепи управления. В разработанных DC/DC-преобразователях с входным напряжением 27 и 100 В используются 200- и 500-вольтовые транзисторы типа КП7114А, КП7116В1, КП7116Б1, КП7116А1, разработанные совместно с ООО «Тандем Электроника» (г. Воронеж, официальный представитель СКТБ «Микроника» в РФ) [4].

Основные электрические параметры этих транзисторов приведены в таблице 8.

СКТБ «Микроника» обладает технологиями и конструкцией как транзисторов данного типа (4-е поколение), так и n- и p-канальных транзисторов 5-го и 7-го поколений, позволяющими получить требуемые электрические параметры и стойкость к ДИ космического пространства: TID не менее 100 крад, воздействие ТЗЧ не ниже 65 МэВ·см²/мг.

Заключение

В статье рассмотрены основные типы DC/DC-преобразователей для систем вторичного электропитания аппаратуры космической силовой электроники, представлены основные электрические характеристики

Таблица 7. Справочные зависимости преобразователей на 5 и 15 Вт с входным напряжением 100 В при $U_{вх} = 65\text{--}125\text{ В}$, $U_{вых} = 5\text{ В}$

5 Вт 100 В / 5 В DC/DC-преобразователь									
$U_{вх}, \text{В}$	$I_{вх} = 0\text{ мА}$		$I_{вх} = 100\text{ мА}$		$I_{вх} = 500\text{ мА}$		$I_{вх} = 1000\text{ мА}$		Эффективность, % на токе 1 А
	$I_{вх}, \text{мА}$	$U_{вых}, \text{В}$	$I_{вх}, \text{мА}$	$U_{вых}, \text{В}$	$I_{вх}, \text{мА}$	$U_{вых}, \text{В}$	$I_{вх}, \text{мА}$	$U_{вых}, \text{В}$	
65	2,4	5,127	17,56	5,005	52,48	5,004	97,15	5,003	79,2
80	3,0	5,141	15,99	5,006	44,41	5,004	80,27	5,003	77,9
100	3,9	5,080	15,01	5,006	38,09	5,004	66,50	5,003	75,2
110	4,2	5,027	14,70	5,006	35,72	5,004	61,6	5,003	73,8
125	6,2	5,006	14,48	5,007	33,18	5,004	55,9	5,004	71,6

15 Вт 100 В / ±5 В DC/DC-преобразователь									
$U_{вх}, \text{В}$	$I_{вх} = 0\text{ мА}$		$I_{вх} = 150\text{ мА}$		$I_{вх} = 1000\text{ мА}$		$I_{вх} = 1500\text{ мА}$		Эффективность, % на токе 3 А
	$I_{вх}, \text{мА}$	$U_{вых}, \text{В}$	$I_{вх}, \text{мА}$	$U_{вых}, \text{В}$	$I_{вх}, \text{мА}$	$U_{вых}, \text{В}$	$I_{вх}, \text{мА}$	$U_{вых}, \text{В}$	
60	13,1	±5,018	47,0	±5,010	213	±5,003	326	±5,002	76,7
80	11,5	±5,017	40,0	±5,012	163	±5,006	241	±5,004	77,9
100	11,6	±5,017	35,5	±5,013	134	±5,006	195	±5,003	77,0
110	11,8	±5,015	34,1	±5,013	124	±5,006	179	±5,002	76,2
125	12,2	±5,016	33,1	±5,013	112	±5,006	160	±5,003	75,0

Таблица 8. Основные электрические параметры MOSFET-транзисторов, используемых в DC/DC-преобразователях на 27 и 100 В

Параметр, единица измерения	КП7114А	КП7116В1	КП7116Б1	КП7116А1
Минимальное пробивное напряжение сток – исток, $U_{ск.проб}, \text{В}$	200	500	500	500
Максимальный ток стока, $I_c, \text{А}$	20	20	14	8,8
Максимальное сопротивление сток – исток, $R_{ск.отк}, \text{Ом}$	0,18	0,27	0,40	0,85
Пороговое напряжение, $U_{зи.пор}, \text{В}$	2,0...4,0			
Минимальная крутизна, $S, \text{А/В}$	8	6	4	0,7

DC/DC-модулей на 5 и 15 Вт, разработанных компанией «Микроника» для аппаратуры с бортовым питанием на 27 и 100 В. Полученные электрические параметры DC/DC-преобразователей соответствуют лучшим зарубежным аналогам IR и Microsemi.

Литература

1. Рабочий отчёт компании «Микроника» о разработке 5 Вт DC/DC-преобразователя с входным напряжением 27 В, июль 2016.

2. Рабочий отчёт компании «Микроника» о разработке 5 и 15 Вт DC/DC-преобразователя с входным напряжением 100 В, ноябрь 2016.
3. Силовые полупроводниковые приборы: пер. с англ. / под ред. В.В. Токарева. Первое издание. – Воронеж: Изд. ТОО МП «Элистр», 1995.
4. Сайт официального представителя фирмы Микроника в РФ ООО «Тандем Электроника»: <http://te.vrn.ru/index.html>.



НОВОСТИ МИРА

ARM увеличивает штат и долю IT-специалистов после продажи компании

После приобретения ARM Holdings японским телекоммуникационным гигантом SoftBank весь штат и доля IT-специалистов в нём у британской компании начали расти в соответствии с договорённостью. Согласно отчёту, опубликованному SoftBank спустя год после закрытия сделки по продаже ARM (5 сентября 2016 г.), за это время количество сотрудников ARM в Великобритании увеличилось на 24% и достиг-

ло 2 173 человек. За пределами Соединённого Королевства численность персонала компании возросла с 2 651 до 3 330 работников.

Компания SoftBank купила ARM примерно за \$32 млрд. Это крупнейшая сделка по продаже британской технологической компании. О ней объявили в июле 2016 года, через несколько недель после того, как Великобритания проголосовала за выход из Евросоюза.

По условиям соглашения SoftBank сохранит штаб-квартиру ARM, удвоит британский штат компании и увеличит число служащих за рубе-

жом на 1 700 человек. Также японская корпорация пообещала сохранить долю технических специалистов в штате на уровне не менее 76,7% с целью не допустить распространения низкооплачиваемых рабочих мест на предприятиях.

Эти меры направлены на ослабление политической реакции на сделку, вызвавшую волну критики, в том числе со стороны соучредителя ARM Германа Хаузера, который назвал продажу компании одним из самых «печальных и нежелательных последствий» Brexit.

Financial Times

Портативный осциллограф R&S Scope Rider: мобильное решение для отладки в полевых условиях

Маркус Хердин, Rohde & Schwarz

На этапе монтажа, а также в рамках технического и экстренного обслуживания электрических и электронных систем сервисные инженеры сталкиваются с ошибками, порождаемыми множеством различных источников, – от проблем, связанных с качеством электроэнергии, до неисправных электронных систем. Основные причины возникновения подобных ошибок могут быть проанализированы с помощью портативного измерительного прибора, оснащённого сенсорным экраном.

Для управления системами и механизмами, которые применяются в областях автоматизации зданий и производства, используются системы шин, оснащаемые радио-, веб- и/или LAN-интерфейсами, а также современными электронными компонентами. При этом существует множество причин для возникновения неполадок: неудовлетворительное качество электроэнергии, плохой контакт или недостаточное экранирование преобразователя частоты. Сильные электромагнитные поля, порождаемые станками для массового производства, могут оказывать влияние на сигналы управления и приводить к неустойчивому поведению системы. Таким образом, инженерам, отвечающим за установку, техническое обслуживание или отладку компонентов системы автоматизации, необходим измерительный прибор, который позволил бы им безопасно измерять напряжение питания переменного тока, а также анализировать чувствительные сигналы управления в электронных цепях.

Для удовлетворения этой потребности компания Rohde & Schwarz разработала исключительно надёжный и универсальный портативный осциллограф R&S Scope Rider. Прибор поддерживает широкий спектр автоматизированных тестовых функций и объединяет в себе до восьми измерительных приборов, включая цифровой мультиметр, регистратор данных для долговременного мониторинга и логический анализатор, обеспечивающий декодирование и анализ сиг-

налов последовательных шин. Так, осциллограф позволяет одновременно отображать напряжение питания и управляющие сигналы последовательной шины с корреляцией по времени, а также использовать функцию анализа гармоник для оценки качества электроэнергии.

ПРОВЕРКА КАЧЕСТВА ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ ДЛЯ ОБОРУДОВАНИЯ КЛАССА БЕЗОПАСНОСТИ ДО CAT IV

Пользователи, сталкивающиеся с измерениями опасных для жизни напряжений, должны уделять особое внимание категории измерения прибора согласно стандарту IEC 61010-1. В электрооборудовании, соответствующем классу безопасности CAT IV, – устройствах, расположенных перед вводным предохранителем системы энергоснабжения зданий, – могут возникать уровни перенапряжения вплоть до 8 000 В при измерении максимального напряжения 600 В. Безопасность пользователя гарантируется лишь в том случае, если измерительный прибор допускает работу с такими уровнями перенапряжения и имеет соответствующий сертификат. Осциллограф R&S Scope Rider, например, сертифицирован на проведение измерений напряжений до 600 В для электрооборудования класса безопасности CAT IV и до 1 000 В для электрооборудования класса безопасности CAT III. Как следствие, он может быть использован для контроля качества электроэнергии на всех этапах электромонтажных работ (см. рис. 1).

Гальваническая развязка входных каналов между собой также имеет



большое значение. При использовании обычных осциллографов непреднамеренное ошибочное подключение сигнального и заземляющего проводов приводит к короткому замыканию, что может повлечь за собой разрушительные последствия. Полное изолирование входных каналов прибора R&S Scope Rider предотвращает возникновение коротких замыканий, одновременно обеспечивая возможность проведения дифференциальных измерений (см. рис. 2). Это избавляет от необходимости использования дорогостоящих дифференциальных пробников и гарантирует максимальную безопасность при измерении сигналов силовой электроники.

ОБНАРУЖЕНИЕ СПОРАДИЧЕСКИХ ПРЕРЫВАНИЙ НАПРЯЖЕНИЯ ЭЛЕКТРОПИТАНИЯ

Типичной проблемой при работе с электрооборудованием является потеря контакта, приводящая к спорадическим прерываниям напряжения электропитания. Такие прерывания зачастую вызываются механическими вибрациями и могут быть настолько кратковременными, что не затрагивают обычную электрическую нагрузку, однако при этом влияют на работоспособность чувствительного электрооборудования.

Различные функции запуска позволяют целенаправленно обнаруживать и анализировать основные причины возникновения прерываний. Кратковременные прерывания напряжения электропитания, например, могут быть легко и эффективно обнаружены

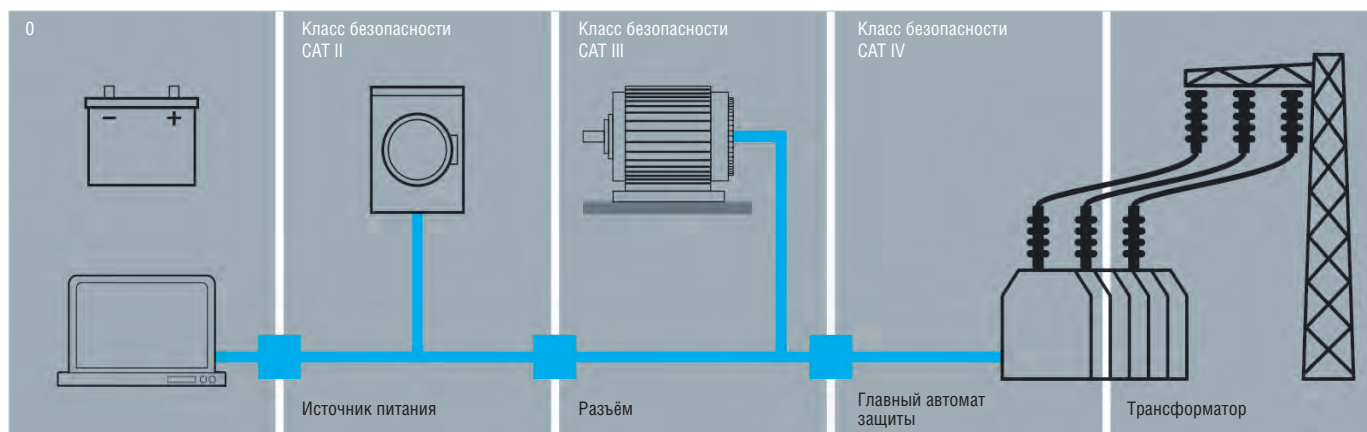


Рис. 1. Использование осциллографа R&S Scope Rider для проведения измерений напряжений электрооборудования различных классов безопасности

с помощью функции запуска по длительности импульса (см. рис. 3).

Измерения сигналов электроприводов и силовой электроники

Электроприводы и силовая электроника, применяемые в сфере производства, зачастую могут подвергаться источнику питания повышенной нагрузке. При этом нагрузка на сеть электропитания будет различаться в зависимости от времени суток и графика работы оборудования. Осциллограф определяет нагрузку на сеть путём вычисления активной, полной и реактивной мощностей, а также коэффициента мощности на основании измеренных уровней тока и напряжения (см. рис. 4). Встроенный регистратор данных позволяет пользователю автоматически записывать данные сконфигурированных измерений в течение 23 дней и с лёгкостью анализировать долгосрочные тенденции при работе в режиме регистратора.

Сигнал напряжения электропривода или преобразователя частоты при этом не является синусоидальным и содержит гармоники. Европейский стандарт EN 50160 устанавливает предельные значения сигнала напряжения, позволяющие предотвратить возникновение сбоев. Портативный осциллограф и функция анализа гармоник могут быть использованы для проведения быстрой проверки соответствия этим пределам. Пользователи могут анализировать гармоники вплоть до 64-го порядка по четырём каналам одновременно. Для каждой обнаруженной гармоники прибор измеряет уровень, фазу и частоту и использует эти значения для определения СКЗ и суммарного коэффициента гармонических искажений (THD_r и THD_f). Всё это позволяет с лёгкостью обнаруживать даже трудноопределяемые фазовые сдвиги.

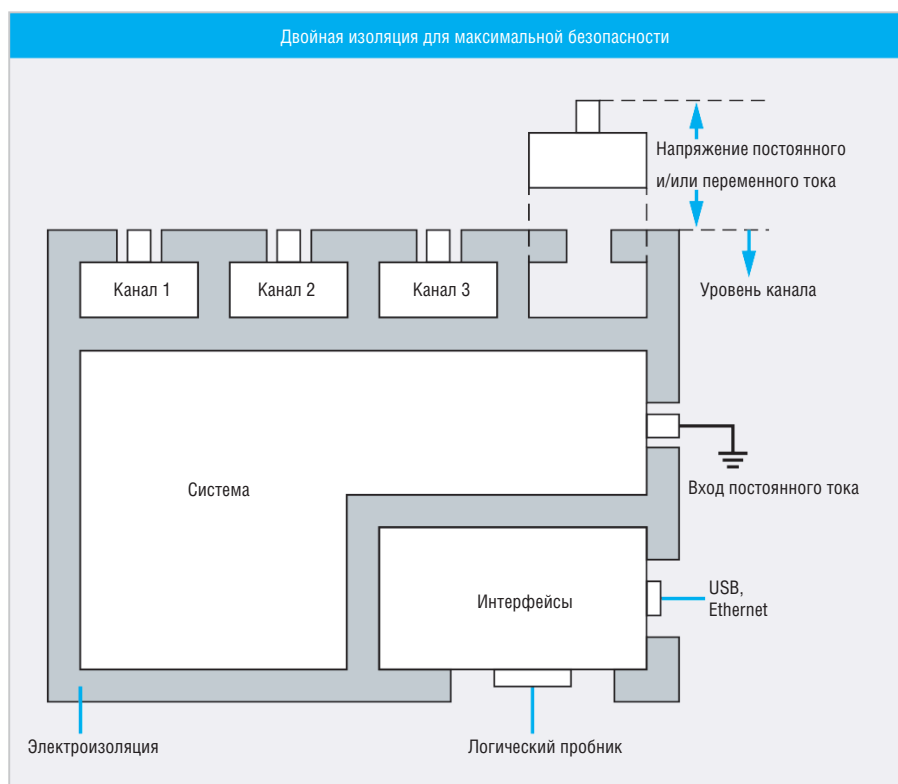


Рис. 2. Изолирование входных каналов осциллографа

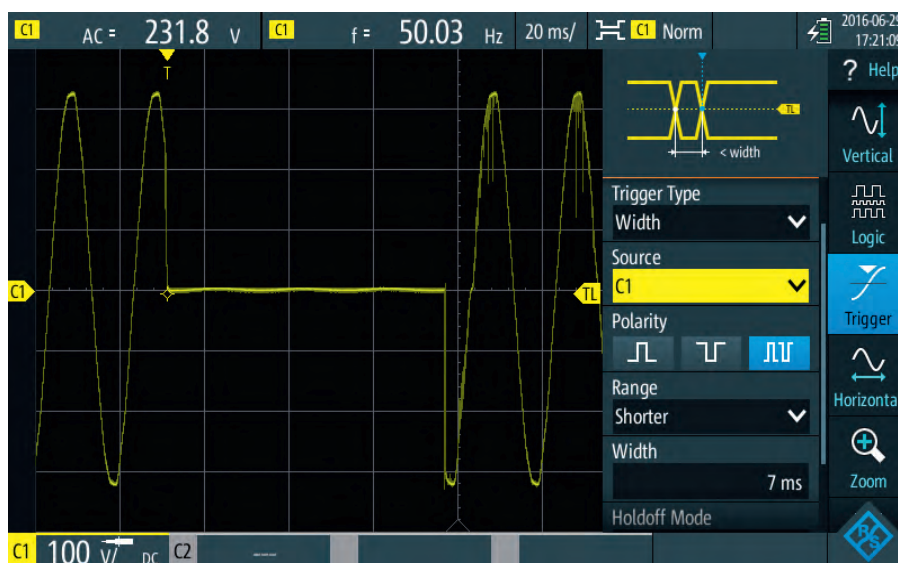


Рис. 3. Осциллограмма функции запуска по длительности импульса

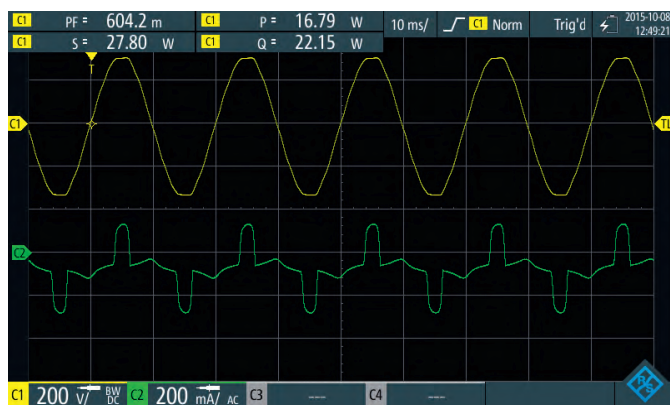


Рис. 4. Измерение значений напряжения и тока

ги, которые могут приводить к возникновению значительных токов в нейтрале. Осциллограф отображает измеренный уровень для всех подключённых каналов наряду с максимальным измеренным значением, слегка затенённым и наложенным на отображение. Предельные значения, определённые в стандарте EN 50160, отображаются синими линиями для всех уровней. При нарушении предела прибор выдаёт сообщение об ошибке. Функция анализа определена для основных частот 50, 60 и 400 Гц и может также быть сконфигурирована для конкретной основной частоты до 1 кГц. На рисунке 5 представлен анализ гармоник трёхфазного сигнала напряжением 100 В. На изображении выделена 13-я гармоника и её характеристики; выделенные уровни для трёх каналов находятся в диапазоне от -56,5 до -51 дБ; при этом в ходе измерения также были обнаружены уровни около -40 дБ.

Анализ протоколов последовательной передачи данных

Функции запуска и декодирования позволяют пользователям выполнять анализ сигналов последовательных

протоколов, например, для проверки наличия связи между отдельными электронными модулями. Эти функции могут быть использованы для анализа цифровой передачи данных и для специального запуска по конкретным пакетам данных. Для протоколов I²C, SPI, UART и CAN/LIN доступны различные программные опции, которые могут быть активированы с помощью ключевых кодов (см. рис. 6а, 6б). Опции позволяют пользователям осуществлять проверку правильности приёма и обработки передаваемых команд управления в шинах UART или CAN/LIN испытуемым блоком управления. Функция загрузки символьных меток в прибор и возможность выбора требуемых команд управления с помощью текстовых меток ещё больше упрощают работу с прибором.

Удобство эксплуатации

При повседневном ремонтно-техническом обслуживании очень важно иметь возможность идентификации и устранения основных причин возникновения проблем. Каждый дополнительный час работы, как и

время простоя системы, может оказаться дорогостоящим. Как следствие, оборудование для решения задач технического обслуживания и ремонта должно быть исключительно удобным в эксплуатации, поскольку на длительное обучение просто не остаётся времени.

Вот почему особое внимание при разработке портативного осциллографа было уделено принципам работы. Сенсорный экран упрощает работу с прибором, делая её похожей на работу со смартфоном. Отказ от слишком сложной структуры меню обеспечил возможность доступа к настройкам большинства важных функций непосредственно с клавиатуры. Увеличенная область клавиатуры упрощает эксплуатацию прибора даже при работе в перчатках.

В случае особо неблагоприятных или опасных условий измерения осциллограф может управляться напрямую из веб-браузера планшета или ноутбука через встроенный модуль беспроводной сети WLAN (см. рис. 7). Удобное и безопасное управление при этом осуществляется с большого расстояния.

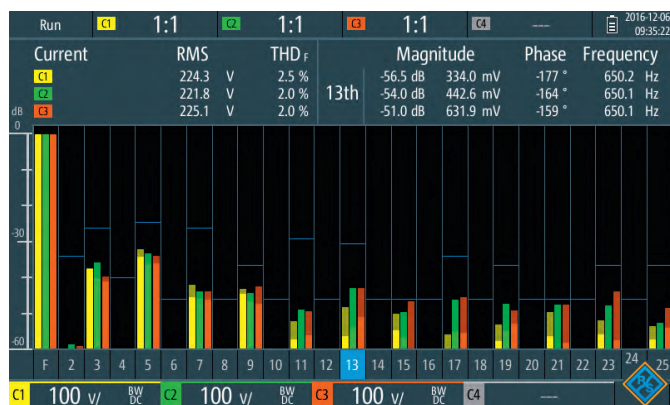


Рис. 5. Анализ гармоник трёхфазного сигнала напряжением 100 В

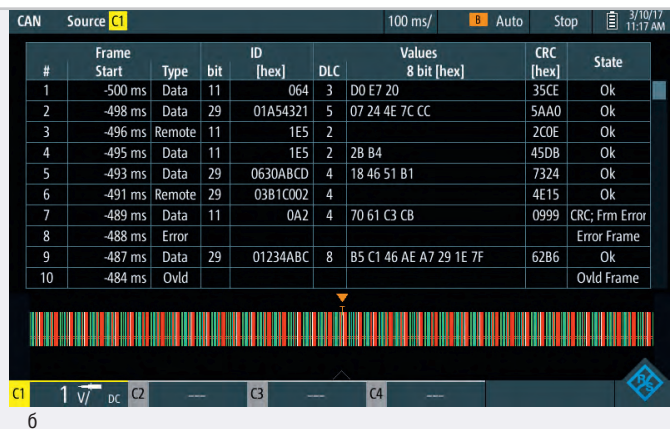
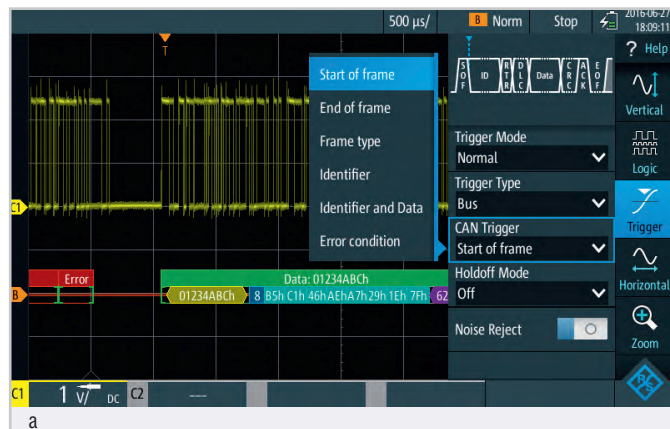


Рис. 6. Декодирование и запуск: а) по сообщениям протокола CAN; б) отображение в таблице всей декодированной информации для различных кадров сообщения CAN

ВОСЕМЬ ПРИБОРОВ, ОБЪЕДИНЁННЫХ В ОДНОМ ПОРТАТИВНОМ ОСЦИЛЛОГРАФЕ

Отладка в полевых условиях зачастую требует использования целого ряда измерительных функций. Именно поэтому осциллограф R&S Scope Rider объединяет в себе семь измерительных приборов в дополнение к функции осциллографа:

- логический анализатор с восемью дополнительными цифровыми каналами;
- анализатор протоколов с функциями запуска и декодирования для отладки последовательных протоколов;
- регистратор данных для долговременного контроля;
- цифровой вольтметр в четырёхканальном приборе или цифровой мультиметр в двухканальном приборе;
- анализатор гармоник;
- анализатор спектра;
- высокоточный частотомер.

Используя синюю клавишу выбора режима, пользователь может оперативно переключаться между различными режимами работы осциллографа. При переключении между функциями прибор автоматически задаёт требуемые настройки. Функции автоматического измерения, например, могут быть активированы в режи-

ме осциллографа; переключение в режим регистратора данных задействует предустановленные настройки измерения и запускает процедуру сбора данных.

Благодаря широким функциональным возможностям и высокой производительности – прибор оснащён 10-разрядным АЦП и позволяет измерять до 50 000 осциллограмм сигналов в секунду – портативный осциллограф прекрасно подходит для использования в лаборатории.

СООТВЕТСТВИЕ ОСОБЫМ ТРЕБОВАНИЯМ К ИЗМЕРЕНИЮ

Осциллограф R&S Scope Rider доступен в двухканальном или четырёхканальном исполнении с пятью вариантами ширины полосы пропускания в диапазоне от 60 до 500 МГц. Все приборы могут быть сконфигурированы в виде осциллографа смешанных сигналов с дополнительными цифровыми входами. С помощью ключевых кодов пользователи могут задействовать дополнительные опции для получения измерительного прибора, полностью удовлетворяющего их потребностям, т.е. лабораторного прибора с интуитивно понятным принципом работы, предназначенного для работы в неблагоприятных условиях. Осцил-



Рис. 7. Управление осциллографом R&S Scope Rider из веб-браузера через беспроводную сеть WLAN

лограф R&S Scope Rider предлагает гораздо больше возможностей, чем другие представленные на рынке портативные приборы, и при этом стоит не дороже серийного портативного осциллографа с изолированными входами. Время его работы от батареи составляет четыре часа. ©

НОВОСТИ МИРА

ПРОЦЕССОР ELISE ПОБЕДИЛ В КОНКУРСЕ «ЗОЛОТОЙ ЧИП – 2017»

Компании АО НПЦ «ЭЛВИС» и АО «ЭЛВИС-НеоТек» стали победителями конкурса «Золотой чип», который проводится по инициативе и при поддержке Департамента радиоэлектронной промышленности Министерства промышленности и торговли Российской Федерации.

Награды в номинации «За успехи в импортозамещении» удостоилась совместная разработка компаний – процессор ELISE для систем компьютерного зрения.

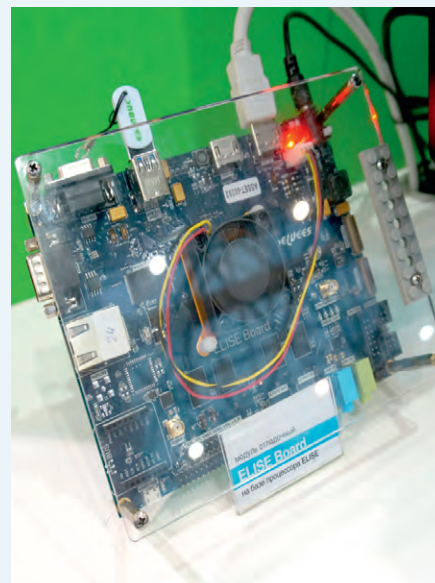
В 2017 году на конкурс было подано более 100 заявок, отбор из которых проходил по критериям, разработанным жюри конкурса и утверждённым Департаментом радиоэлектронной промышленности Минпромторга России.

ELISE (ELVEES Image Semantic Engine) представляет собой мультиплатформенную систему на кристалле (СНК), разработанную по технологическому процессу 28 нм и содержащую более 1,6 миллиардов транзисторов.

СНК ELISE объединяет в себе несколько процессорных ядер для выполнения задач разной степени интенсивности, набор IP-блоков для обработки потоков видео со сверхвысоким разрешением с поддержкой стереоизображений, 8-ядерный DSP-кластер для задач видеоаналитики, высокопроизводительный графический процессор и мультистандартное навигационное ядро.

Функциональные возможности микросхемы позволяют создавать на базе процессора ELISE системы и устройства для быстрорастущих мировых рынков: «умные» города, Интернет вещей, ритейл, дополненная реальность, мультимедиа, навигация и безопасность.

«Наша компания планирует выпуск специализированных видеокамер для существующих и перспективных мировых рынков систем с компьютерным зрением, объём которых растёт стремительными темпами. Появление чипа ELISE позволит нам предложить уникальные решения для этих рынков», – заявил генеральный директор АО «ЭЛВИС-НеоТек» А.В. Белоусов.



В России процессор ELISE и прототипы устройств на его основе впервые представлены на выставке электронных компонентов и оборудования ChipEXPO – 2017.

multicore.ru

НОВОСТИ МИРА

Компания «Нанософт» представила nanoCAD Plus 8.5

Компания «Нанософт» представила nanoCAD Plus 8.5 – обновлённую версию отечественной САПР-платформы.

Главным улучшением в версии 8.5 является ускорение работы с DWG-данными в двумерных чертежах и трёхмерных моделях. Это стало возможным благодаря полной переработке видеодрайвера под возможности современных видеокарт и драйверов DirectX/OpenGL.

«Повышение скорости работы САПР-платформы – это ключевые ожидания всех пользователей, – заявил технический директор компании «Нанософт» Денис Ожигин. – Чем мощнее у нас компьютеры, чем производительнее видеокарты, тем с большим объёмом информации хочется работать. Новый видеодрайвер nanoCAD нацелен именно на будущее – мы не просто оптимизировали работу с уже известными нам объёмами данных, но и заложили базу для дальнейшего ускорения работы».

Команда разработчиков провела масштабный рефакторинг кода на основе

детального анализа отзывов и пожеланий, присланных в службу технической поддержки. Например, работа с DWG-файлами, в которых блоки многократно вложены сами в себя до 50 раз, ускорилась почти в пять раз. Обработка графических данных распределяется по нескольким вычислительным потокам, что позволяет платформе nanoCAD значительно ускоряться не только на многопроцессорных системах, но и на однопроцессорных конфигурациях, поддерживающих многопоточность, также оптимизирована скорость работы с растровыми и PDF-подложками, облаками точек, IFC-данными и насыщенными трёхмерными моделями, крупными блоками, содержащими более миллиона объектов, замороженными слоями, объектами с повреждённой геометрией и т.д. Работа с программой стала заметно более комфортной – это отметили большинство бета-тестеров, участвовавших в выпуске новой версии.

Также в версию 8.5 включён обновлённый PDF-движок, который позволяет импортировать векторные и растровые данные в DWG-среду (команда PDF2DWG). При этом

новый механизм позволяет привязываться к PDF-данным аналогично тому, как происходит привязка к растровым и векторным данным. И если привязка к векторам не вызывает удивления у пользователей других САПР, то привязка к объектам PDF и растровым подложкам – это уникальный функционал платформы nanoCAD Plus, позволяющий быстрее вводить типовую документацию в состав новых проектов.

Кроме того, в версии 8.5 представлены альтернативный способ подсветки выбранных объектов, кнопка с изображением замка, защищающая элементы интерфейса от случайного перемещения, отработка команды «ПАУЗА» (PAUSE) и пробелов в командной строке из LISP- и прочих скриптовых файлов, что позволит запускать большее количество индивидуальных средств автоматизации.

nanoCAD Plus 8.5 бесплатно предоставляется всем действующим пользователям платформы nanoCAD, устанавливается параллельно с восьмой версией и работает независимо от неё, при этом ни серийный номер, ни файл лицензии менять не требуется.

@Astera

ЧИП индуктивности TDK широкий выбор для решения узких задач

Современная электроника требует повышения эффективности и уменьшения габаритов корпусов.

Компания TDK выпускает ЧИП индуктивности, электрические параметры которых сопоставимы с аналогами больших типовых размеров. Индуктивности характеризуются высокой добротностью и номинальной индуктивностью при малых ВЧ потерях и улучшенной монолитной структуре.

- Серия VLS для силовых цепей
- Экранированные проволоочные SPM серии для силовых цепей
- Многослойные серии MLZ для цепей развязки
- Серия MNQ с высоким Q фактором добротности



TDK

www.platan.ru
ПЛАТАН

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

Honeywell

TDK

SICK

VISHAY

3M

Bourns
Reliable Electronic Solutions

TE
connectivity

Panasonic

JAMICON

MASTECH

MITSUBISHI ELECTRIC

UNIT

muRata
INNOVATOR IN ELECTRONICS

SOLOMON

НОВОСТИ МИРА

INFINEON ПРЕДСТАВИЛА КОМПЛЕКТ ДЛЯ РАЗРАБОТКИ УСТРОЙСТВ С ПОДДЕРЖКОЙ ALEXA

По подсчётам аналитиков компании IHS, в ближайшие годы рынок устройств с голосовым управлением будет расти в среднем на 46% каждый год. В 2020 году, вторят им специалисты немецкой компании Infineon, во всём мире будет реализовано порядка 30 млрд устройств с подключением к Интернету, неотъемлемой частью для многих из которых станет голосовой интерфейс. В связи с этим в Infineon сочли разумным инвестировать средства в одного из независимых разработчиков процессоров для распознавания голосовых команд – британскую компанию XMOS.

Одним из первых совместных проектов Infineon и XMOS стал комплект для разработчиков устройств с поддержкой голосового сервиса Alexa компании Amazon (Alexa Voice Service, или AVS). Продуктов с поддержкой Alexa становится всё больше, при этом не все они создаются в Amazon. Представленный Infineon комплект VocalFusion 4-Mic Kit for Amazon AVS

позволяет быстро разработать устройство и приложение с проверкой работы платформы до начала коммерческого производства.

Набор стоит \$500 и доступен для заказа на сайте XMOS. Платформа базируется на голосовом процессоре XMOS xCORE XVF3000 и линейке из 4 микрофонов Infineon с низким уровнем собственных шумов. Заявленное соотношение сигнал/шум для микрофонов в комплекте – 69 дБ. Расстояние между микрофонами в массиве – 33 мм. Массив оптимизирован для захвата речи на значительном удалении от платформы и обещает кристально чистый звук даже при шумном окружении в комнате. Это важно, например, в случае распознавания голосовых команд человека при включённом на полную громкость телевизоре.

Процессор XMOS xCORE XVF3000 включает интегрированный голосовой DSP, полнодуплексную систему подавления эха, реверберации и шумов, контроль регулировки усиления, интерфейсы I²S (последовательный для звука) и I²C (последовательный управляющий), а также интерфейс USB 2.0. Для работы комплекта могут понадобиться

микрокомпьютер Raspberry Pi 3 и другие периферийные устройства.

Infineon

КОМПАНИЯ SAMSUNG ЗАВЕРШИЛА АТТЕСТАЦИЮ ТЕХПРОЦЕССА 8LPP

Технологический процесс 8 нм FinFET от Samsung Electronics – 8LPP (Low Power Plus) – получил аттестацию, и теперь его можно использовать в массовом производстве микроэлектроники.

Новый техпроцесс 8LPP от Samsung обеспечивает до 10% более низкое энергопотребление и до 10% уменьшение площади по сравнению с 10LPP. Компания ожидает, что 8LPP быстро достигнет уровня стабильной доходности.

«С аттестацией, завершённой на три месяца раньше запланированного срока, мы начали производство 8LPP, – сообщил Райан Ли, вице-президент Samsung Electronics. – Samsung Foundry продолжает расширять портфель процессов, чтобы обеспечить отличные конкурентные преимущества и технологичность для удовлетворения потребностей наших клиентов и рынка».

@Astera со ссылкой на Digtimes

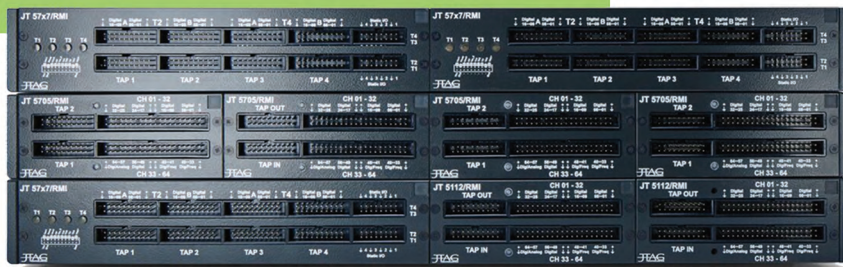
www.jtagtechnologies.ru

JTAG
TECHNOLOGIES



Любое количество TAP-портов (JTAG-портов)
Любое количество цифровых I/O-каналов
Любое количество аналоговых I/O-каналов

Сконфигурируйте свою собственную систему периферийного сканирования без ограничений с новыми модульными контроллерами JT 57xx/RMI



Реклама

Представительство JTAG Technologies в России
Телефон: [812] 313-9159
E-mail: russia@jtag.com

Эксклюзивный дистрибьютор: ООО «Остек-Электро»
Телефон: [495] 788-4444
E-mail: info@ostec-group.ru

Стабилизаторы на ОУ и мощных полевых транзисторах с активным электронным фильтром и защитой от превышения тока

Часть 1

Алексей Кузьминов (compmicrosys@mail.ru)

В статье описываются устройство и конструкция стабилизаторов положительного и отрицательного напряжений ($\pm 13,5$ В), оснащённых активными фильтрами и защитой от превышения тока. Фильтры-стабилизаторы сконструированы на базе широкодоступных и недорогих ОУ и мощных полевых транзисторов с низким сопротивлением открытого канала, а токовая защита – на ОУ, шунте 5 мОм и оптронном симисторе. Применение активных фильтров позволило снизить пульсации входного напряжения в 23 раза без использования электролитических конденсаторов сверхбольшой ёмкости и достичь размаха пульсации выходного напряжения стабилизаторов в 1 мВ при токе 9 А.

ВВЕДЕНИЕ

Общие теоретические положения о стабилизаторах, построенных на ОУ и мощных полевых транзисторах, подробно изложены в работе [1] и нашли практическое применение в ряде устройств [2–5]. Применение активного электронного фильтра на ОУ и мощном полевом транзисторе с защитой от превышения тока [2] позволило существенно снизить пульсации выходного напряжения, а защита по току значительно повысила надёжность работы как самого фильтра, так и подключённой к

нему нагрузки. Совместное использование активного фильтра со стабилизатором в одном устройстве [3–5] позволило существенно, более чем в 5 раз, снизить размах пульсаций его выходного напряжения (менее 1 мВ при токе 9 А), однако отсутствие защиты от превышения тока в устройствах, описанных в работах [4, 5], ограничивает область их применения: они нормально функционируют только с уже отлаженными и работоспособными приборами, в которых вероятность превышения током определённого порога либо вовсе исключена, либо

является достаточно низкой. При разработке и отладке новых устройств, когда вероятность превышения током определённого порога или короткого замыкания весьма высока, такими стабилизаторами пользоваться довольно опасно. В работе [3] к стабилизатору с активным фильтром в виде дополнительной платы добавлена подобная защита от превышения тока, однако практика показала, что включение в конструкцию дополнительной платы существенно снижает надёжность работы всего устройства и значительно повышает сложность его изготовления.

В настоящей статье сделана попытка объединить активный фильтр, мощный стабилизатор и защиту от превышения тока в одном устройстве с учётом всех недостатков, выявленных в предыдущих моделях. В работе представлены принципиальные схемы фильтров-стабилизаторов, их печатные платы и фотографии. Для демонстрации реальной работоспособности этих устройств в статье приведено описание одного из вариантов построения источника питания с использованием данной разработки.

Принципиальные схемы устройств

Принципиальная схема стабилизатора положительного напряжения, представленная на рисунке 1, состоит из трёх функциональных частей. Первое устройство – активный электронный фильтр. Этот фильтр построен на базе р-канального полевого транзистора Т1 (SUP90P06 или SPP80P06) и одного из ОУ (5-й, 6-й выводы – входы ОУ, 3-й вывод – выход) микросхемы сдвоенного ОУ DA1 (TCA0372DP1). В состав электронного фильтра также входят два RC-фильтра Ф1 и Ф2, построенные на двух RC-цепочках – R1C1R12C12C13 и R1C7R2C8R3 соответственно. Выходное напряжение первого фильтра ($U_{\Phi 1}$) подаётся на 2-й вывод DA1, предназначенный для подключения положительного источника питания V+. Выходное напряжение второго RC-фильтра ($U_{\Phi 2}$)

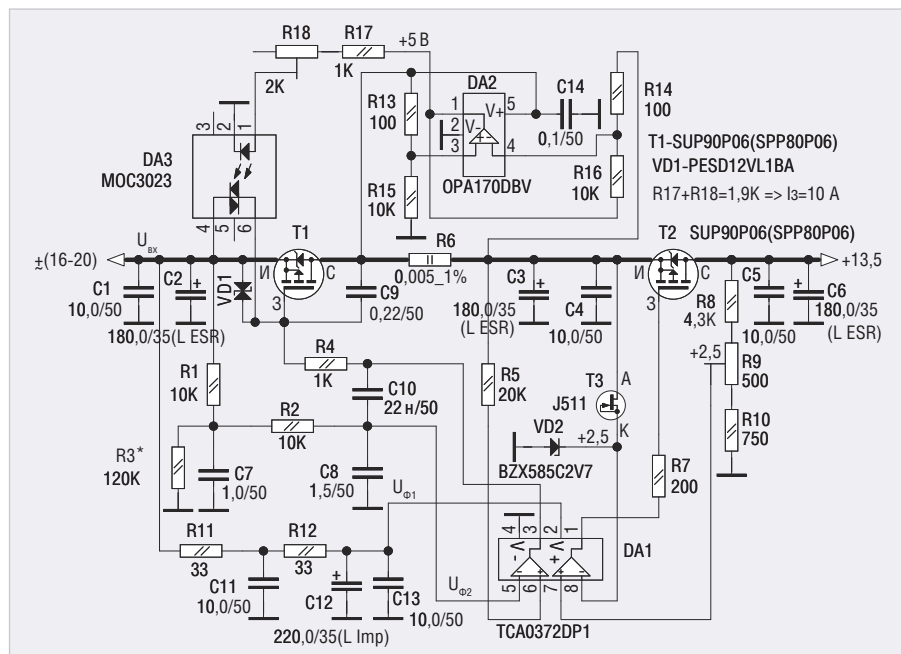


Рис. 1. Принципиальная схема стабилизатора +13.5 В

подаётся на 5-й вывод DA1, являющийся инвертирующим входом ОУ. Напряжение $U_{\Phi 2}$ является опорным, с которым этот ОУ сравнивает выходное напряжение электронного фильтра (сток T1), поданного через резистор R5 на его неинвертирующий вход (6-й вывод DA1). Выходное напряжение ОУ с 3-го вывода DA1 подаётся через резистор R4 на затвор T1, воздействуя на T1 таким образом, чтобы выходное напряжение всего электронного фильтра (сток T1) стремилось к выходному напряжению фильтра $U_{\Phi 2}$. Для уменьшения ошибки от разбаланса токов в инвертирующем и неинвертирующем входах ОУ номинал R5 равен сумме номиналов R1 и R2 и составляет 20 кОм. Резистор R4 ограничивает выходной ток ОУ. Конденсаторы C9 и C10 служат для исключения самовозбуждения электронного фильтра. Двухнаправленный защитный диод VD1 (PESD12VL1BA) защищает затвор T1 от пробоя в момент включения. Резистор R3 снижает постоянную составляющую выходного напряжения второго RC-фильтра $U_{\Phi 2}$. О необходимости такого решения будет подробно рассказано ниже. Конденсаторы C1–C4 дополнительно снижают амплитуду пульсаций выходного напряжения электронного фильтра. Силовые цепи (от $U_{вх}$ до истока T1, от стока T1 до резистора R6, от резистора R6 до истока T2 и от стока T2 до выходного напряжения +13,5 В) представлены на схеме проводниками увеличенной ширины. Все остальные проводники – слаботочные с максимальным током, не превышающим несколько мА.

Стоит обратить внимание на нестандартную схему включения транзисторов электронного фильтра. В стандартном включении используются n-канальные транзисторы, на сток которых подаётся входное напряжение, а с истока снимается стабилизированное напряжение. При таком включении для обеспечения штатной работы транзисторов напряжение, подаваемое на затвор, должно быть выше напряжения истока на несколько вольт (обычно на 2–4 В) и, соответственно, выше напряжения стока, т.е. выше входного напряжения. Но если, кроме входного напряжения, другого напряжения нет, то взять напряжение выше входного попросту неоткуда.

В схеме, приведённой на рисунке 1, используются не n-канальные, а p-канальные транзисторы. Кроме того, они «перевернуты» относительно стандартного включения, т.е. входное напря-

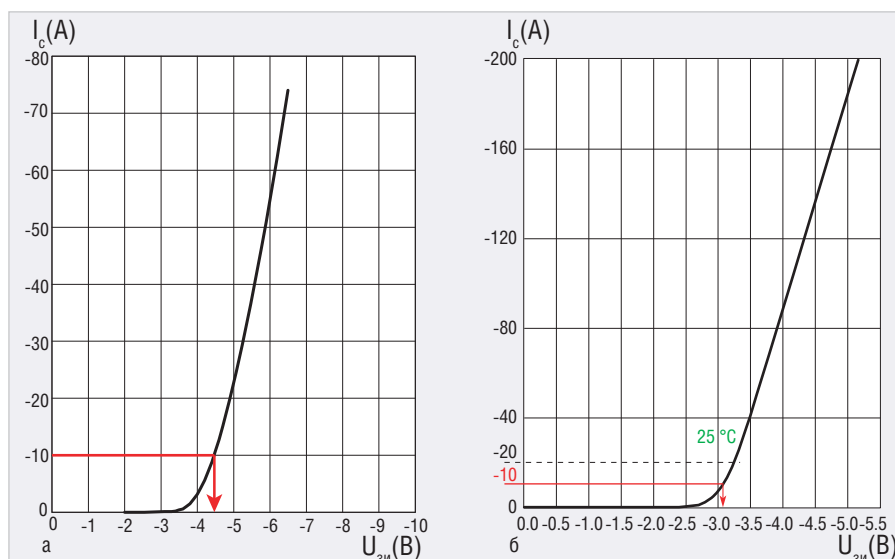


Рис. 2. Передаточные характеристики p-канальных транзисторов: а) SPP80P06; б) SUP90P06

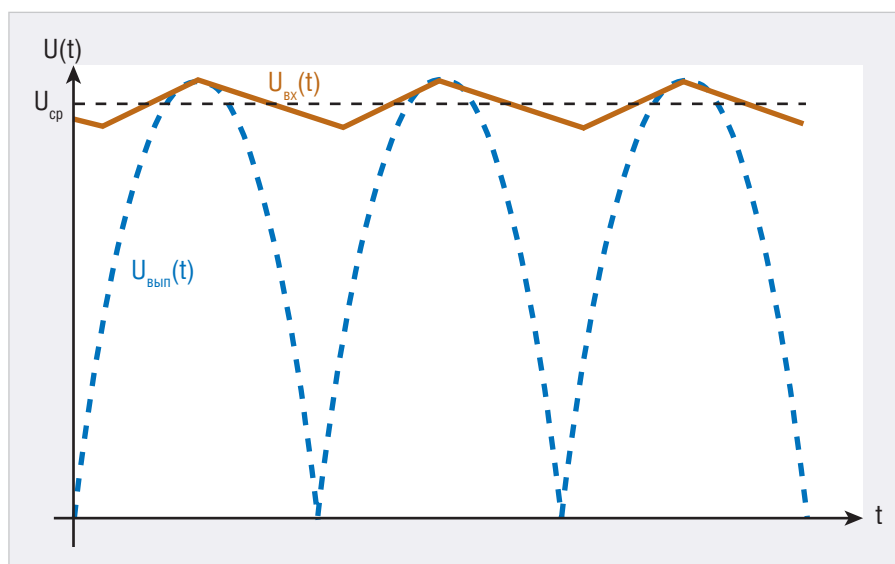


Рис. 3. Входное напряжение +16...+20 В

жение подаётся на исток, а выходное снимается со стока. При таком включении для штатной работы p-канального транзистора на его затвор требуется подать напряжение на те же 2–4 В ниже напряжения истока, т.е. ниже входного напряжения. С этой задачей легко справится ОУ. В данном случае это левый по схеме ОУ DA1, 3-й вывод которого через резистор R4 подключён к затвору T1 и управляет его работой.

Как видно из передаточных характеристик транзисторов (см. рис. 2), для обеспечения тока стока транзистора SPP80P06 в 10 А на его затвор требуется подать напряжение ниже входного приблизительно на 4,5 В (т.е. –4,5 В), а для того чтобы транзистор SUP90P06 обеспечил ток 10 А, на его затвор нужно подать напряжение около –3 В. Таким образом, никаких проблем с открытием транзисторов с помощью ОУ в схеме не возникает.

Однако проблемы возникают при закрытии транзисторов. Как видно из рисунка 2, для того чтобы полностью закрыть транзисторы (например, при отсутствии нагрузки), на затвор требуется подать напряжение, близкое к нулю, или, другими словами, близкое к напряжению истока, т.е. к входному напряжению. Вышесказанное справедливо и для случая, когда надо существенно «прикрыть» транзистор, чтобы обеспечить хотя бы минимальный ток в несколько мА, необходимый для свечения светодиода, индицирующего наличие напряжения питания. Для того чтобы лучше понять проблему и способы её решения, имеет смысл подробнее рассмотреть вопрос о том, что представляет собой это входное напряжение?

Как показано на рисунке 3, входное напряжение $U_{вх}(t)$ представляет собой выпрямленное диодами $U_{вып}(t)$ и сгла-

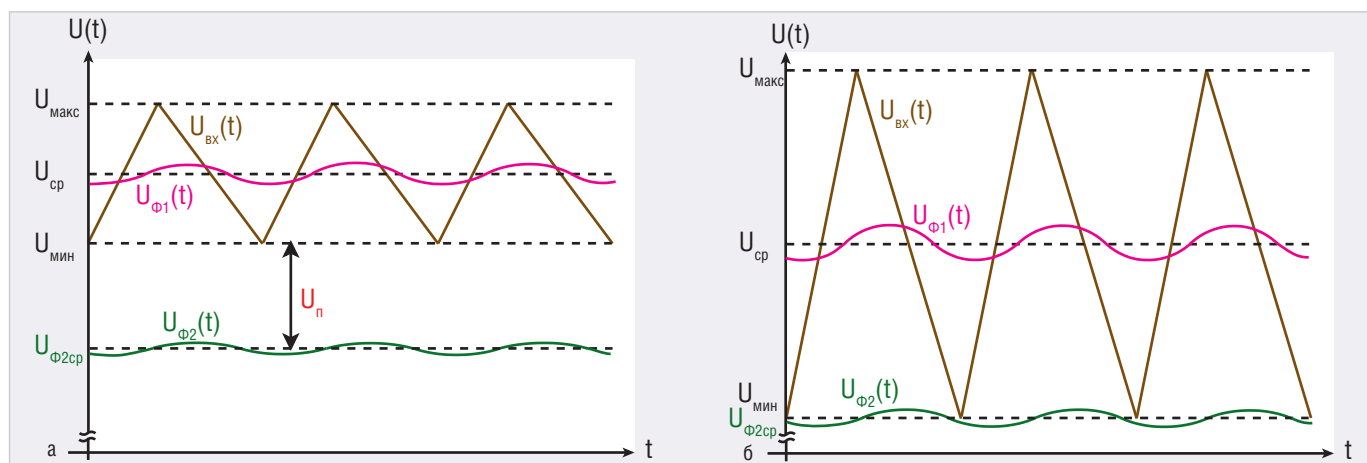


Рис. 4. Пульсационная составляющая входного напряжения $U_{\text{ВХ}}(t)$, выходного напряжения 1-го $U_{\text{Ф1}}(t)$ и 2-го $U_{\text{Ф2}}(t)$ фильтра: а) при средних токах; б) при максимальных токах

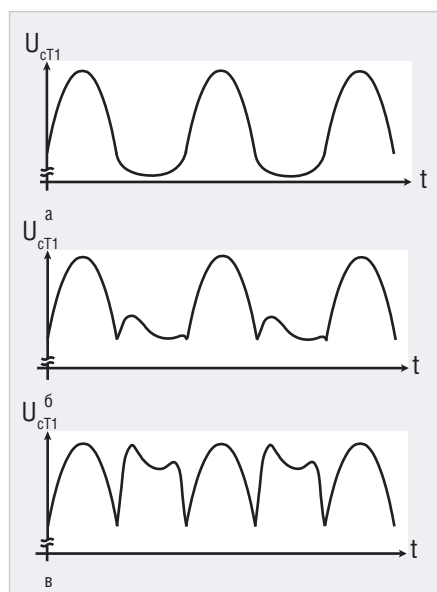


Рис. 5. Влияние номинала R3 на форму пульсаций на стоке T1 при максимальном токе нагрузки: а) неоптимальный; б) близкий к оптимальному; в) оптимальный

женное электролитическими конденсаторами напряжение, близкое к пилообразной кривой со средним значением $U_{\text{ср}}$. Эта кривая имеет пульсации с частотой около 100 Гц и размахом в единицы вольт в зависимости от тока нагрузки. Чем выше ток, тем больше амплитуда и, соответственно, больше размах пульсаций (см. рис. 4). На этом же рисунке показаны графики зависимости выходного напряжения от времени для фильтров – $U_{\text{Ф1}}(t)$ и $U_{\text{Ф2}}(t)$. Из графиков следует, что среднее значение напряжения $U_{\text{Ф1}}(t)$ совпадает со средним значением входного напряжения $U_{\text{ср}}$. Это вполне ожидаемо, поскольку нагрузкой фильтра Ф1 служит вывод питания DA1 (V+, см. рис. 1), максимальное потребление тока которого составляет не более 5 мА, и при таком

токе падение напряжения на резисторах R11 и R12 составляет не более 0,3 В. А вот среднее значение выходного напряжения фильтра Ф2 ($U_{\text{Ф2ср}}$) несколько снижено за счёт резистора R3, который совместно с резистором R1 образует делитель напряжения с коэффициентом деления 1:13 при номиналах, указанных на схеме. При токах нагрузки до 3–4 А, когда пульсации напряжения небольшие и $U_{\text{ср}}$ не сильно отличается от среднего напряжения холостого хода трансформатора, разница между $U_{\text{мин}}$ и $U_{\text{Ф2ср}}$ (назовём её напряжением потерь, $U_{\text{п}}$) довольно ощутима (см. рис. 4а). При максимальных токах нагрузки (8–9 А) за счёт падения действующего значения напряжения трансформатора, а также за счёт существенного падения напряжения на выпрямительных диодах $U_{\text{ср}}$ уменьшается, а размах пульсаций возрастает до максимума. При этом $U_{\text{Ф2ср}}$ вплотную приближается к $U_{\text{мин}}$ (см. рис. 4б).

Итак, зачем нужен R3 и зачем снижать выходное напряжение Ф2? Для ответа на эти вопросы ещё раз посмотрим на рисунок 1. Как уже указывалось, левый по схеме ОУ DA1 сравнивает выходное напряжение всего электронного фильтра (сток T1) с выходным напряжением $U_{\text{Ф2}}$ и выдаёт соответствующее воздействие на затвор T1 с тем, чтобы напряжение стока T1 равнялось $U_{\text{Ф2}}$. Если $U_{\text{Ф2ср}}$ меньше $U_{\text{мин}}$ (см. рис. 4а) или даже равно $U_{\text{мин}}$ (см. рис. 4б), то напряжение на стоке T1 повторяет $U_{\text{Ф2}}$. Но если потребовать, чтобы напряжение на стоке было выше $U_{\text{мин}}$ (например, равнялось $U_{\text{ср}}$, исключив R3 вообще), то пульсации от $U_{\text{ср}}$ до $U_{\text{мин}}$ неизбежно попали бы на сток T1, поскольку транзистор при изменении входного напряжения от $U_{\text{ср}}$ до $U_{\text{мин}}$, естественно, будет открыт.

Основная идея электронного фильтра заключается в том, чтобы он пропускал на выход только постоянную составляющую, равную $U_{\text{мин}}$ (см. рис. 4), а всю пульсацию выше $U_{\text{мин}}$ оставлял на входе. Для этого нужен своего рода «автомат», который бы «подставил» на вход ОУ напряжение $U_{\text{мин}}$. Но где взять это напряжение $U_{\text{мин}}$? Для этого как раз и служит фильтр Ф2 с резистором R3. Как видно из рисунка 4б, при максимальных токах $U_{\text{Ф2ср}}$ как раз и равно $U_{\text{мин}}$, т.е. при таких режимах этот «автомат» идеально работает, однако в режимах средних и малых токов такой «автомат» работает с погрешностью в виде напряжения потерь $U_{\text{п}}$ (см. рис. 4а). Энергия, рассеиваемая фильтром от $U_{\text{п}}$, зависит ещё и от тока. Если ток мал, то даже при большом $U_{\text{п}}$ эта энергия мала. При средних токах эта энергия, конечно, возрастает, но она существенно меньше энергии, рассеиваемой фильтром при больших токах. С такой погрешностью «автомата» приходится мириться. Кроме того, напряжение самого стабилизатора ещё ниже, чем выходное напряжение всего электронного фильтра, поэтому стабилизатору приходится рассеивать существенно больше энергии, чем энергия, рассеиваемая фильтром. При рассеивании энергии потерь транзистор фильтра T1 берет её на себя и, таким образом, несколько облегчает работу транзистора T2.

Номинал R3 выбирается из следующих соображений. Как видно из схемы, напряжение U_{R1R3} в точке соединения R1 и R3 определяется входным напряжением $U_{\text{ВХ}}$ и делителем R1R3, т.е. $U_{\text{R1R3}} = U_{\text{ВХ}} \times R3 / (R1 + R3)$. Из схемы также следует, что $U_{\text{R1R3}} = U_{\text{Ф2}}$, поскольку входной ток ОУ пренебрежимо мал. Поскольку зна-

чение $R3/(R1+R3)$ постоянно (в данном случае оно составляет 12/13), то падение напряжения на $R1$, U_{R1} , составляет 1/13 от $U_{вх}$: $U_{R1} = U_{вх}/13$. При малых и средних токах нагрузки, когда пульсационная составляющая невысока, а $U_{вх}$ повышенное, U_{R1} также повышенное, и $U_{Ф2ср}$ всегда меньше $U_{мин}$ (см. рис. 4а). При максимальных токах входное напряжение падает, размах пульсаций растёт, и при оптимальном выборе резистора $R3$ напряжение $U_{Ф2ср}$ должно максимально приблизиться к $U_{мин}$ и даже его «коснуться» (см. рис. 4б).

К сожалению, точно рассчитать номинал $R3$ невозможно, поскольку на него влияет очень много факторов: мощность трансформатора, падение напряжения на выпрямительных диодах, крутизна передаточной характеристики транзисторов S и другие. Однако его очень просто получить опытным путём. Для этого вместо $R3$ необходимо установить один постоянный резистор, например номиналом 50 кОм, и последовательно с ним – второй, переменный резистор R_n номиналом 100 кОм. Далее при максимальном токе нагрузки необходимо посмотреть на осциллографе форму напряжения на стоке $T1$ (U_{CT1}). При максимальном значении R_n эта форма не будет отличаться от формы $U_{Ф2}(t)$ и представлять собой кривую, похожую на синусоиду (см. рис. 4а). При уменьшении значения R_n и приближении $U_{Ф2ср}$ к $U_{мин}$ (см. рис. 4б) нижняя полу-волна $U_{CT1}(t)$ будет постепенно «выгибаться» вверх (см. рис. 5а). При дальнейшем уменьшении R_n на этой полу-волне возникнет «горб» (см. рис. 5б). Уменьшая далее значение R_n , необходимо добиться равенства амплитуды первого «горба» и амплитуды синусоиды (см. рис. 5в). При этом необходимо следить за тем, чтобы амплитуда «горбов» не выходила за рамки общего размаха пульсаций. Полученное значение R_n в сумме с 50 кОм и будет номиналом $R3$. Столь точная настройка $R3$ необходима для минимизации потерь в электронном фильтре и, соответственно, для уменьшения нагрева транзистора.

На рисунке 6 приведены осциллограммы напряжений на истоке и стоке $T1$ при токе нагрузки около 9 А. Верхняя осциллограмма (жёлтого цвета) очень близка к кривой $U_{вх}(t)$ (см. рис. 3, 4), а нижняя (голубого цвета) очень близка к кривой $U_{CT1}(t)$ (см. рис. 5в). Размах пульсаций на стоке $T1$ $V_{pp(2)}$ меньше размаха пульсаций входного напряжения $V_{pp(1)}$ на истоке $T1$ в 23 раза.

Возвращаясь к проблемам закрытия транзисторов, рассмотрим вопрос питания ОУ. Первоначально было принято решение взять питание с выхода электронного фильтра, т.е. со стока $T1$. Преимущество данного подхода заключается в малом размахе пульсаций напряжения. Недостатком является существенно сниженное относительно входного напряжение, особенно при малых токах (см. рис. 4а). Это приводит к тому, что при малых токах нагрузки выходное напряжение ОУ не способно полностью закрыть транзистор $T1$, так как оно ниже напряжения истока. Кроме того, применённый ОУ ТСА0372DP1 не является rail-out, т.е. не способен воспроизвести выходной сигнал, равный напряжению питания $V+$. Максимальное выходное напряжение стандартного ОУ, как правило, меньше напряжения, подаваемого на вывод положительного питания, на 0,8 В и более, что ещё больше осложняет закрытие транзистора. Как следствие, возникает паразитная генерация частотой несколько кГц и амплитудой в несколько вольт, избавиться от которой никакими средствами невозможно. Единственный выход из такого положения – немного приоткрыть транзистор, установив на стоке балластный резистор небольшого номинала (200–300 Ом), подключённый к «земле». В этом случае порог открытия транзистора существенно снижается. Как видно из рисунка 2а, порог открытия транзистора SPP80P06 снижается до –3,5 В, а транзистора SUP90P06 – до –2,5 В. В связи с этим применение транзистора SUP90P06 становится нежелательным. Кроме того, такое питание ОУ включается в его обратную связь, что может привести к дополнительной паразитной генерации с частотой в десятки герц, избавиться от которой можно, увеличив ёмкости конденсаторов: $C9$ – до 1,0 мкФ и $C10$ – до 0,1 мкФ. А это, в свою очередь, существенно повышает размах пульсаций выходного напряжения фильтра. Именно по такому принципу сделаны стабилизаторы, описанные в работах автора [1, 2, 4].

В данном случае для питания ОУ предлагается использовать ещё один RC-фильтр $\Phi1$, составленный из двух RC-цепочек: $R11C11$ и $R12C12C13$. Преимущества такого питания ОУ заключаются в следующем. Как видно из рисунка 4, среднее значение $U_{Ф1ср}$ равно среднему значению входного напряжения $U_{ср}$ и существенно выше

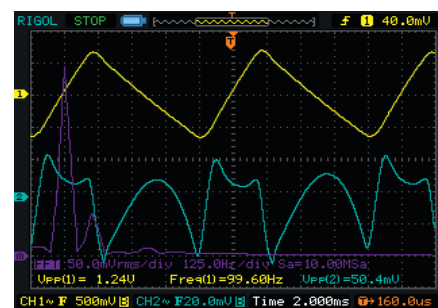


Рис. 6. Осциллограммы пульсаций входного напряжения на истоке $T1$ (жёлтый) и напряжения на стоке $T1$ (голубой) при пороговом токе нагрузки

$U_{Ф2ср}$. Размах пульсаций $U_{Ф1}(t)$ существенно ниже размаха пульсаций входного напряжения $U_{вх}(t)$ и, кроме того, $U_{Ф1}(t)$ в некоторые моменты времени выше $U_{вх}(t)$. В связи с этим проблемы закрытия транзистора $T1$ при малых и нулевых токах нагрузки полностью исчезают, и появляется возможность использования практически любых транзисторов, в том числе – с увеличенной крутизной и более низким значением сопротивления открытого канала (например, SUP90P06). Применение фильтра $\Phi1$ выводит питание ОУ из его обратной связи, и проблемы с паразитной генерацией полностью снимаются.

При включении питания ОУ получает питание только спустя время, равное постоянной времени $\Phi1$, составляющей несколько сотых долей секунды. А пока питание ОУ отсутствует, его выходное напряжение, подаваемое на затвор $T1$, нулевое. Нулевое напряжение, поданное на затвор $T1$, приводит к немедленному его открытию. Таким образом, к тому моменту, когда ОУ получает полноценное питание, транзистор будет уже приоткрыт, на стоке появляется напряжение, которое ОУ остаётся только скорректировать в соответствии с выходным напряжением $U_{Ф2}$. Далее электронный фильтр работает в штатном режиме. Применение дополнительного фильтра $\Phi1$ для питания ОУ существенно улучшает плавность включения транзистора $T1$ и исключает возможность появления скачков выходного напряжения фильтра.

Сам электронный фильтр имеет постоянную времени τ около 0,04 с. Для обеспечения такой же постоянной времени сглаживающими электролитическими конденсаторами, стоящими после выпрямителя, они должны иметь ёмкость в районе 0,3 Ф [2]. Ёмкость сглаживающих конденсаторов, установленных автором в выпрямителе (см. далее), составляет всего 30 000 мкФ.

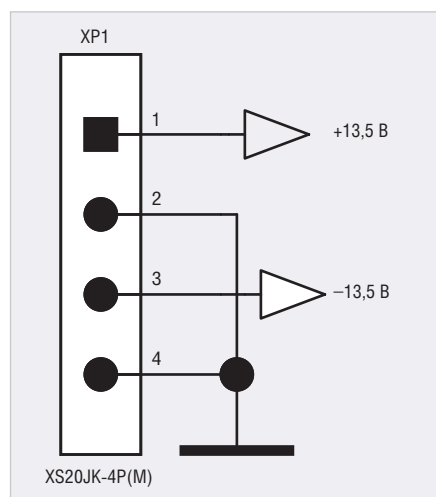


Рис. 7. Схема подключения выходных напряжений к разъёму ИП

Стабилизатор сконструирован на базе полевого транзистора T2 и правого по схеме ОУ DA1 (выводы 7, 8 – входы ОУ, вывод 1 – его выход). В качестве источника опорного напряжения (ИОН) +2,5 В, которое подано на инвертирующий вход ОУ, используется стабилитрон VD2, включённый последовательно с полевым транзистором с р-п-переходом T3 (J511). Как стабилитрон VD2, так и транзистор T3 не отличаются высокими стабилизационными свойствами, однако при их совместном включении коэффициент стабилизации может возрасти до 10 000 и более [8]. Измеренный автором коэффициент стабилизации составил не менее 20 000. По сравнению с ИОН, сконструированным на базе стабилитрона, трёх резисторов и ОУ [8], использованным автором в работах [1] и [2], данный ИОН обладает двумя преимуществами. Во-первых, в нём не используется ОУ, а во-вторых, его шум существенно меньше, поскольку стабилитрон, а особенно транзистор с р-п-переходом шумят на порядок меньше, чем ОУ.

На неинвертирующий вход ОУ подаётся часть выходного напряжения стабилизатора, снятого с делителя R8R9R10. ОУ сравнивает оба напряжения и результат рассогласования со своего выхода подаёт на затвор T2 через резистор R7, ограничивающий выходной ток ОУ. При увеличении тока нагрузки стабилизатора его выходное напряжение падает, что приводит к снижению напряжения, снятого с делителя. Поскольку это напряжение подаётся на неинвертирующий вход ОУ, его выходное напряжение и, соответственно, напряжение затвора T2 уменьшаются, что приво-

дит к некоторому открытию транзистора и восстановлению первоначального выходного напряжения. Поскольку ОУ питается повышенным выходным напряжением фильтра Ф1, в стабилизаторе, так же как и в электронном фильтре, могут быть использованы практически любые полевые транзисторы, в том числе с увеличенной крутизной и низким сопротивлением открытого канала (например, SUP90P06).

Выходное напряжение стабилизатора (+13,5 В), измеренное непосредственно на стоке T2 с точностью 1 мВ, при изменении тока нагрузки в пределах от 0 до 9 А не изменяется. Однако если к выходному разъёму ИП подключить нагрузку медным проводом длиной, предположим, 1 м, то при токе 10 А на самом проводе неизбежно возникнет падение напряжения. В связи с этим для соединения ИП с нагрузкой рекомендуется использовать провод как можно меньшей длины и большего сечения. В данном случае использован трёхжильный провод ПУГНП сечением 4 мм² длиной не более 0,5 м. Падение напряжения на таком проводе при токе 10 А составляет около 34 мВ, или 0,0034 В на каждый ампер тока. Этот провод как нельзя лучше подходит к ответному разъёму XS20JK-4P, подключаемому к выходному разъёму ИП XS20JK-4P(M) с максимальным током 25 А на контакт (см. рис. 7).

Размах пульсаций выходного напряжения при токе нагрузки 9 А, измеренный на стоке T2, не превышает 1 мВ. Однако на конце провода, соединяющего ИП с нагрузкой, этот размах может возрасти до 3–5 мВ. При дальнейшем увеличении тока до 9,2–9,3 А этот размах незначительно увеличивается, но после 9,3 А существенно возрастает и может достичь размаха пульсаций входного напряжения при токе, близком к 10 А. При таком токе срабатывает защита (см. далее). Следовательно, схема, представленная на рисунке 1, гарантирует размах пульсаций не более 1 мВ в диапазоне токов 0–9 А.

Минимальное значение среднего входного напряжения U_{cp} (см. рис. 4) с учётом того, что размах его пульсаций не превышает 2 В, не должно опускаться ниже +14,7 В, поскольку падение напряжения на каждом из транзисторов T1 и T2 при токе 10 А составляет не менее 0,1 В (10 мОм·10 А). Если от стабилизатора требуется более высокое выходное напряжение, например, не 13,5 В, а 25 В, то необходимо изменить номинал всего одного резистора R8, сохра-

нив при этом ток делителя R8R10 около 2,5 мА. При выходном напряжении 25 В и токе 2,5 мА общее сопротивление делителя будет составлять 10 кОм. Вычтя из 10 кОм сумму R9 и R10 (1,25 кОм), получим 8,75 кОм. Ближайший к этому значению номинал R8 из ряда E24 (5%) – 9,1 кОм. Точное значение выходного напряжения 25 В необходимо установить переменным резистором R9.

Выходное напряжение можно сделать ещё выше, однако следует учесть, что максимальное напряжение питания ОУ TCA0372 составляет 40 В, а MC33072, применённого в стабилизаторе отрицательного напряжения, – 44 В. Если и этого напряжения недостаточно, то можно использовать двухканальный ОУ ADA4522-2 (rail-to-rail output) с более высоким напряжением питания, до 55 В. Для того чтобы не перепаивать платы стабилизаторов, достаточно сделать платы-переходники ADA4522-2ARMZ/TCA0372DP1 и ADA4522-2ARMZ/MC33072.

В следующей части статьи будет рассказано об устройстве защиты, фильтре-стабилизаторе отрицательного напряжения и схемах индикации, а также будут представлены печатные платы и фотографии устройства.

ЛИТЕРАТУРА

1. Кузьминов А. Использование мощных полевых транзисторов и операционных усилителей в прецизионных регуляторах и стабилизаторах напряжения // Современная электроника. 2012. № 7.
2. Кузьминов А. Активный фильтр на мощном полевым транзисторе и ОУ с защитой от превышения тока // Современная электроника. 2016. № 3.
3. Кузьминов А. Применение инструментального усилителя для мостового включения двух мощных ОУ. Часть 3 // Современная электроника. 2017. № 6.
4. Кузьминов А. Стабилизаторы напряжения с активным фильтром // Радио. 2017. № 5.
5. Кузьминов А. Усовершенствованные стабилизаторы напряжения с активным фильтром // Радио. 2017. № 9.
6. Кузьминов А. Изготовление устройств на печатных платах с высоким разрешением в домашних условиях // Технологии в электронной промышленности. 2010. № 8; 2011. № 1, 2.
7. Кузьминов А. Технология изготовления печатных плат с высоким разрешением в любительских условиях // Радио. 2017. № 10.
8. Титце У., Шенк К. Полупроводниковая схемотехника. – М.: Мир, 1982.



**V МЕЖДУНАРОДНЫЙ
ПРОМЫШЛЕННЫЙ ФОРУМ**

**НЕРАЗРУШАЮЩИЙ КОНТРОЛЬ
ИСПЫТАНИЯ • ДИАГНОСТИКА**

**ТЕРРИТОРИЯ
NDT**

**27 ФЕВРАЛЯ • 1 МАРТА 2018
МОСКВА • ЦВК ЭКСПОЦЕНТР**

WWW.EXPO.RONKTD.RU



**ОРГАНИЗАТОР:
РОССИЙСКОЕ ОБЩЕСТВО ПО НЕРАЗРУШАЮЩЕМУ
КОНТРОЛЮ И ТЕХНИЧЕСКОЙ ДИАГНОСТИКЕ**



реклама

Оптимизация конструкции «кофейного» радара при помощи NI AWR Design Environment

Джим Кэрролл, Джент Папаристо, AWR Group, NI

Интересная идея создания радара из кофейных банок и доступных комплектующих получила новое развитие благодаря использованию современных программных средств от National Instruments. В статье рассказывается о том, как можно оптимизировать и значительно удешевить данный проект.

ВВЕДЕНИЕ

В 2012 году в IEEE Spectrum была опубликована статья [1], в которой описывался проект по созданию радиолокационной системы с синтезированной апертурой. В основе проекта лежала конструкция радара из кофейных банок, впервые представленная в одном из бесплатных курсов MIT OpenCourseWare (OCW) [2]. Некоторое время спустя авторы настоящей статьи решили «взбодрить» этот проект и оптимизировать конструкцию, используя богатые возможности программного обеспечения NI AWR Design Environment.

В данной статье будет показано, как исходный проект был переработан при помощи NI AWR Design Environment и, в частности, Microwave Office для работы на схемном уровне, Visual System Simulator™ (VSS) для проектирования на системном уровне и ЭМ-симуляторов AXIEM и Analyst™. В результате получилась новая конструкция радара меньшего размера, со значительно лучшими характеристиками и меньшей стоимостью.

Исходный проект OCW

Исходный проект «кофейного» радара создавался для открытого частотно-

го диапазона 2,4 ГГц, поэтому все его комплектующие были легко доступны. В основе конструкции лежали компоненты конструктора Mini-Circuits, что позволило собрать основную часть схемы путём прямого соединения нужных элементов. Сигнал основной полосы частот радара усиливался и фильтровался при помощи собранной на макетной плате схемы. Для сэмплирования промежуточной частоты использовалась звуковая карта ноутбука, а для обработки сигнала применялось программное обеспечение MATLAB. В результате получилось устройство со следующими характеристиками: частота 2,4 ГГц, сигнал в виде незатухающей гармонической волны с нарастающей амплитудой с полосой 80 МГц, менее 1 Вт потребляемой мощности и менее 1 Вт эквивалентной изотропно излучаемой мощности.

На рисунке 1 представлен внешний вид системы с наложенной на фотографию радара структурной диаграммой. Можно увидеть, что в оригинальной конструкции присутствовали генератор, управляемый напряжением (ГУН), аттенуатор между усилителем мощности (УМ) и ГУН, а также ответвитель на передающую антенну и цель, после отражения от которой сигнал возвращался в приёмный тракт. На данном этапе пользователь получал информацию об основной полосе сигнала при помощи звуковой карты ноутбука и производил обработку сигнала в MATLAB. Общая стоимость проекта на время сборки конструкции составляла \$360, \$240 из которых – ВЧ-компоненты. Стоимость антенной системы составила примерно \$54 – большая часть этой суммы была потрачена на кабели и коннекторы.

Усовершенствование радара

Обновление конструкции «кофейного» радара заключалось в использовании мощных инструментов NI AWR для создания аналогичного проекта, отличающегося при этом от оригинала лучшими характеристиками, более низкой стоимостью и меньшими размерами.

Первым шагом стало воссоздание оригинального проекта в виде систем-

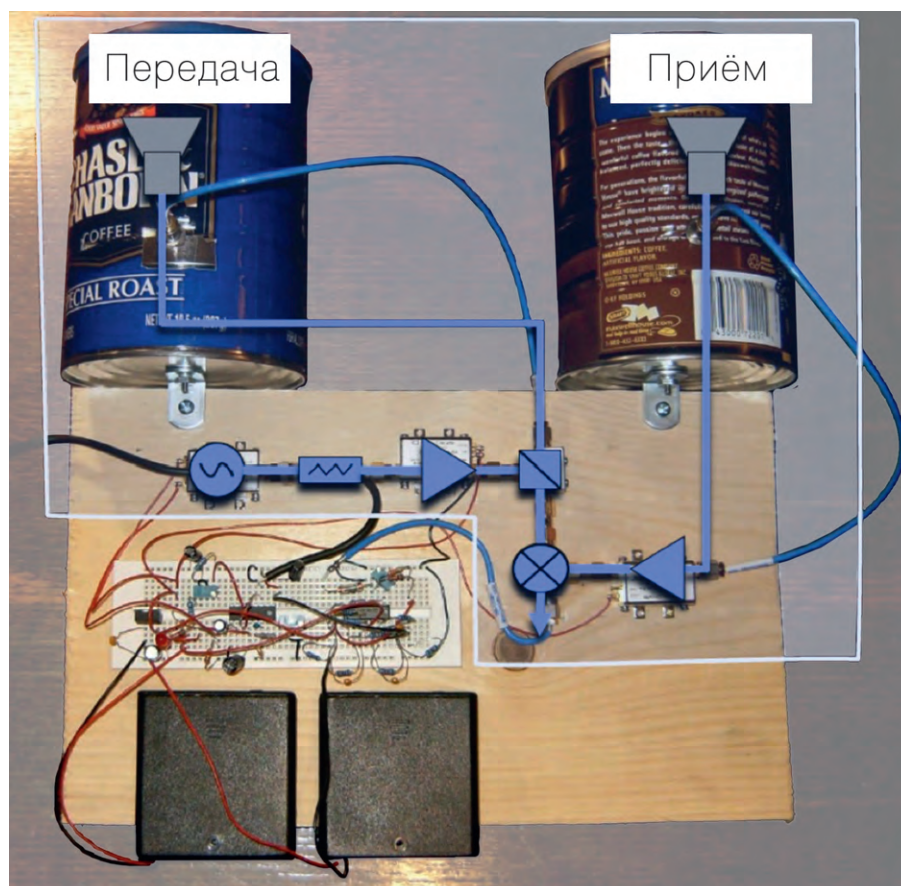


Рис. 1. Исходный проект «кофейного» радара с элементами конструктора в верхней части и антеннами в виде кофейных банок над платой

ной диаграммы в VSS. На рисунке 2 показана конструкция проекта OCW с моделью цели из библиотеки VSS, которая моделирует отражение сигнала. Сама схема принципиально осталась без изменений, однако вместо элементов конструктора были использованы компоненты поверхностного монтажа (см. рис. 3).

Блоки системной диаграммы VSS, представленные на обоих этих рисунках, являются математическими моделями реальных компонентов, построенными на основе их спецификаций. На блок-схеме также представлены модели направленных антенн вместо кофейных банок, что является чисто математическим подходом, однако позволяет полностью построить и промоделировать систему программными средствами. Модель цели и блок обработки основной полосы сигнала также были взяты из встроенной библиотеки VSS.

В новой конструкции место компонентов Mini-Circuit заняли доступные элементы поверхностного монтажа в ценовом диапазоне \$1-12, в частности аттенуатор и фильтр нижних частот. На плате также был установлен микрополосковый ответвитель на 20 дБ. Антенны из кофейных банок были заменены на планарные антенны Вивальди, спроектированные при помощи 3D планарного ЭМ-симулятора AXIEM и верифицированные в полноценном 3D-симуляторе методом конечных элементов Analyst™. Всё это позволило сократить общую стоимость комплектующих проекта без ухудшения характеристик радара.

ПРОЕКТИРОВАНИЕ СИСТЕМЫ В VSS

На рисунке 4 приведено сравнение каскадных характеристик начального проекта (синяя линия) и обновлённой конструкции (красная линия). На выходе ГУН старого проекта изначально выдаётся более высокая мощность по сравнению с новой конструкцией, однако затем от элемента к элементу выходная мощность в обновлённой версии становится выше, во многом благодаря использованию более качественных компонентов (особенно усилителя мощности). В результате выходная мощность антенны старой системы составляет примерно 20 дБм эквивалентной изотропно излучаемой мощности, в то время как новая система обеспечивает около 1 Вт, что нахо-

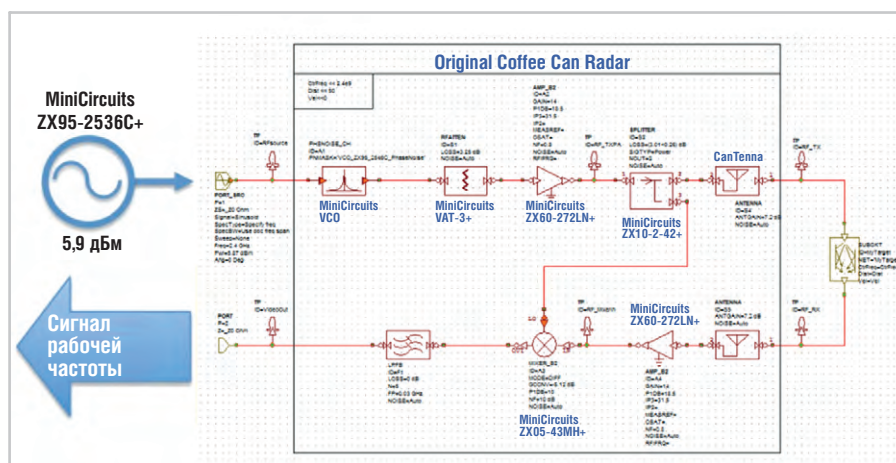


Рис. 2. Оригинальный проект радара, созданный в NI AWR Design Environment VSS

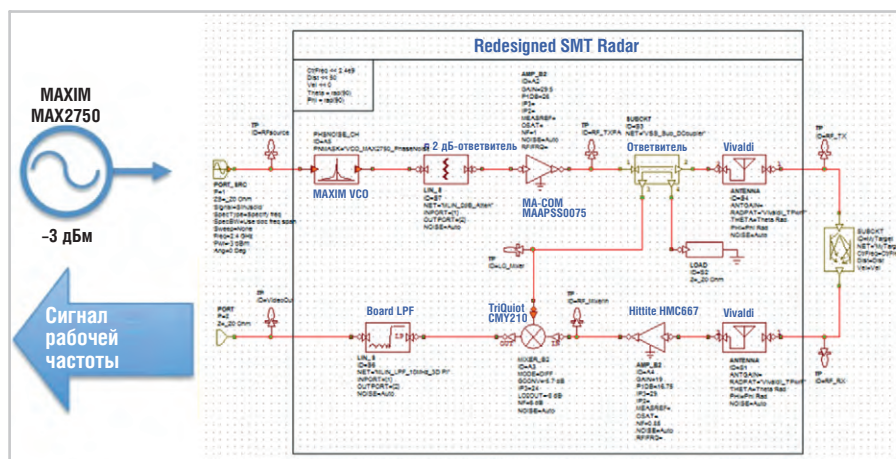


Рис. 3. Обновлённая версия проекта в VSS на основе компонентов поверхностного монтажа

дится на границе допустимых уровней излучения, установленных Федеральной комиссией по связи США для узконаправленных антенн Вивальди.

Потери на распространение сигнала до цели и обратно были промоделированы с помощью элементов встроенной библиотеки VSS, которые также позво-

ляют добавить доплеровский сдвиг для имитации движения цели. Отражённый от цели сигнал принимается антенной Вивальди и поступает на малошумящий усилитель (МШУ) и смеситель. В отличие от изначальной системы, обеспечивавшей порядка -45 дБм мощности на промежуточной частоте, в новой

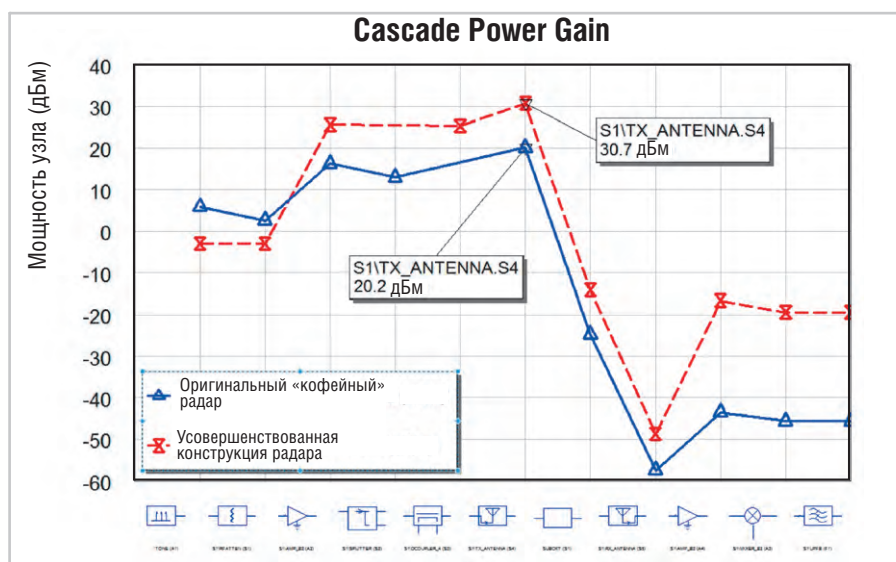


Рис. 4. Сравнение характеристик двух конструкций в рамках каскадного анализа

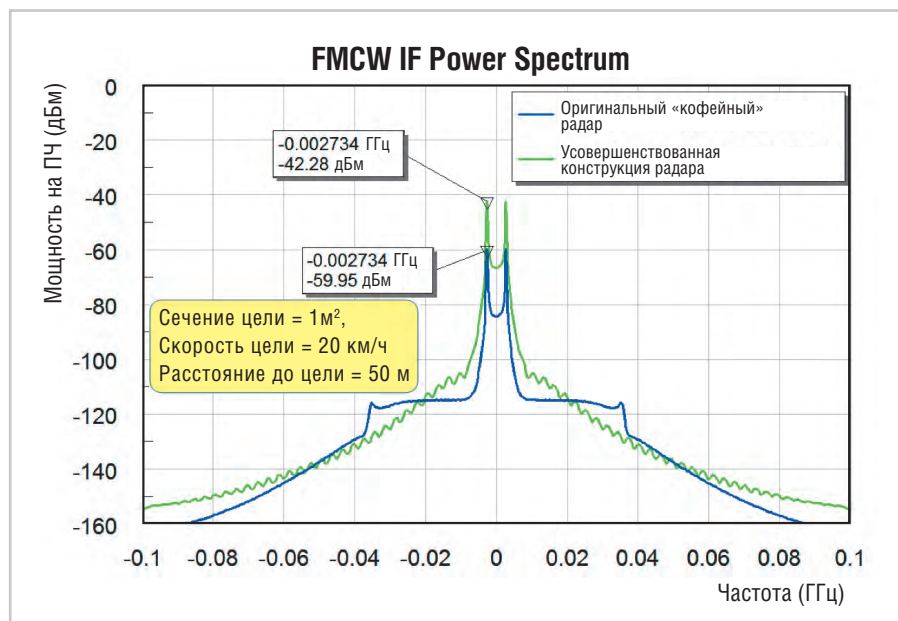


Рис. 5. Моделирование спектра сигнала во временной области

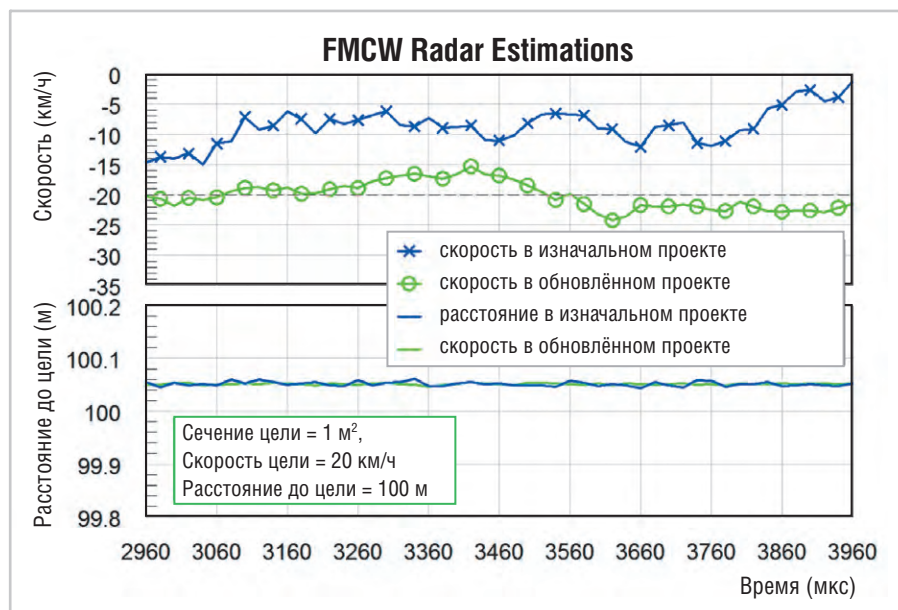


Рис. 6. Измерения дальности и скорости цели во временной области в VSS

конструкции было получено 20 дБм. Как видно из рисунка 4, более высокая мощность на ПЧ позволяет новой версии радара обнаружить цель с большей вероятностью, чем при использовании оригинальной схемы.

Важными и полезными возможностями VSS являются моделирование созданной системы во временной области и проверка работы системы с частотно-модулированным сигналом непрерывного излучения (FMCW-сигнал). На рисунке 5 представлены спектры сигналов ПЧ на выходе старой и новой систем, на которых видны пики на положительных и отрицательных частотах, определяемых расстоянием до цели и доплеровским смещением сигнала.

После исключения ПЧ из моделирования можно продолжить частотную обработку сигнала с помощью преобразования Фурье. Положение двух пиков определяет расстояние до цели (дальность) и доплеровское смещение (скорость). Разброс между пиками и их смещение относительно нуля, собственно, и определяют скорость цели и расстояние до неё. Для оценок этих величин можно воспользоваться блоками VSS-обработки сигналов. Таким образом, инженер видит не только спектр сигнала, но также может напрямую выводить на экран графическую оценку дальности и скорости цели, как это показано на рисунке 6.

Обе системы были направлены на цель с эффективной площадью 1 м²,

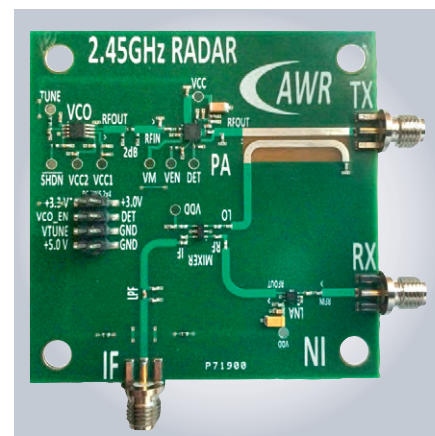


Рис. 7. Печатная плата, спроектированная в NI AWR Design Environment

которая двигалась с относительной скоростью 20 км/ч на расстоянии 100 метров. Как показали результаты, обе системы оказались способны достаточно точно определить дальность цели, в то время как определение скорости по доплеровскому смещению оказалось более сложной задачей. На рисунке 6 видно, что обновлённая конструкция смогла определить скорость цели в пределах 4 км/ч вокруг среднего значения 20 км/ч (зелёная линия). На самом деле, скорость составляла -20 км/ч, поскольку цель двигалась, удаляясь от радара. Оригинальная система (синяя линия) на представленном наборе данных показала завышенные результаты. Если продолжить моделирование во временной области и подождать некоторое время, синие маркеры выравниваются вокруг среднего значения 20 км/ч, однако это займёт значительное время. Таким образом, из данного графика видно, что обновлённой системе не требуется много времени для получения хорошего усреднённого значения скорости благодаря лучшему прохождению отражённого сигнала на ПЧ. Старая система может определить скорость с нужной точностью, однако для этого потребуются заметно больше времени.

ПРОЕКТИРОВАНИЕ ПЛАТЫ в Microware Office и AXIEM

По завершении работы с системной диаграммой обновлённая система была спроектирована на физическом уровне в NI AWR Design Environment на двухслойной плате FR4 толщиной 157 мкм (см. рис. 7).

ГУН, УМ и МШУ были выполнены на основопопулярных, приведённых в спецификациях производителя. Атенюатор на 1 дБ, ФНЧ и ответвитель были спроектированы в Microware Office.

Последний проектировался при помощи ЭМ-симулятора AXIEM. Общая стоимость платы составила менее \$60 за все компоненты, размещённые на плате, что значительно дешевле оригинальной конструкции стоимостью порядка \$250.

ПРОЕКТИРОВАНИЕ АНТЕНН В AXIEM и ANALYST™

Как было отмечено ранее, антенны в виде кофейных банок были заменены на планарные антенны Вивальди (см. рис. 8). Антенна представляет собой плату, на передней стороне которой расположена микрополосковая линия, возбуждающая расширяющуюся щелевую линию на обратной стороне платы. Антенны такого типа часто применяются в радиолокационных системах и в данном случае были полностью спроектированы при помощи AXIEM. На приведённом графике синей линией обозначены результаты моделирования, розовой – данные измерений, полученные на векторном анализаторе. Можно видеть, что данные хорошо согласуются. Полноценный 3D ЭМ-анализ диаграммы направленности излучения был выполнен при помощи Analyst™, а его результаты были введены напрямую в блок-схему VSS, что позволило разработчику задать системе параметры цели со смещением в виде параметров THETA и PHI. Эти значения можно сделать изменяющимися при движении цели по диаграмме направленности.

На рисунке 9 представлена фотография готового устройства, состоящего из платы 7,62×7,62 мм, двух антенн Вивальди для приёма и передачи сигнала, а также макетной платы и источника питания на обратной стороне тестовой платы. Радар целиком помещается на ладони. Антенны были спроектированы так, чтобы их можно было соединить двумя деревянными стержнями и разнести в пространстве для обеспечения дополнительной изоляции приёмного и передающего каналов при соединении с платой с помощью коаксиальных кабелей.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Сквозное проектирование радиолокационной системы с частотно-модулированным непрерывным излучением было полностью выполнено в NI AWR Design Environment. Обновлённая система показала лучшие характеристики, позволила снизить стои-

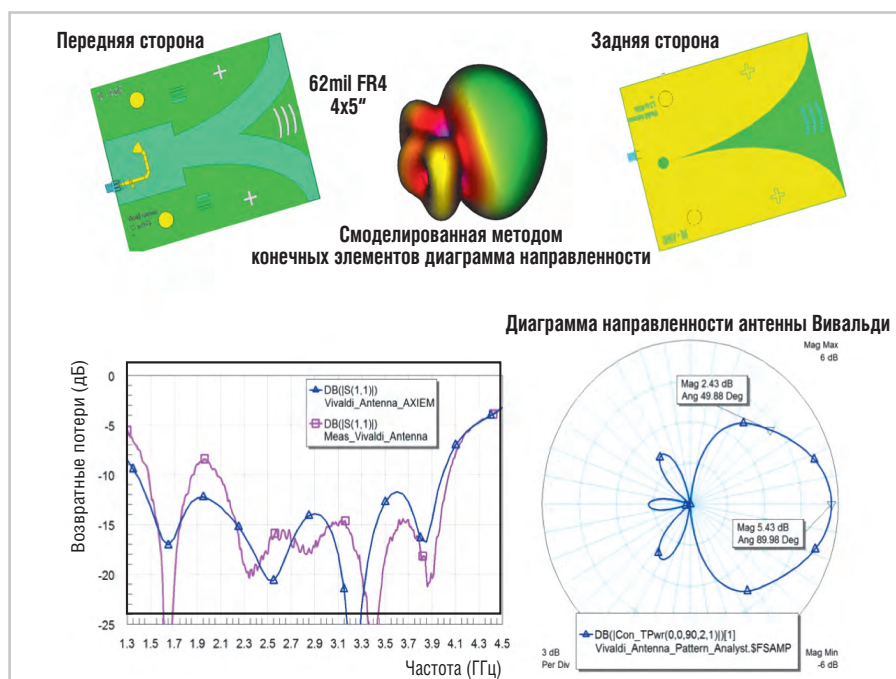


Рис. 8. Планарные антенны Вивальди, заменившие кофейные банки

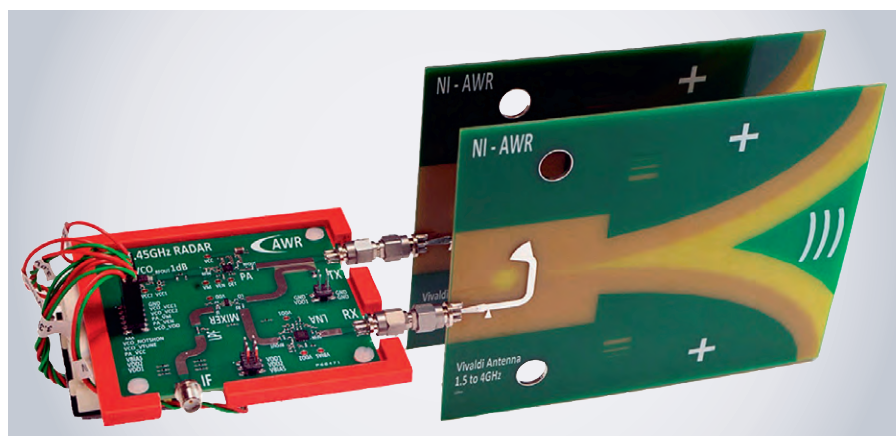


Рис. 9. Готовый радар обновлённой конструкции, состоящий из платы, антенн Вивальди и источника питания

мость проекта, а также была выполнена в существенно меньшем форм-факторе по сравнению с оригинальной конструкцией.

Программное обеспечение NI AWR и, в частности, системный модуль VSS позволили напрямую сравнить характеристики двух систем путём каскадного анализа и моделирования во временной области. Встроенная библиотека элементов систем радиолокации упростила построение модели цели и обработку сигнала. Благодаря лёгкости работы с топологией и простоте ЭМ-моделирования планарных антенн вся система целиком была быстро спроектирована и построена. Совместное моделирование элементов радара, включая антенны, интегральный ответвитель, аттенюатор и фильтр нижних частот, было выполнено без каких-либо

проблем, поскольку все схематехнические элементы моделировались в составе системной диаграммы.

Подробнее ознакомиться с проектом можно непосредственно в программе NI AWR Design Environment, где он доступен в перечне примеров под названием «CoffeeCanRadar_SMT_Redesign».

ЛИТЕРАТУРА

1. D. Schneider. Coffee-can Radar: How to Build a Synthetic Aperture Imaging System with Tin Cans and AA Batteries // IEEE Spectrum, Nov. 1, 2012: <http://spectrum.ieee.org/geek-life/hands-on/coffeecan-radar>
2. G. Chavarat, J. H. Williams, A. Fenn, S. Kogon, J. S. Herd. Build a Small Radar System Capable of Sensing Range, Doppler, and Synthetic Aperture Radar Imaging

Полигональные объекты печатной платы в среде Altium Designer: общие приёмы работы

Часть 1

Алексей Якубенко (support@idstrade.com)

Данная статья начинает цикл статей, призванных помочь пользователям САПР Altium Designer в углублённом освоении инструментов работы с полигональными объектами при проектировании печатных плат.

ВВЕДЕНИЕ

Полигональные объекты являются неотъемлемой частью топологии практически любой печатной платы (ПП). С их помощью формируются такие элементы печатного рисунка, как заливка медью или нестандартная контактная площадка на слоях металлизации, логотипы на слоях шелкографии, различного вида вскрытия в слоях паяльной маски или трафарета паяльной пасты и т.п. Применение полигональных объектов ограничено только необходимостью и фантазией разработчика. В данной серии статей предпринята попытка свести воедино всю информацию о полигональных объектах, чтобы пользователи САПР Altium Designer (AD) получили о них чёткое представление. Будут рассмотрены все доступные виды полигональных объектов, их особенности и приёмы работы с ними. Материал статей построен следующим образом: сначала, в первой части серии статей, описаны общие приёмы работы с полигональными объектами, а затем, в последующих частях, рассказывается об особенностях каждого вида.

Виды полигональных объектов

Среда AD предоставляет пользователю несколько видов полигональных объектов. Каждый из них предназначен для выполнения определённой задачи и имеет собственный набор возможностей и свойств. Полигональные объекты представлены следующими видами:

- *Board Shape* – область ПП;
- *Region* – регион;
- *Polygon* – полигон;
- *Fill* – прямоугольная заливка;
- *Keypout* – область запрета трассировки и расположения компонентов.

Область ПП (*Board Shape*) как полигональный объект представляет собой

зону, предназначенную для расположения на ней посадочных мест электронных компонентов, проводников, полигональных объектов и других элементов топологии.

Регион (Region) является сплошной замкнутой фигурой, которая может располагаться на любом слое. В свою очередь, подразделяется на следующие типы, каждый из которых также имеет своё назначение:

- *Copper region (или Solid Region)* – сплошной регион;
- *Polygon cutout* – вырез полигона;
- *Board cutout* – вырез в ПП;
- *Cavity definition* – полость для расположения компонентов внутри ПП.

Полигон (Polygon) также является сплошной замкнутой фигурой, которая может располагаться на любом слое, но при этом ещё и «умеет» огибать в зависимости от условий те или иные элементы металлизации, а также имеет расширенный ряд свойств и возможностей.

Прямоугольная заливка (Fill) представляет собой примитив в виде простого прямоугольника.

Строго говоря, класс объектов, относящихся к зоне запрета (*Keypout*), помимо полигональных объектов, включает в себя и такие примитивы, как отрезок, дуга и окружность. Однако в рамках данной статьи будут описаны только полигональные объекты, представленные видами *Keypout-Fill* и *Keypout-Region*.

В полной мере свойства и возможности практически всех видов полигональных объектов будут рассмотрены позднее в соответствующих разделах данной серии статей. Единственный полигональный объект, который опущен в статье – *область ПП*. Данный объект в полной мере описан в [1]. Теперь рассмотрим общие приёмы работы.

ОБЩИЕ ПРИЁМЫ РАБОТЫ

В общем случае полигональные объекты ПП в среде AD являются фигурами произвольной формы. Эта форма определяется пользователем. Контур любого полигонального объекта состоит из сегментов. Сегменты могут быть как прямолинейными, так и дуговыми. Все сегменты соединяются в вершинах. Контур может состоять из любого количества сегментов и вершин, существует только два геометрических ограничения:

1. Контур полигонального элемента не должен быть самопересекающимся;
2. Контур полигонального элемента должен быть замкнут.

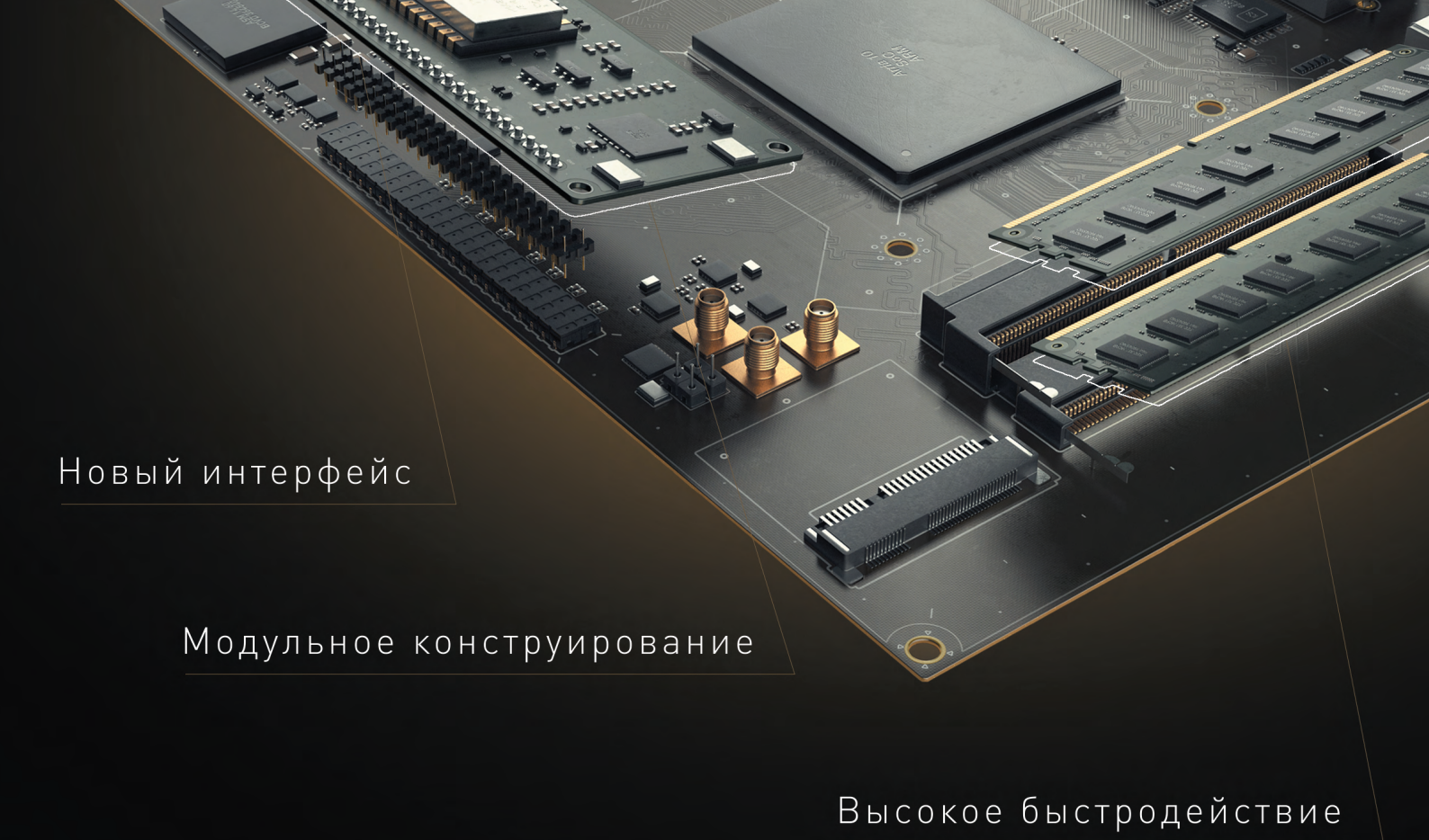
Формирование контура

Как уже говорилось выше, контур любого полигонального объекта состоит из различного вида сегментов, соединённых в вершинах. Как следствие, данный контур формируется последовательным указанием его вершин. В общем случае данное действие требует следующих шагов:

1. Запустить соответствующую команду (каждому виду полигонального объекта соответствует собственная команда) – среда AD перейдёт в режим формирования контура.
2. Первым щелчком левой клавиши мыши (ЛКМ) задать начальную точку контура. Сформировать контур последовательностью щелчков ЛКМ в его вершинах.
3. Щелчком правой клавиши мыши (ПКМ) или нажатием клавиши ESC выйти из режима формирования контура.

В процессе формирования контура каждый последующий щелчок ЛКМ, начиная со второго, формирует один отрезок, два отрезка или два отрезка с дугой сопряжения. Количество формируемых отрезков и угол между ними определяются одним из пяти режимов формирования угла (см. рис. 1):

- *45°* – формируются сразу два отрезка под углом 45°;
- *45° с дугой сопряжения* – формируются сразу два отрезка под углом 45° с дугой сопряжения между ними;



Новый интерфейс

Модульное конструирование

Высокое быстродействие

ALTIUM DESIGNER 18

ПЕРЕХОДИ НА НОВЫЙ УРОВЕНЬ ПРОЕКТИРОВАНИЯ УЖЕ СЕЙЧАС



ООО «АЙДИЭС» авторизованный партнер компании
Altium Limited на территории РФ.

Получить подробную информацию вы можете:

На сайте:

🌐 www.idstrade.com

Запрос по адресу:

✉ info@idstrade.com

По телефону:

☎ +7 /495/ 665-20-69

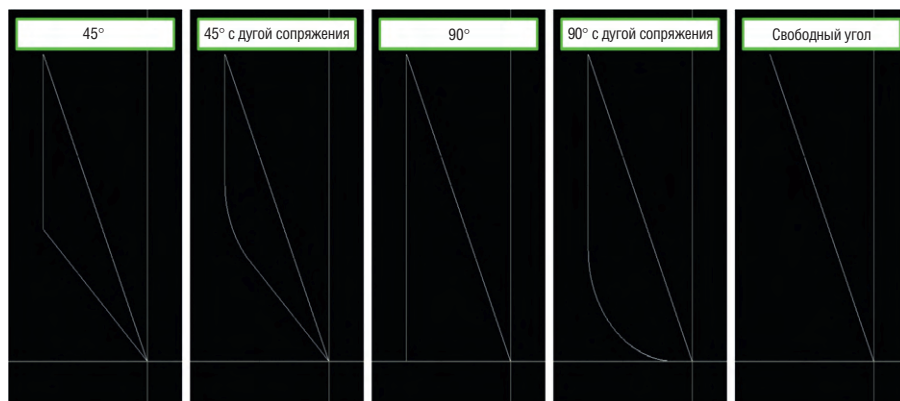


Рис. 1. Режимы формирования угла

- 90° – формируются сразу два отрезка под углом 90° ;
- 90° с дугой сопряжения – формируются сразу два отрезка под углом 90° с дугой сопряжения между ними;
- свободный угол – формируется один отрезок под любым углом.

Переключение между режимами производится последовательно сочетанием клавиш Shift + «Пробел». Чтобы поменять местами вертикальный отрезок с отрезком под углом или вертикальный отрезок с горизонтальным, нужно нажать клавишу «Пробел». Нажатие клавиши Backspace удаляет последний сегмент. Для изменения радиуса дуги предназначены сочетания клавиш Shift + «<» и Shift + «>» или клавиши «<» и «>». Во втором случае радиус дуги будет меняться с меньшим шагом.

Если при формировании сразу двух отрезков необходимо, чтобы после щелчка ЛКМ формировался только первый отрезок, но при этом можно было видеть, как «ляжет» следующий, нужно воспользоваться режимом *Look-Ahead*, который активируется клавишей «1». На

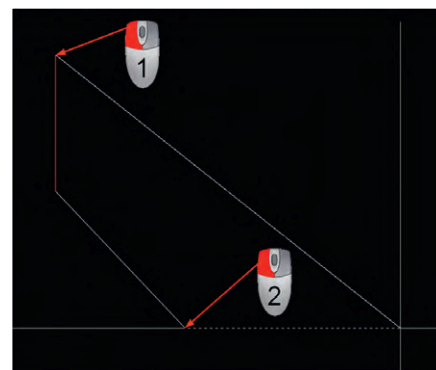
рисунке 2 продемонстрировано, как он работает:

- красной сплошной линией отображается сегмент контура, который сформировался после второго щелчка ЛКМ;
- серой сплошной линией отображается сегмент, который будет сформирован после третьего щелчка ЛКМ;
- серой штриховой линией отображается сегмент, который только предполагается, но не будет сформирован.

Редактирование контура

Практически не бывает случаев, чтобы единожды сформированный полигональный объект не требовал изменения своей формы в процессе проектирования. Исключение, вероятно, составляет только *прямоугольная заливка*, форма которой не подразумевает никаких изменений (хотя даже в этом случае зачастую бывает необходимо откорректировать размеры).

Редактирование контура полигонального объекта требует соответствующих



2. Пример формирования контура полигона с применением режима Look-Ahead

инструментов. Среда AD в полной мере обеспечивает пользователя такими инструментами. Их можно разделить на две основные категории: геометрическое изменение контура и табличное редактирование. В свою очередь, геометрическое изменение контура включает в себя следующие приёмы работы:

- редактирование контура с помощью маркеров и сегментов;
- частичное переопределение контура;
- объединение полигональных объектов;
- вычитание полигональных объектов.

Рассмотрим подробно каждый из указанных приёмов работы.

Редактирование контура с помощью маркеров и сегментов

В общем случае, чтобы отредактировать контур полигонального объекта с помощью маркера или сегмента, необходимо выполнить следующую последовательность действий:

1. В зависимости от вида полигонального объекта выполнить соответствующую команду или выделить полигональный объект щелчком ЛКМ – полигональный объект подсветится, а по периметру появятся маркеры вершин и центров.
2. Навести курсор на маркер или сегмент – курсор примет вид двунаправленной стрелки. Если курсор наведён на сегмент, то последний подсветится. Если курсор наведён на маркер, то последний также подсветится, а рядом с ним появится указатель, обозначающий режим редактирования.
3. Нажать ЛКМ.
4. Переместить маркер или сегмент.
5. Отпустить ЛКМ.

Если в процессе редактирования контура полигонального объекта был выбран сегмент, то его можно перенести на новую позицию. На рисунке 3 приведены примеры перемещения пря-

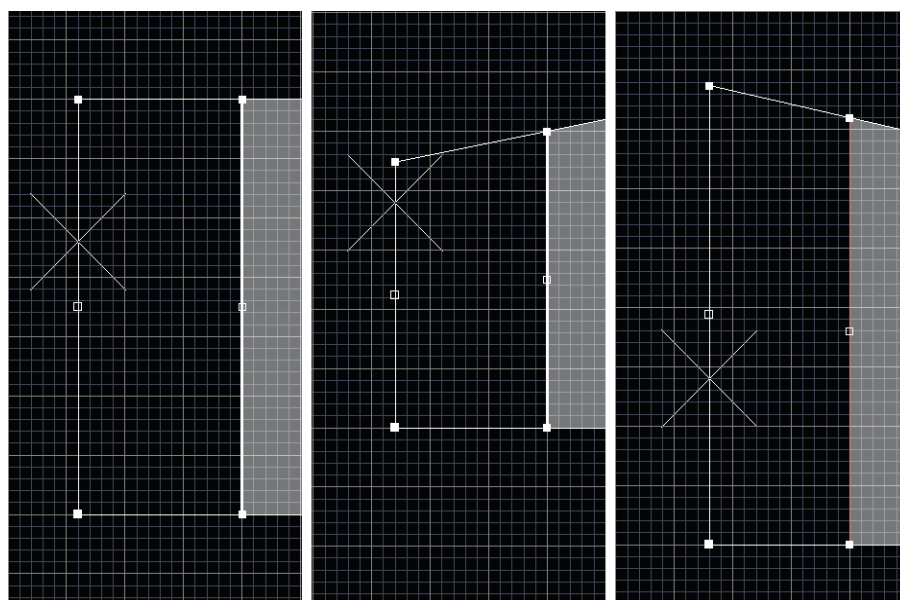


Рис. 3. Примеры перемещения отрезка

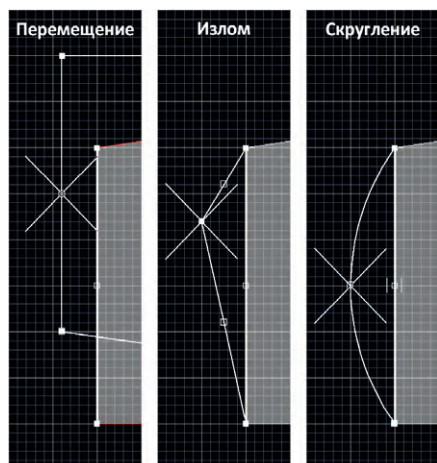


Рис. 4. Режимы редактирования сегментов полигона

молинейных сегментов. Обратите внимание, что при перемещении прямолинейного отрезка меняется его длина, если сопряжённые с ним сегменты не параллельны. Длины сопряжённых сегментов при этом также меняются, но углы, под которыми они расположены, остаются неизменными. Перемещение дуги аналогично перемещению отрезков, за исключением того, что если сопряжённые с ней сегменты не параллельны, то меняться будет её радиус.

Если в процессе редактирования контура полигонального объекта был выбран центральный маркер, то поведение соответствующего ему сегмента будет определяться одним из трёх режимов (см. рис. 4):

- свободное перемещение;
- излом;
- скругление.

В отличие от описанного выше перемещения, при *свободном перемещении* сегмента его длина не меняется, а у сопряжённых сегментов могут меняться и углы, и длины. Перемещение дугового сегмента идентично. При *изломе* образуются два новых сегмента, при этом прямолинейный сегмент преобразуется в два прямолинейных, а дуговой – в два дуговых. При *скруглении* прямолинейный сегмент преобразуется в дугу, а у дугового будет меняться его радиус. И в режиме *излома*, и в режиме *скругления* вершины, сопряжённые с изменяемым сегментом, остаются на месте, соответственно, в этих режимах сопряжённые сегменты не меняются. Переключение между режимами возможно только в момент переноса маркера и производится циклически сочетанием клавиш Shift + «Пробел».

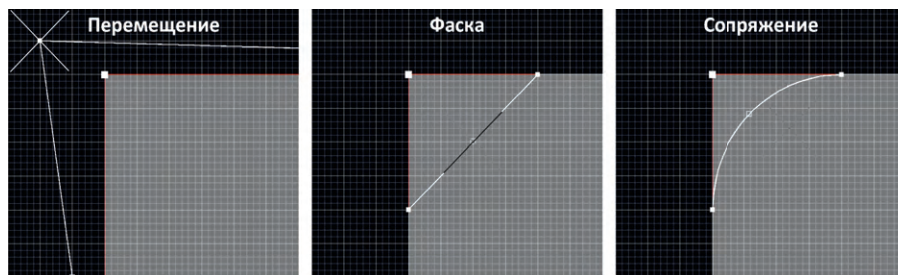


Рис. 5. Режимы редактирования углов полигонов

Если в процессе редактирования контура полигонального объекта был выбран маркер вершины, то поведение вершины также будет зависеть от одного из трёх режимов (см. рис. 5):

- перемещение вершины;
- фаска;
- сопряжение.

В режиме *перемещения* сегменты, которые сопряжены с перемещаемой вершиной, меняют как свою длину, так и угол, под которым они расположены. Это касается как прямолинейных сегментов, так и дуговых. В режиме *фаски* образуется новый отрезок, расположенный под равными углами по отношению к сопряжённым с ним. В режиме *сопряжения* образуется дуга, касательная к сопряжённым с ней сегментам. Переключение между режимами также возможно только в момент переноса маркера и производится циклически сочетанием клавиш Shift + «Пробел».

Помимо указанных выше приёмов редактирования, имеется также возможность ручного добавления или удаления маркеров вершин. Чтобы добавить новый маркер, необходимо выполнить следующие действия:

1. Навести курсор на сегмент – сегмент подсветится.
2. Зажать клавишу Ctrl – под курсором появится изображение нового маркера, которое будет «привязано» к курсору, но будет двигаться только вдоль сегмента.
3. Выбрав положение маркера, зажать ЛКМ, отпустить клавишу Ctrl и начать

двигать курсор, не отпуская ЛКМ. При этом сегмент разобьётся на два новых сегмента.

4. Выбрав позицию нового маркера, отпустить ЛКМ.

Чтобы удалить маркер, необходимо выполнить следующие действия:

1. Навести курсор на маркер – маркер подсветится.
2. Зажать на маркере ЛКМ.
3. Нажать клавишу Delete.
4. Отпустить ЛКМ.

При удалении маркеров вершин смежные сегменты, независимо от формы, преобразуются в один линейный сегмент [2, 3].

Направляющие

Помимо указанных выше инструментов редактирования, пользователю доступен один очень полезный инструмент индикации – направляющие. Они показывают положение перемещаемой вершины по отношению к другим элементам контура полигонального объекта. Направляющие представляют собой тонкие линии или дуги зелёного цвета, которые проявляются в следующих случаях:

- когда вершина оказывается на продолжении линейного или дугового сегмента;
- когда вершина оказывается на линии, проведённой под углом 90° или 45° из другой существующей вершины.

На рисунке 6 представлены примеры направляющих. Направляющие можно скрывать с помощью клавиши

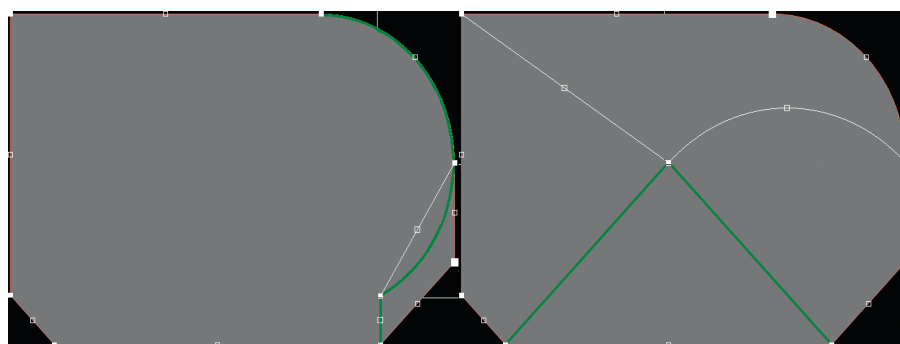


Рис. 6. Направляющие (зелёным цветом обозначены временные дуговые или линейные сегменты)

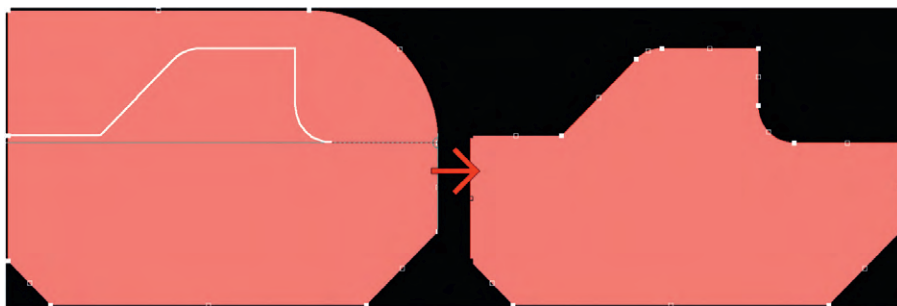


Рис. 7. Непосредственное изменение контура полигонального объекта

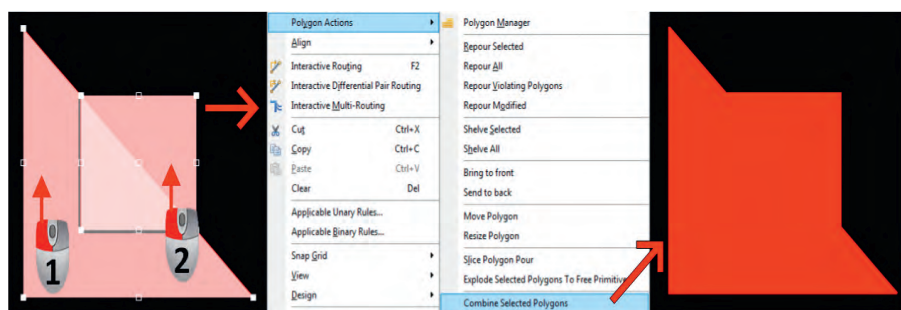


Рис. 8. Объединение полигональных объектов

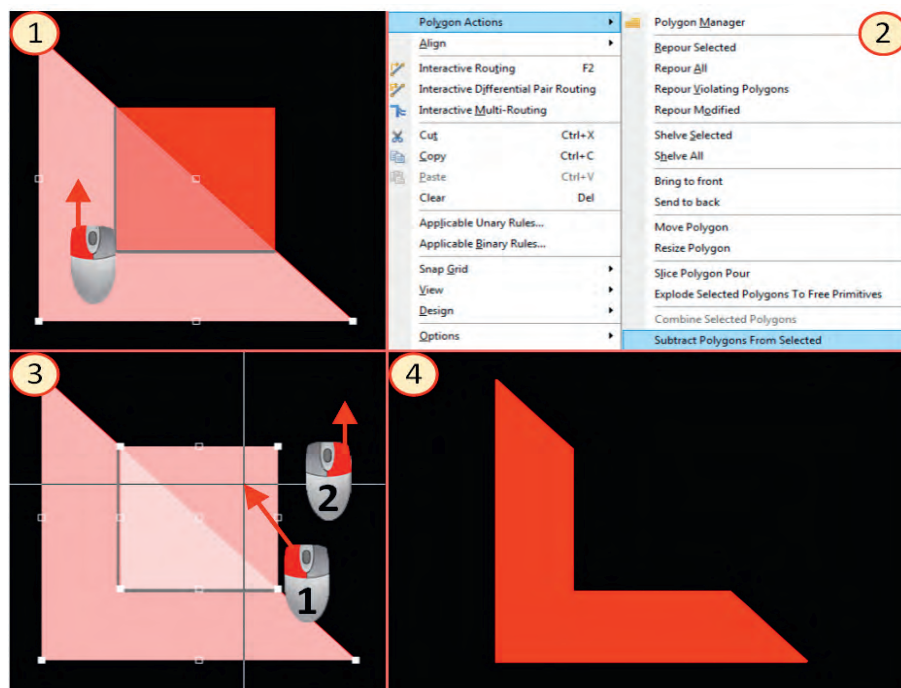


Рис. 9. Вычитание полигональных объектов

Shift: пока эта клавиша нажата, направляющие не будут отображаться [2, 3].

Частичное переопределение контура

В отличие от описанного ранее, данный способ редактирования контура полигонального объекта позволяет непосредственно «перерисовать» часть контура. Чтобы отредактировать контур данным способом, необходимо выполнить следующие действия (см. рис. 7):

1. Запустить соответствующую команду (каждому виду полигонального объ-

екта соответствует собственная команда) – среда AD перейдёт в режим редактирования контура.

2. Первым щелчком ЛКМ на контуре задать начальную вершину изменяемой части контура.
3. Последовательностью щелчков ЛКМ сформировать новую часть контура. Данный процесс полностью аналогичен описанному ранее процессу формирования контура нового полигонального объекта.
4. Последний щелчок ЛКМ выполнить также на контуре, в последней вер-

шине изменяемой части – контур полигонального объекта изменится, а среда AD автоматически выйдет из текущего режима.

В моменты выбора начальной и конечной точек при наведении курсора на контур полигонального объекта под курсором появится маркер, облегчающий выбор этих точек. Маркер представляет собой белый квадрат, «привязанный» к курсору идвигающийся только вдоль контура по координатной сетке.

В определённом смысле можно сказать, что частичное переопределение является частным случаем формирования контура полигонального объекта, поэтому в данном случае пользователю доступны все те же режимы построения угла (см. рис. 1), что и при формировании контура [2, 3].

Объединение полигональных объектов

Иногда возникают случаи, когда проще не отредактировать контур, а объединить два полигональных объекта в один. Среда AD также содержит соответствующий инструмент. Для такого объединения необходимо выполнить следующие действия (см. рис. 8):

1. Выделить все полигональные объекты, которые должны быть объединены.
2. Щёлкнуть ПКМ в любой точке любого из объединяемых полигональных объектов и из выпадающего меню запустить команду Polygon Actions → Combine Selected Polygons – все выбранные полигоны объединятся в один.

Объединять в один можно одновременно два и более полигональных объекта. Все объединяемые полигональные объекты должны находиться на одном слое и пересекаться. Если какой-то из объединяемых полигональных объектов не имеет пересечений с другими, необходимо либо отредактировать его контур, либо передвинуть его таким образом, чтобы пересечения появились. Если какие-либо свойства объединяемых полигональных объектов различаются, то новый объединённый полигональный объект наследует свойства того, который был выделен для объединения первым [2, 3].

Вычитание полигональных объектов

Наравне с объединением полигональных объектов пользовате-

лям также доступна обратная операция – вычитание. Для этого необходимо выполнить следующие действия (см. рис. 9):

1. Щелчком ЛКМ выделить уменьшаемый полигональный объект.
2. Щёлкнуть ПКМ в любой точке выделенного полигонального объекта и из выпадающего меню запустить команду Polygon Actions → Subtract Polygons From Selected.
3. Щелчком ЛКМ выделить вычитаемый полигональный объект. Если таковых несколько, то последовательно выделить их все.
4. Щёлкнуть в любом месте ПКМ – вычитаемые полигональные объекты будут удалены, а уменьшаемый изменит свой контур.

Все полигональные объекты, участвующие в операции вычитания, должны находиться на одном слое. Операция вычитания может быть применена одновременно только к одному уменьшаемому полигональному объекту. Все вычитаемые полигональные объекты должны иметь пересечения с уменьшаемым. Если какой-то из вычитаемых полигональных объектов не имеет пересечений с уменьшаемым, необходимо либо отредактировать контур одного из них, либо передвинуть один из них таким образом, чтобы пересечения появились [2, 4].

Табличное редактирование контура

Помимо перечисленных выше инструментов, пользователям AD также доступен табличный способ редактирования полигональных объектов. Для данного действия предназначена таблица вершин Outline Vertices, которую можно найти в окнах свойств соответствующего полигонального объекта на одноимённой вкладке. С помощью данной таблицы можно вручную менять координаты вершин, удалять или добавлять новые вершины, менять прямолинейный сегмент на дуговой и наоборот, менять центральный угол дугового сегмента и т.д.

Каждая строка данной таблицы описывает одну из вершин полигонального объекта. В графе Index отображаются порядковые номера вершин. Графы X и Y отображают координаты вершин по осям X и Y соответственно. В графе Arc Angle выводится значение центрального угла дугового сегмента. Для прямолинейного сегмента ячейка в графе Arc Angle остаётся пустой.

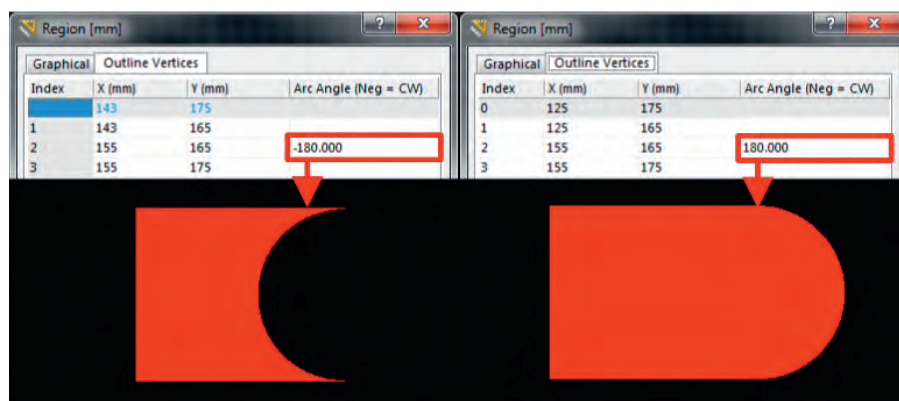


Рис. 10. Формирование дугового сегмента в зависимости от знака его значения

И прямолинейные, и дуговые сегменты строятся последовательно, от вершины с меньшим порядковым номером к вершине с большим. Если значение центрального угла дугового сегмента положительно, то он строится против часовой стрелки, если отрицательно – по часовой (см. рис. 10).

Чтобы отредактировать значение в ячейке, достаточно щёлкнуть по ней ЛКМ и ввести новое или отредактировать существующее. Отредактировать можно значение любой ячейки, кроме ячеек графы Index.

По щелчку ПКМ на любой ячейке открывается выпадающее меню, которое содержит все необходимые команды для работы с таблицей вершин:

- Edit – редактировать значения текущей ячейки (идентично ранее описанной процедуре);
- Add – добавить новую вершину (строка новой вершины добавляется ниже текущей);
- Remove – удалить текущую вершину;
- Copy – скопировать значения выделенных ячеек в буфер обмена;
- Paste – вставить из буфера;
- Export To CSV – экспортировать таблицу в файл формата *.CSV;
- Import From CSV – импортировать таблицу из файла формата *.CSV;
- Select All – выделить всю таблицу;
- Select Column – выделить весь столбец;
- Move Up – сдвинуть текущую строку вверх;
- Move Down – сдвинуть текущую строку вниз;
- Move By XY – сдвинуть весь полигон на заданное значение.

После выполнения команды Move By XY откроется окно Move By. В данном окне необходимо ввести значения сдвига по осям X и Y. После закрытия данного окна введённые значения сум-

мируются с соответствующими значениями в таблице.

Под таблицей расположены кнопки Menu, Add... и Remove... Кнопка Menu открывает меню, идентичное вышеописанному выпадающему меню. Кнопка Add... добавляет новую вершину, а кнопка Remove... – удаляет существующую [4].

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В данной части статьи были рассмотрены общие приёмы работы с полигональными объектами. Далее будет показано, что эти приёмы работы применимы в подавляющем большинстве случаев.

Каждый полигональный объект предназначен для выполнения определённой задачи и, соответственно, имеет собственный набор свойств и возможностей. В следующих частях статьи будет подробно рассмотрен каждый вид полигонального объекта: регион, полигон, прямоугольная заливка и полигональные объекты зон запрета. Кроме того, когда речь пойдёт о полигонах, будет представлен ряд правил, без которых невозможно сформировать правильную заливку, а также такой полезный инструмент, как менеджер полигонов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Якубенко А. Работа с контуром печатной платы // Современная электроника. 2017. № 7.
2. Altium. Documentation. Editing Polygonal Shaped Objects: [http://www.altium.com/documentation/17.1/display/ADES/\(\(Editing+Polygonal+Shaped+Objects\)\)_AD](http://www.altium.com/documentation/17.1/display/ADES/((Editing+Polygonal+Shaped+Objects))_AD)
3. Altium Wiki. Российская документация. Редактирование полигонов: <http://wiki.altium.com/pages/viewpage.action?pageId=52858359>
4. Altium. Documentation. Outline Vertices Editor for Polygonal Pours and Regions: <http://techdocs.altium.com/display/ADOH/Outline+Vertices+Editor+for+Polygonal+Pours+and+Regions>



Микроэлектроника меняет мир

Пленарное заседание III Международного форума

«Микроэлектроника-2017» прошло под девизом «Микроэлектроника меняет мир», именно эта фраза звучала в каждом докладе.

В 2060 г. исчезнут все рабочие специальности!

С приветственным словом к участникам Форума обратился Почётный президент конференции «Микроэлектроника – ЭКБ и электронные модули», руководитель Межведомственного совета главных конструкторов по электронной компонентной базе РФ, академик РАН, доктор технических наук, профессор Геннадий Яковлевич Красников: «Наша конференция набирает популярность, становится важным событием в электронной жизни России. Надеюсь, что после конференции мы подведём итоги, учтём все пожелания и предложения, высказанные и на пленарном заседании, и в работе секций. Есть договоренности с Минпромторгом, с рядом фондов и инвестиционных организаций. Все предложения не останутся без внимания, будут прорабатываться». Начав свой доклад с истории возникновения микроэлектроники, Г.Я. Красников в своём выступлении подробно остановился на дальнейшем развитии отрасли.

Микроэлектроника развивается быстрее других отраслей. С каждым сле-

дующим поколением технологический рост производительности чипов определяется новыми материалами, а не только масштабированием. На начальных этапах развития микроэлектроники переход на новый уровень был возможен с помощью простого масштабирования, по мере уменьшения норм до 1 мкм и менее такие переходы стали требовать сложных решений: коренных изменений процесса и оборудования фотолитографии, новых материалов, структур и т.п. Мировой технологический уровень: «28 нм» – 2012 г.; «14 нм» – 2014 г.; «10 нм» – 2016 г. Основные производители: STMicroelectronics, Global Foundries, IBM.

«Ни одна отрасль не изменила мир так значительно, как микроэлектроника, благодаря её развитию возникли технологии, давшие жизнь роботам, искусственному интеллекту и Интернету вещей. Микроэлектроника продолжает динамичное развитие. Правило Мура уже работает более 50 лет и будет работать ещё минимум 30 лет, – резюмировал своё выступление Геннадий Яковлевич. – В 2024 г. машина сделает перевод лучше любого переводчика, в 2027 г. исчезнет профессия водителя грузового автомобиля, к 2030 г. начнётся массовое производство персональных роботов, к 2035 г. на дорогах будут только беспилотные автомобили, к 2050 г. хирургическую операцию будут проводить роботы, а в 2060 г. исчезнут все рабочие специальности».

На смену технологии FinFET идёт FD-SOI

Затем на трибуну поднялся первый заместитель генерального директора АО «НИИМЭ», доктор технических наук, профессор кафедры интегральной электроники и микросистем НИУ МИЭТ Николай Алексеевич Шелепин.

Он выступил с пленарным докладом «Особенности элементной базы СБИС на основе КМОП КНИ технологии с полным обеднением». В частности, он отметил, что уровень 28 нм – последний

для «обычных» планарных транзисторов. Переход к уровням 22–14 нм уже не может быть реализован на «обычных» планарных МОП-транзисторах. В связи с этим мировые лидеры (Intel, TSMC, Samsung) пошли по пути непланарных транзисторов. Речь идёт о разновидности технологии так называемых трёхзатворных (Tri Gate) транзисторов – FinFET.

Стоимость новых технологий становится неподъёмной. Что делать мировым лидерам «2-го уровня»? В Европе создана программа по развитию технологии FD-SOI (Fully Depleted Silicon On Insulator – полностью обеднённый кремний-на-изоляторе (ПО КНИ)). Лидер – STMicroelectronics. В проекте участвует 7 стран, 19 компаний и институтов. Всего занято около 500 инженеров. В целом, кроме STM, активно развивают эту технологию IBM, GlobalFoundries, поставщики услуг по разработке, например, VeriSilicon (Шанхай) и некоторые японские компании. Анонсированные характеристики технологии FD-SOI обещают получение лучшего соотношения между потребляемой мощностью и производительностью цифровых СБИС по сравнению с технологией FinFET для многих областей применения. Ожидается интересное противостояние технологий в условиях существенно больших затрат на становление FinFET-технологии.

Потребление FD-SOI почти на 30% ниже, чем у 28-нм и 20-нм КМОП. Стоимость FD-SOI ниже на 5% по сравнению с КМОП 28 нм и на 25% – по сравнению с КМОП 20 нм, хотя технологические процессы похожи. Кстати, при переходе на FD-SOI могут частично использоваться IP для КМОП. GlobalFoundries освоила техпроцесс 22 нм FD-SOI и в 2016 году официально анонсировала развёртывание 12-нм технологии FD-SOI, которая пришла на смену 22-нм FD-SOI. А за этим последовало официальное сообщение компании AMD об использовании этого техпроцесса в будущих фирменных продуктах. Правда, выпуск первых массовых образцов ожидается лишь в 2019 году. По оценке GlobalFoundries, 12FDX обеспечит такую же производительность, как 10-нанометровая технология FinFET, но с меньшим энергопотреблением.



Красников Геннадий Яковлевич

Превосходство над современной технологией FinFET по производительности составляет 15%, выигрыш в энергопотреблении – 50%.

Увеличили производительность русского процессора в 50 раз!

Директор ФГУ ФНЦ НИИСИ РАН, доктор технических наук, профессор Сергей Геннадьевич Бобков представил доклад на тему «Опыт разработки и производства микросхем промышленного назначения».

Выступающий рассказал, что ФГУ ФНЦ НИИСИ РАН разработало свыше 20 различных микропроцессоров с архитектурой КОМДИВ32 и КОМДИВ64 (Мипс-подобная).

Первый в России 32-разрядный RISC-процессор со встроенным сопроцессором плавающей арифметики разработан в 1998 г. (1890BM1T).

Первый в России 64-разрядный суперскалярный RISC-процессор создан в 2008 г. (1890BM5Ф).

С 2012 г. начат серийный выпуск комплекта микросхем с коммуникационной средой RapidIO с нормами 180 нм. С 2016 г. начат серийный выпуск систем на кристалле 1890BM8Я (универсальный процессор) и 1890BM9Я (DSP-процессор) с технологическими нормами 65 нм. Налажено производство микропроцессоров (систем на кристалле) космического применения с нормами КНИ 0,5...0,25 мкм.



Бобков Сергей Геннадьевич

Докладчик подробно остановился на технических характеристиках, в частности, обратил внимание, что за 15 лет произошёл существенный рост производительности микропроцессоров КОМДИВ: уменьшение проектных норм в 8 раз, увеличение тактовой частоты в 20 раз и увеличение производительности в 50 раз!

Директор ФГУ ФНЦ НИИСИ РАН поделился планами выпуска ключевых продуктов: «В 2016 г. был разработан микропроцессор (СНК) 1890BM8Я, КОМДИВ, 16 Гфлопс, 2D-графика, 0,8–1 ГГц. В 2017 г. в производство запускаются плата VPX с 2 процессорами 1890BM8Я/ВМ9Я, крейт с 16 платами до 2 Тфлопс и маршрутизатор на основе 1890BM108. В 2018 г. будут разработаны СНК и 2 SMP-ядра КОМДИВ. На 2019 г. закладываются проектирование серверного оборудования, а в 2020 г. – СНК: 8–16 ядер КОМДИВ, 3D-корпус, 0,4 Тфлопс (двойная точность)».

Особое внимание в своём докладе С.Г. Бобков уделил основным проблемам при производстве микросхем и компьютеров:

- Периодическое изменение технологических процессов западных производителей микросхем приводит к снижению частоты в пределах 10%: партия чипов, заказанная через несколько лет после сдачи ОКР, может отличаться от первоначальной.
- Периодически западные технологические процессы закрываются и вводятся новые близкие процессы, что приводит к необходимости перепроектировать микросхемы.
- Процессы слияния и поглощения приводят к необходимости искать другую компанию с близкими технологическими процессами.
- Регулярно используемые пластиковые корпуса микросхем снимаются с производства. Приходится создавать требуемые корпуса в других компаниях, что приводит к дополнительным затратам.
- Коммерческие САПР не позволяют производить моделирование проектов при некоторых экстремальных условиях эксплуатации.
- В случае заказа производства на зарубежных фабриках необходимо раскрывать конечных пользователей микросхем, что не всегда удобно с коммерческой точки зрения.
- В России отсутствует производство динамической и Flash-памяти, западные микросхемы регулярно снима-



Шелепин Николай Алексеевич

ются с производства, что приводит к необходимости модернизации модулей.

- Отсутствие массового спроса на микросхемы на российском рынке приводит к высокой стоимости микросхем, и не позволяет в должной мере развиваться компаниям. Выход со своими чипами за рубеж сопряжён с огромными рисками, проблемами.
- В России отсутствует достаточное число разработчиков, для развития института приходится вести собственную подготовку студентов.

Подытоживая своё выступление, С.Г. Бобков утверждает, что «...технические характеристики микропроцессоров КОМДИВ, коммуникационных СБИС и графических контроллеров позволяют отказаться от использования зарубежных микросхем для ряда промышленных применений. В то же время без создания собственных средств проектирования и производства микросхем невозможно создание микросхем с предельными параметрами функционирования. Необходимо полное владение проектами, использование западных IP-блоков может привести к невозможности поддержки выпуска микросхем на протяжении длительного времени. Для обеспечения развития компании необходима организация подготовки специалистов. Необходима государственная поддержка отрасли, например, гарантированный заказ микросхем и компьютеров. Предлагается специализация компаний по проектированию разных IP-блоков с после-



Никифоров Александр Юрьевич

дующей их кооперацией с целью недопущения покупки западных IP-блоков».

Изделие, прошедшее радиационные испытания, существует!

С интересным докладом «Требования радиационной стойкости – экология для гурманов или гарантия наличия и технического уровня разработки для всех категорий потребителей электронной компонентной базы» выступил председатель совета директоров АО «ЭНПО СПЭЛС», доктор технических наук, профессор, лауреат премии правительства Российской Федерации в области науки и техники Александр Юрьевич Никифоров.

Радиационная стойкость (РС) – это свойство изделия сохранять работоспособность в процессе и после воздействия радиационных факторов с нормированными характеристиками.

А.Ю. Никифоров заявил, что есть теорема существования: «Изделие, прошедшее радиационные испытания, существует». Результат радиационных испытаний – универсальный идентификатор изделия, любое изменение влияет на радиационную стойкость.

Выступающий подробно остановился в своём докладе на 4 категориях радиационной стойкости изделий: гражданские, оборонного значения, бортовые и максимальный повышенный уровень радиационной стойкости.

Основные выводы:

1. Требования радиационной стойкости – это прежде всего гарантия на-

личия и технического уровня результата разработки ЭКБ для всех категорий потребителей.

2. Тест на радиационную стойкость обладает максимальной информативностью и диагностической способностью, так как обеспечивает независимый от разработчика контроль работоспособности изделия в наиболее жёстких режимах и условиях эксплуатации, при которых происходит провоцирование всех функциональных и паразитных связей в изделии и выявление «узких» мест конструкции и дизайн-проекта.
3. Требования по радиационной стойкости должны задаваться в унифицированном виде.
4. Оценка радиационной стойкости для гражданских изделий позволяет характеризовать их в системе координат ЭКБ оборонного назначения, оценить возможность расширения их области применения в том числе при разработке оборонной техники в рамках импортозамещения.

Аппаратные закладки – основной компонент информационного воздействия!

Оживлённую дискуссию вызвал доклад «Космическая микроэлектроника: состояние, проблемы и тенденции развития», сделанный заместителем директора по науке и перспективному маркетингу ОАО «Интеграл», членом-корреспондентом НАН Беларуси, доктором технических наук, профессором Анатолием Ивановичем Белоусом.

Развитие космической техники ставит перед разработчиками аппаратуры жёсткие требования – улучшение надёжности габаритно-массовых характеристик, увеличение функциональных возможностей аппаратуры и повышение сроков её активного существования. Для решения этих задач требуются развитие научно-технического базиса, создание новых технологий, материалов и технических решений как на уровне электронных блоков, так и на уровне компонентов. Негативная тенденция – рост доли отказов, обусловленных проблемами с бортовой электроникой.

Специфические факторы, оказывающие воздействие на космические аппараты:

- воздействие космической радиации на космические аппараты (КА);

- наведённые электромагнитные импульсы;
- микрометеоритное воздействие на КА;
- проблема «космического мусора» на орбите Земли.

А.И. Белоус подчеркнул, что существуют опасности и проблемы в источниках поставок ЭКБ для космических аппаратов.

Так, согласно правилам ИТАР, экспорт ЭКБ категорий military (для использования в военных системах) и space (радиационно-стойкие комплектующие) возможен только с разрешения Госдепартамента США. Предоставление информации о сфере применения в конечном изделии (сертификат конечного потребителя) – обязательное условие подачи заявки на разрешение. Возможна поставка изделия с вредоносными блоками и программами (закладками). В отношении Российской Федерации, Республики Беларусь, Китайской Народной Республики по умолчанию применяется презумпция отказа. В поставке ЭКБ категорий military и space (радиационно-стойкие комплектующие) может быть отказано без объяснения причин.

Проблемы использования ЭКБ категории INDUSTRIAL:

- достоверные данные о надёжности для ЭКБ индустриального уровня качества отсутствуют. Статистические показатели качества и надёжности имеют большие разбросы. Часто отсутствует конкретная информация по количественным показателям надёж-



Белоус Анатолий Иванович

ности, отсутствует жёсткий контроль сборки и качества партии, характерный для военной приёмки;

- для индустриальной ЭКБ используются негерметичные корпуса (во внимание должен быть принят эффект газовой выделенности);
- для ЭКБ индустриального уровня качества покупателю самому необходимо проводить радиационные испытания. Поскольку партия может быть неоднородна и состоять из нескольких частей, результаты испытаний, полученные для выборки, могут не отражать действительные характеристики всех приборов аттестуемой партии;
- короткий жизненный цикл – срок до снятия с производства ЭКБ индустриального уровня качества может составлять всего 6 месяцев.

Большую часть пленарного доклада выступающий посвятил новым угрозам – аппаратным закладкам в ЭКБ.

Аппаратная закладка (hardware Trojan, hardware backdoor) – вредоносная модификация схемы. Результатом работы аппаратной закладки может быть как полное выведение системы из строя, так и нарушение её нормального функционирования, например, несанкционированный доступ к информации, её изменение или блокирование.

Аппаратные трояны. Троян встроен в микросхему. После внедрения режим работы трояна изменить нельзя, аппаратный троян сложно выявить – микросхема очень похожа на «чёрный ящик».

Программные трояны являются частью кода в программе. Поведение трояна можно менять, он может быть внедрён через компьютерную сеть.



Однажды обнаруженный вирус может быть удалён, внесён в базу данных, чтобы облегчить процесс его выявления в будущем.

Сегодня аппаратные закладки – основной компонент информационного оружия. Информационно-техническое оружие – совокупность специально организованной информации, информационных технологий, способов и средств, позволяющих:

- целенаправленно изменять (уничтожать, искажать), копировать, блокировать информацию;
- преодолевать системы защиты, ограничивать допуск законных пользователей, осуществлять дезинформацию;
- нарушать функционирование систем обработки информации, дезорганизовывать работу технических средств, компьютерных систем и

информационно-вычислительных сетей, а также другой инфраструктуры высокотехнологического обеспечения жизни общества и функционирования системы управления государством.

Информационно-техническое оружие включает технические и программные средства, обеспечивающие несанкционированный доступ к базам данных, нарушение штатного режима функционирования аппаратно-программных средств, а также вывод из строя ключевых элементов информационной инфраструктуры отдельного государства или группы государств.

Схемные трояны используют схемы запуска для того, чтобы активировать самих себя и свою полезную нагрузку. Обычно запускающими механизмами являются редкие события, например, конкретные паттерны данных или свойств окружающей среды. Активный троян легче обнаружить, чем неактивный. Используемые модули активации следующие: тепловой запуск (на основе температурно-зависимых характеристик MOSFET), синхронный счётчик, асинхронный счётчик, гибридный счётчик, ошибка чётности модифицированного UART, счётчик символов, конечный автомат символов и ADC-запуск.

Вредоносная полезная нагрузка модифицирует/разрушает изначальные функции аппаратуры и нацелена на препятствование или разрушение нормальной работы. Используемые модули включают в себя: модифицированный конечный автомат, UART с модифицированным сбросом, UART





модифицированные посылаемые данные, модификацию распределения частот, модифицированный опережающий сумматор, модифицированный сигнал разрешения доступа к памяти и модифицированное содержимое памяти.

Конфиденциальные данные, например, криптографические ключи, незаметно похищаются по скрытым каналам, т.е. путями, которые для этого не предназначены. Третьи стороны, которым известны характеристики каналов, в состоянии извлечь и расшифровать украденную информацию. Использованными модулями являются: АМ-радиопередатчик, состояние ожидания модифицированного UART, декодирование символов модифицированного UART, побочные каналы СИД-передачи данных и мощности потребления.

Главным условием для их возникновения является использование сторонних (импортных) комплектующих и аутсорсинг при разработке и изготовлении ЭКБ.

Аппаратные закладки могут быть в составе IP-блоков, используемых при проектировании ЭКБ. Аппаратные закладки могут быть поставщиком фаундри-услуг на этапе изготовления. Таким образом, в группе риска находится не только импортная ЭКБ но и отечественная, спроектированная с использованием зарубежных IP-блоков, либо изготовленная по фаундри.

Для того чтобы выявить внедрённые аппаратные закладки на готовом изделии потребуется восстановить с кристалла топологию и электрическую схему, полностью расшифровать функции и алгоритмы работы каждого блока и узла, выявить непредусмотренные

блоки и узлы, незадокументированные режимы и операции.

Основные выводы, сделанные в докладе:

- источники поставок ЭКБ для космических и специальных применений должны быть пересмотрены – основным источником поставки должна стать продукция российской и белорусской микроэлектронной промышленности, осуществляемая под контролем соответствующих представительств заказчика;
- разработчикам бортовой аппаратуры КА необходимо более активно использовать отечественные корпуса с элементами защиты от радиационных и электромагнитных воздействий;
- в области корпусирования микроэлектронных устройств космического и специального назначения наиболее актуальными на текущий момент являются проблемы обеспечения так называемых бесконтактных методов

передачи информации между слоями 3D-структур на основе индукционных и оптических методов, а также проблемы теплоотвода;

- в связи с появлением новых угроз кибербезопасности – встроенных в микросхемы аппаратных троянов (закладок) – необходимо на правительственном уровне в срочном порядке разработать и реализовать комплекс нормативных, технических и организационных мероприятий по противодействию этим угрозам, включая мероприятия по перепроверке уже полученных от зарубежных фаундри микросхем на предмет выявления подобных дефектов.

Форум «Микроэлектроника-2017» организован ведущими институтами и дизайн-центрами страны: АО «НИИМА «Прогресс», АО НИИМЭ, НИУ МИЭТ. Официальную поддержку III Международному форуму «Микроэлектроника-2017» оказывают: департамент радиоэлектронной промышленности Министерства промышленности и торговли Российской Федерации, госкорпорация «Ростех», холдинговая компания «Росэлектроника», кластер передовых производственных технологий, ядерных и космических технологий «Сколково», Союз машиностроителей России и федеральная программа «Работай в России!».



Фотографии с III Международного форума «Микроэлектроника-2017» смотрите на сайте www.soel.ru в разделе «Фотоотчёты».



Е•Х•Р•О ELECTRONICA

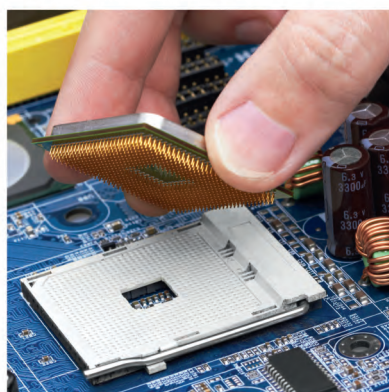
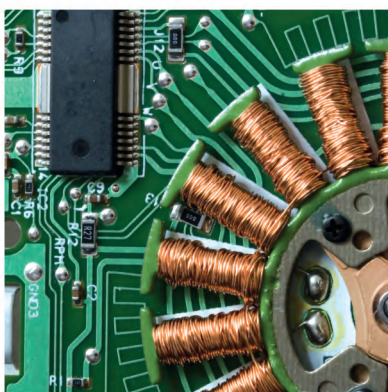
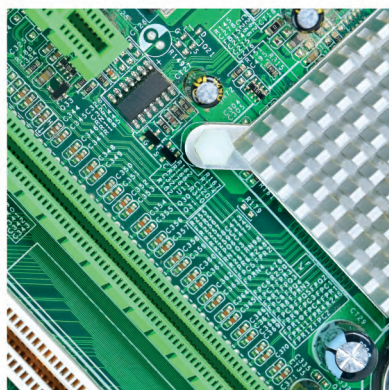


UFI
Approved
Event

**17-19
апреля
2018**

Москва,
Крокус Экспо

Самая крупная в России
выставка электронных
компонентов, модулей
и комплектующих



12+



Организатор
Группа компаний ITE
+7 (812) 380 6003/07/00
electron@primexpo.ru

Реклама



Подробнее о выставке
expoelectronica.ru

Совместно с выставкой

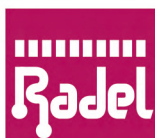


СТАТЬЯ	№ журнала
ПЕРСОНА НОМЕРА	
NXP: безопасные коммуникации в мире современных технологий	2
ДОЛОМАНТ – технологичность, ответственность, профессионализм	4
HARTING @ Hannover Messe: прочная связь на протяжении 70 лет	4
Производство печатных плат: в фокусе – качество	7
Grayhill – опытный разработчик и производитель устройств HMI для промышленных применений <i>Ольга Романовская</i>	8
Кооперация, гибкость, убедительность: как ДОЛОМАНТ строит отношения с заказчиками	9
РЫНОК	
Новости российского рынка	1–9
Росэлектроника сосредотачивает все предприятия в мощные кластеры и выходит на гражданские рынки	1
Критически важные процессы: собственные производственные мощности ДОЛОМАНТ и кооперация	6
Рынок микроэлектроники: точки роста есть, однако значительного сдвига в развитии технологий отечественной электроники ждать не стоит	7
Государство ждёт оппонента: эксперты обсудили, как сделать отечественную электронику доходной	8
РОБОТОТЕХНИКА	
Времяпролётные сенсоры для роботов и не только <i>Андрей Антонов</i>	2
СОВРЕМЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ	
Безопасность в сетях IoT: Wi-Fi – это дешево или сердито? <i>Илья Чепурин</i>	1
Инновационная гостиница: экономически выгодное решение <i>Лев Толстиков</i>	1
Новая система единовременного получения изображения в цветном и ближнем ИК-диапазоне <i>Масатоши Окутоми, Эмико Кавагучи</i>	1
Влияние электронного облучения на характеристики плёнок нитрида кремния <i>Анна Дедкова, Николай Дюжев, Валерий Киреев, Дмитрий Новиков, Николай Патюков</i>	2
Терагерцовая тепловольтаика на основе монокристаллов LPE i-GaAs (SiO) <i>Виктор Войтович, Александр Гордеев, Анатолий Звонарёв</i>	3, 4
Кремниевая и арсенид-галлий-алюминиевая технология: мировые тенденции в области кремниево-фотонной технологии. Часть 1 <i>Валерий Сведе-Швец, Владислав Сведе-Швец, Максим Зиновьев</i>	3
Технология изготовления корундовых подложек BK-100 методом плёночного литья <i>Светлана Кумачёва, Юрий Непочатов, Анастасия Денисова</i>	3
Кремниевая и арсенид-галлий-алюминиевая технология: концепция построения 3D М ФЭФ М и изделий на их основе. Часть 2 <i>Валерий Сведе-Швец, Владислав Сведе-Швец, Максим Зиновьев</i>	4
Кремниевая и арсенид-галлий-алюминиевая технология: создание М ЭФ СБИС VCSEL и М ФЭ СБИС Si. Часть 3 <i>Валерий Сведе-Швец, Владислав Сведе-Швец, Максим Зиновьев</i>	5
Военный подход к подтверждению надёжности приборов волоконно-оптической гироскопии <i>Дмитрий Гаманюк, Николай Гаманюк</i>	5
Кремниевая и арсенид-галлий-алюминиевая технология: базовый ряд 3D М ЭФ СБИС VCSEL и функциональных 3D М ФЭ СБИС для 3D М ФЭФ М. Часть 4 <i>Валерий Сведе-Швец, Владислав Сведе-Швец, Максим Зиновьев</i>	6
Радиолокационные обнаружители движущихся целей нового поколения <i>Владимир Бартенев</i>	6
Теплоотводы на основе нитрида алюминия с алмазным покрытием <i>Юрий Непочатов, Дмитрий Городецкий, Артём Абрамян, Илья Самусов, Александр Окотруб</i>	6
Обзор и отраслевые проблемы беспроводного Интернета вещей <i>Кайлаш Нараянан</i>	6
Как оцифровать производство: сравнение ПЛК, Raspberry Pi и MICA	7
Получение топологии на подложках из керамики с использованием лазера <i>Юрий Непочатов, Дмитрий Вайман, Ирина Князева, Светлана Кумачёва, Анастасия Денисова, Иван Красный</i>	8
Кремниевая и арсенид-галлий-алюминиевая технология: матрица процессоров с потоковой обработкой функции расщеплённого алгоритма БПФ. Часть 5 <i>Валерий Сведе-Швец, Владислав Сведе-Швец, Максим Зиновьев</i>	8
SpaceWire: взгляд со стороны <i>Валерий Журавлёв, Александр Немытов, Юрий Осипов, Андрей Першин</i>	8, 9
Комплексное проектирование РЭА с использованием отечественной 3D-технологии <i>Лев Теверовский</i>	9
Передовые технологии для подключённого и автономного вождения <i>Джакомо Тувери</i>	9

СТАТЬЯ	№ журнала
ИНСТРУМЕНТЫ И ОБОРУДОВАНИЕ	
Беззхвые экранированные камеры: физические принципы и классификация <i>Илья Романов, Сергей Лютаев</i>	2
Термобарокамера для проверки радиоэлектронных компонентов и модулей для космоса <i>Михаил Никитин</i>	4
Проблемы использования импортной ЭКБ <i>Александр Лановой</i>	4
Тенденции развития рынка аддитивных технологий в России: настольные 3D-принтеры <i>Ирина Арапова, Полина Кучерова</i>	6
Новое поколение российских систем для тестирования аэрокосмической техники <i>Сергей Зайченко</i>	6
О принципах выбора щитового климатического оборудования <i>Константин Трутко</i>	6
В поисках методов влагозащиты печатного монтажа <i>Елизавета Московкина</i>	8
ЭЛЕМЕНТЫ И КОМПОНЕНТЫ	
Современные 32-разрядные ARM-микроконтроллеры серии STM32: ШИМ <i>Олег Вальпа</i>	1
Веха в развитии промышленного Ethernet: новый интерфейс для скоростной передачи данных <i>Ольга Романовская</i>	1
Путеводитель по современным АЦП компании Analog Devices <i>Юрий Петропавловский</i>	2, 3
Российские разъёмы в фарватере импортозамещения ЭКБ <i>Виталий Явельский, Кристина Дунаева</i>	3
Современные технологии коммутации <i>Денис Яковлев</i>	3
Современные 32-разрядные ARM-микроконтроллеры серии STM32: использование карт памяти SD и MMC в режиме SPI <i>Олег Вальпа</i>	4
Реле компании Gigavac в различных условиях эксплуатации <i>Денис Яковлев</i>	4
Отечественные коаксиально-микрополосковые соединители <i>Михаил Глуховцев</i>	4
Современные 32-разрядные ARM-микроконтроллеры серии STM32: отладочная плата F103C8T6 в среде разработки программ Arduino <i>Олег Вальпа</i>	5
Повышение эффективности и надёжности высоковольтных DC/DC-преобразователей <i>Виктор Жданкин</i>	5
Современные ИС Texas Instruments для космических приложений <i>Юрий Петропавловский</i>	6
Энергонезависимая память nvSRAM от компании Cypress <i>Александр Тузов</i>	6
Соединители с проволочными контактами: оптимальное решение задачи миниатюризации <i>Евгений Дугин</i>	6
Современные 32-разрядные ARM серии STM32: подключение LCD-дисплея WH1602 <i>Олег Вальпа</i>	7
Новые МЭМС-акселерометры Safran Colibrys для геофизического оборудования <i>Александр Бекмачев</i>	7
Миниатюрные низкочастотные кварцевые фильтры <i>Андрей Яковлев</i>	7
Современные 32-разрядные ARM серии STM32: программный инструмент STM Studio <i>Олег Вальпа</i>	8
Дисплеи Spapixel для применения на железнодорожном транспорте <i>Игорь Матешев</i>	8
Круглые разъёмы M12 – ещё больше мощности <i>Юрген Сахм</i>	8
Перспективные отечественные МЭМС-датчики давления жидкости и газа <i>Александр Бекмачев</i>	9
Современные продукты и технологии Hamamatsu: ПЗС-датчики изображения <i>Юрий Петропавловский</i>	9
Решения HARTING Technology Group для ветроэнергетики <i>Ольга Романовская</i>	9
Электрохимические импульсные, бистабильные, поляризованные и шаговые реле <i>Константин Трутко</i>	9
ПРИБОРЫ И СИСТЕМЫ	
Аппаратно-программная реализация мультиспектральной системы улучшенного видения <i>Андрей Бондаренко, Максим Бондаренко</i>	1
Рекомендации по применению 5-ваттных радиационно-стойких DC/DC-преобразователей серии ARE100 <i>Виктор Жданкин</i>	1, 2
Расширенные режимы запуска для поиска нужного сигнала <i>Дэниел Богдановф</i>	2
Использование современных генераторов сигналов произвольной формы для создания сигналов со сложными схемами модуляции <i>Андрей Воробьёв, Артур Рахматуллин</i>	3
Одноканальные модули управления IGBT <i>Александр Тенетко</i>	3
Обзор современных систем управления электроприводами <i>Дмитрий Кобяков</i>	4

СТАТЬЯ	№ журнала
Дисплейные технологии Litemax для применения на транспорте <i>Игорь Матешев</i>	4
Векторные анализаторы цепей серии Кобальт <i>Владимир Губа, Олеся Быкова, Ольга Мосина, Александр Савин</i>	4
Элементы ограничения импульсного напряжения типа ЗОН <i>Валерий Колосов</i>	4
Оптимальный подход к построению AC/DC-систем средней мощности <i>Сергей Воробьев</i>	5
Применение осциллографа для исследования импульсов ЛЧМ <i>Брэд Фрайден</i>	5
Что особенного в осциллографических пробниках для шин питания? <i>Джозел Вудвард</i>	5
Снижение стоимости и размеров измерительных систем за счёт приборов в форматах PXI и AXIe <i>Юрген Штеммлер</i>	7
Процессорное управление электроприводами <i>Владимир Токарев, Владимир Котов, Андрей Тарайкович, Евгений Цевелюк, Сергей Колодко</i>	8
Измерение ёмкости аккумуляторов <i>Боб Золло</i>	8
DC/DC-модули мощностью до 15 Вт для бортового питания на 27 и 100 В <i>Владимир Котов, Евгений Цевелюк, Владимир Токарев</i>	9
Портативный осциллограф R&S Scope Rider: мобильное решение для отладки в полевых условиях <i>Маркус Хердин</i>	9
ИНЖЕНЕРНЫЕ РЕШЕНИЯ	
Практика применения в устройствах на микроконтроллерах дисплейных модулей от 4D Systems <i>Павел Редькин</i>	1, 2
Преобразователь интерфейсов USB-SPI на новом x51-микроконтроллере EFM8UB1 <i>Алексей Кузьминов</i>	1–3
Акустический автомат управления освещением по двум хлопкам в ладоши <i>Александр Одинец</i>	1
ШИМ на микроконтроллере ATTINY2313-PU <i>Сергей Шишкин</i>	3
Акустический автомат лестничного освещения <i>Александр Одинец</i>	3
Применение инструментального усилителя для мостового включения двух мощных ОУ <i>Алексей Кузьминов</i>	4–7
Автономное применение интеллектуальных дисплейных модулей от 4D Systems <i>Павел Редькин</i>	4, 5
Два режима 8-разрядного ШИМ в микроконтроллере ATtiny2313 <i>Сергей Шишкин</i>	5
Доработка домофона CYFRAL <i>Сергей Абрамов</i>	5
Ультразвуковой дальномер-сигнализатор на ПЛИС <i>Павел Редькин</i>	6
Устройство световых эффектов с управлением скоростью переключения и яркостью свечения <i>Сергей Шишкин</i>	7
Регулируемый двуполярный блок питания с ограничением тока <i>Алексей Кузьминов</i>	8
Стабилизаторы на ОУ и мощных полевых транзисторах с активным электронным фильтром и защитой от превышения тока. Часть 1 <i>Алексей Кузьминов</i>	9
ПРОЕКТИРОВАНИЕ И МОДЕЛИРОВАНИЕ	
Проектирование и моделирование широкополосного усилителя мощности на нитрид-галлиевом транзисторе <i>Иван Бошнаков, Малколм Эдвардс, Ларри Данливи, Изабелла Дельгадо</i>	1
Интеграция устройств на основе нескольких технологий в многокристальные модули на многослойных подложках <i>Киф Боханнан</i>	1
Тысяча и одна мелочь редактора электрических принципиальных схем в САПР Delta Design <i>Сергей Пилкин, Георгий Шаманов</i>	1, 3
Проектирование и моделирование печатных плат в САПР Allegro <i>Александр Панов</i>	1–3
Поисковое проектирование активных антиалиасиновых фильтров <i>Юлия Макарова, Владимир Бугров</i>	1
Новые результаты анализа эффективности устройств корреляционного типа <i>Владимир Бартенев</i>	1
Процессы, влияющие на надёжность паяных соединений поверхностного монтажа <i>Константин Тихомиров, Сергей Алексеев</i>	2
Характеристики обнаружения последетекторной межпериодной обработки с обеляющим фильтром <i>Иван Чухломин, Наиль Файзулин</i>	2
Altium Designer 17: обзор новых возможностей <i>Егор Чириков</i>	2

СТАТЬЯ	№ журнала
Цифровая фильтрация на микроконтроллере AVR <i>Вадим Баранов</i>	3, 4
Технология совместного проектирования ЦОС и ВЧ-схем <i>Мурти Апмака</i>	3
Методы электромагнитного моделирования в разработке радиочастотных интегральных схем <i>Джон Данн, Владимир Литун</i>	3
Mentor PADS – масштабируемая программная платформа для проектирования ПП <i>Анатолий Сергеев</i>	3
Недорогие решения для тестирования автомобильных DC/DC-преобразователей <i>Лок Тенг Ки</i>	4
Средства программирования PIC-контроллеров <i>Владимир Давыдов</i>	4, 5
Система управления правилами в САПР Delta Design <i>Георгий Шаманов</i>	4, 5
Преимущества трёхмерного моделирования при создании современных ПП <i>Данит Атар</i>	4
Дискретная настройка многоминальных резистивных микрочипов <i>Борис Бавыкин, Иван Воробьев, Владимир Бугров</i>	5
Применение командного подхода к анализу системы питания на ПП <i>Брэд Брим</i>	5
Редактор RightPCB – современный инструмент эффективного проектирования ПП <i>Сергей Попов</i>	6
Экспериментальное исследование развязки между микрополосками <i>Михаил Васин, Денис Марущенко, Сергей Шемшур</i>	6
САПР AWR: сравнение результатов моделирования с экспериментом. Алгоритмы обработки данных <i>Сергей Никулин, Алексей Торгованов</i>	6
Проектирование малошумящего усилителя на 10 ГГц <i>Винсент Гридджис</i>	7
Моделирование теплообмена в микроэлектронном устройстве <i>Татьяна Маркова, Антон Плаксин</i>	7
О правилах проектирования для регионов печатной платы <i>Сергей Сорокин, Олег Сысоев</i>	7
Новые возможности в Altium Designer 17.1 <i>Егор Чириков</i>	7
Работа с контуром печатной платы <i>Алексей Якубенко</i>	7
Проектирование целочисленных цифровых БИХ-фильтров <i>Никита Морозов, Владимир Бугров</i>	8
Использование внешних 3D-моделей в среде Altium Designer <i>Алексей Якубенко</i>	8
Оптимизация конструкции кофейного радара при помощи NI AWR Design Environment <i>Джим Кэрролл, Джент Папаристо</i>	9
Полигональные объекты печатной платы в среде Altium Designer: общие приёмы работы. Часть 1 <i>Алексей Якубенко</i>	9
СТРАНИЦЫ ИСТОРИИ	
Ах, эти немцы! <i>Пётр Новыш</i>	1
Об истории отечественной радиотелемеханики <i>Владимир Бартенев</i>	5
Опасность силовой электроники <i>Пётр Новыш</i>	6
Значение 1937 года в отечественной радиолокации <i>Владимир Бартенев</i>	7
СОБЫТИЯ	
Электроника на Урале	2
Премия Живая электроника России <i>Владимир Тен</i>	2
Интернет вещей: технологии и проекты <i>Владимир Тен</i>	3
В Москве прошёл ежегодный форум Altium «Инновации в проектировании электроники»	6
Электроника для транспорта в Сокольниках	6
Микроэлектроника меняет мир	9
КОМПЕТЕНТНОЕ МНЕНИЕ	
Путь к импортонезависимости <i>Алексей Медведев</i>	4
Актуальные вопросы аттестации испытательного оборудования	6

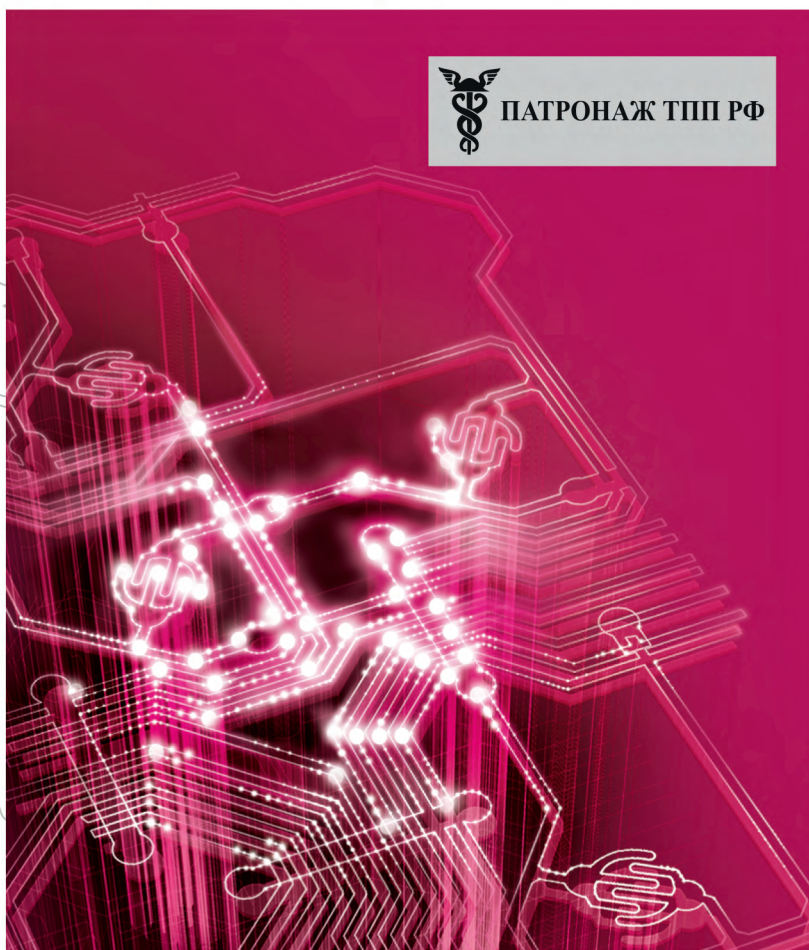


РАДИОЭЛЕКТРОНИКА И ПРИБОРОСТРОЕНИЕ

XVII 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:



FareXPO **IFE**[®]
PROFESSIONAL EXHIBITION & CONGRESS ORGANIZER

www.farexpo.ru/radel
тел.: +7 (812) 777-04-07
radel2@farexpo.ru

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

21 – 23 ноября 2017

Санкт-Петербург, ПСКК

КОМПАНИЯ ПЛАНАР

ПРЕДСТАВЛЯЕТ ЛИНЕЙКУ
ВЕКТОРНЫХ АНАЛИЗАТОРОВ ЦЕПЕЙ

COVOLT

- Диапазон частот от 100 кГц до 20 ГГц
- Внешние преобразователи до 110 ГГц
- Динамический диапазон до 162 дБ
- Максимальная выходная мощность до 15 дБм
- Регулировка выходной мощности более 70 дБ
- Время измерения на одной частоте 10 мкс
- СКО результатов измерений 0,001 дБ
- Прямой доступ к приемникам
- 15 моделей приборов для решения любых задач
- Использование автоматических калибровочных модулей

ИЗМЕРЯЕМЫЕ ПАРАМЕТРЫ И ВОЗМОЖНОСТИ:

- S-параметры, импеданс, проводимость
- Абсолютная мощность
- Линейность амплитудной характеристики
- Анализ и фильтрация во временной области
- Балансные измерения
- Измерение устройств с переносом частоты
- Встраивание цепей
- Преобразование импеданса

- 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

ОДНА ПЛАТФОРМА, БЕЗ ПРЕГРАД.

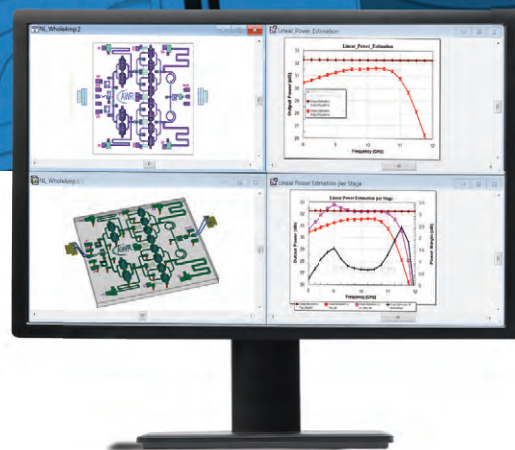
Простота гениальна

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



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