Современная электроника

7
2017

WWW.SOEL.RU

БЕСПЛАТНАЯ ПОДПИСКА 2018 для специалистов

Моделирование теплообмена в микроэлектронном устройстве

Влияние приборов в форматах PXI и AXIe на измерительные системы

РЫНОК МИКРОЭЛЕКТРОНИКИ: «ТОЧКИ РОСТА» ЕСТЬ, ОДНАКО...

Как оцифровать производство: сравнение ПЛК, Raspberry Pi и MICA

App Store

Google Play

AWR DESIGN FORUM

AWR Design Forum (ADF) – это открытый форум, объединяющий клиентов NI AWR, партнёров компании и специалистов в области радиочастотной и СВЧ электроники для обучения, сотрудничества и обмена опытом в разработке современных СВЧ и РЧ устройств, включая усилители мощности, фильтры и многие другие элементы систем связи и радиолокации.

Эксперты и профессионалы, работающие с программным обеспечением AWR, продемонстрируют передовые технологии и методы проектирования высокочастотных устройств и примут участие в обмене опытом и идеями по широкому ряду проблем и задач, стоящих перед разработчиками.

зарегистрируйтесь и узнайте больше на awrcorp.com/adf

NATIONAL INSTRUMENTS

AWR

ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ NI AWR НА ADF RUSSIA

ОБЩАЯ ИНФОРМАЦИЯ

Последовательный перевод на русский язык
Обед и кофе-брейки для участников
Розыгрыш призов
Участие бесплатное

МЕСТА ПРОВЕДЕНИЯ

Санкт-Петербург
Вторник, 3 октября
09:30 - 17:00
СПбГЭТУ «ЛЭТИ»

Москва
Среда, 4 октября
09:30 - 17:00
МГТУ им. Н. Э. Баумана

Зеленоград
Четверг, 5 октября
09:30 - 17:00
НИУ «МИЭТ»

ПАРТНЁРЫ

IHP Microelectronics
OMMIC
Microwave Journal

awrcorp.com/adf

©2017 National Instruments. All rights reserved. AWR, National Instruments, NI, and ni.com are trademarks of National Instruments. Other product and company names listed are trademarks or trade names of their respective companies.

Реклама

Power of ten

Выходи на новый уровень
Осциллограф R&S RTB2000

Технологии Hi-End в бюджетном классе.
Серия осциллографов RTB2000 - 2 и 4 канала, полосы частот: 70, 100, 200, 300 МГц.
Бескомпромиссное превосходство в своем классе, благодаря мощной аппаратной части и интуитивно понятному управлению.

Подробнее на сайте:
https://www.rohde-schwarz.com/ru



Реклама

ROHDE&SCHWARZ

ЖУРНАЛ СОВРЕМЕННАЯ ЭЛЕКТРОНИКА

7/2017 CONTENTS

Журнал «Современная электроника»
Издаётся с 2004 года

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

Учредитель и издатель ООО «СТА-ПРЕСС»
Генеральный директор К.В. Седов
Адрес учредителя и издателя:
ул. Чертановская, д. 50, корп. 1, г. Москва, 117534
Почтовый адрес: 119313, Москва, а/я 26
Тел.: (495) 232-0087 • **Факс**: (495) 232-1653
info@soel.ru • www.soel.ru

Производственно-практический журнал
Выходит 9 раз в год. Тираж 10 000 экз. Цена свободная

Журнал зарегистрирован в Федеральной службе по надзору за соблюдением законодательства в сфере массовых коммуникаций и охране культурного наследия (свидетельство ПИ № ФС77-18792 от 28 октября 2004 г.)

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

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

Перепечатка материалов допускается только с письменного разрешения редакции. Ответственность за содержание рекламы несут рекламодатели. Ответственность за содержание статей несут авторы. Материалы, переданные редакции, не рецензируются и не возвращаются. Мнение редакции не обязательно совпадает с мнением авторов. Все упомянутые в публикациях журнала наименования продукции и товарные знаки являются собственностью соответствующих владельцев.

© СТА-ПРЕСС, 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 бесплатной подписке редакция гарантирует только отправку, но не доставку журнала;
- подписка доступна любому желающему по всему миру.

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

Подписное агентство «Урал-Пресс»:
Тел.: (495) 961-2362 • http://www.ural-press.ru

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

THE ISSUE PERSON

4 Production of PCB: in Focus – Quality

MARKET

6 Russian Market News

12 Market of Microelectronics: There is a Grow, however We Shouldn't Expect a Significant Shift the Development of Technologies of Domestic Electronics

MODERN TECHNOLOGIES

18 What digitalises the factory? PLC, Raspberry Pi and MICA compared

ELEMENTS AND COMPONENTS

24 Modern 32-bit ARM Series STM32: Connecting the WH1602 LCD
Oleg Valpa

26 The New MEMS Accelerometers Safran Colibrys for the Geophysical Equipment
Aleksandr Bekmachev

34 Miniature Low-Frequency Quartz Filters
Andrey Yakovlev

DEVICES AND SYSTEMS

38 Drive Down Size and Cost of Test with PXI /AXIe
Juergen Stemmler

ENGINEERING SOLUTIONS

42 The Instrumental Amplifier for Bridge Incorporating of Two Powerful Operational Amplifiers. Part 4
Aleksey Kuzminov

50 The Device of Lighting Effects with Control of Switching Speed and Brightness
Sergey Shishkin

DESIGN AND SIMULATION

56 Design of a 10 GHz Low-Noise Amplifier
Vincent Grigis

62 A Modeling of Heat Exchange in the Microelectronic Device
Tatiana Markova, Anton Plaksin

66 About Constrains for PCB Regions
Sergey Sorokin, Oleg Sisoev

72 New Opportunities in Altium Designer 17.1
Egor Chirikov

76 Work with a Contour of the PCB
Aleksey Yakubenko

PAGES OF HISTORY

84 Value of 1937 in a Domestic Radar-Location
Vladimir Bartenev

СОДЕРЖАНИЕ 7/2017

ПЕРСОНА НОМЕРА

4 Производство печатных плат: в фокусе – качество

РЫНОК

6 Новости российского рынка

12 Рынок микроэлектроники: «точки роста» есть, однако значительного сдвига в развитии технологий отечественной электроники ждать не стоит

СОВРЕМЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

18 Как оцифровать производство: сравнение ПЛК, Raspberry Pi и MICA

ЭЛЕМЕНТЫ И КОМПОНЕНТЫ

24 Современные 32-разрядные ARM серии STM32: подключение LCD-дисплея WH1602

Олег Вальпа

26 Новые МЭМС-акселерометры Safran Colibrys для геофизического оборудования

Александр Бекмачев

34 Миниатюрные низкочастотные кварцевые фильтры

Андрей Яковлев

ПРИБОРЫ И СИСТЕМЫ

38 Снижение стоимости и размеров измерительных систем за счёт приборов в форматах PXI и AXIe

Юрген Штеммлер

ИНЖЕНЕРНЫЕ РЕШЕНИЯ

42 Применение инструментального усилителя для мостового включения двух мощных ОУ. Часть 4

Алексей Кузьминов

50 Устройство световых эффектов с управлением скоростью переключения и яркостью свечения

Сергей Шишкин

ПРОЕКТИРОВАНИЕ И МОДЕЛИРОВАНИЕ

56 Проектирование малошумящего усилителя на 10 ГГц

Винсент Гриджис

ИМПОРТОЗАМЕЩЕНИЕ 62 Моделирование теплообмена в микроэлектронном устройстве

Татьяна Маркова, Антон Плаксин

ИМПОРТОЗАМЕЩЕНИЕ 66 О правилах проектирования для регионов печатной платы

Сергей Сорокин, Олег Сысоев

72 Новые возможности в Altium Designer 17.1

Егор Чириков

76 Работа с контуром печатной платы

Алексей Якубенко

СТРАНИЦЫ ИСТОРИИ

84 Значение 1937 года в отечественной радиолокации

Владимир Бартенев

На правах рекламы

Производство печатных плат: в фокусе – качество

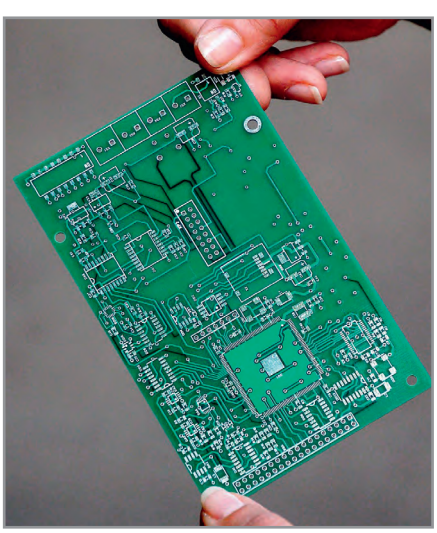
Компания ООО «ЭлекПрайм» известна нашим читателям как надёжный партнёр на рынке радиоэлектронных компонентов. В связи с открытием нового направления в компании мы беседуем с директором по развитию Сориной Григорьевной Калевой.



В 2010 году на российском рынке появилась компания «ЭлекПрайм». Что примечательного произошло за эти годы?

Занимаясь комплексными поставками в Россию радиоэлектронных компонентов (РЭК) как для предприятий электронной промышленности, так и для научно-производственных, научно-исследовательских предприятий, лабораторий и объединений, компания приобрела много лояльных заказчиков. И дело не только в том, что у компании есть все необходимые сертификаты. Наши специалисты работают по внутренним регламентам, соблюдать которые – дело чести. Коллектив уже сложился и работает сплочённой командой долгое время. Если в сложной экономической ситуации персонал в конкурирующих компаниях обычно легко увольняется и переходит на более «хлебные» места, то в нашей компании все специалисты в кризисный период работают более ответственно.

Компания «ЭлекПрайм» поставляет электронные комплектующие для промышленных предприятий России всемирно известных производителей электронных компонентов – лидеров электронной индустрии, таких как: Xilinx, Texas Instruments, Altera, Atmel, Bourns, Traco Power, InfIneon, Samsung и Panasonic. Мы активно работаем с мировыми дистрибьюторами и складами: Arrow Electronics, Avnet, Future Electronics, Digi-Key, Allied Electronics, Farnell, TTI и Mouser Electronics.



Почему Вы решили открыть новое направление – производство ПП?

Нельзя «топтаться на месте», законы рынка требуют постоянного движения и развития. Направление развития подсказали наши постоянные заказчики. Общаясь с клиентами, мы выяснили: сегодня на рынке востребованы печатные платы, причём спрос на печатные платы постоянно растёт, а проблем не становится меньше – это и сроки поставок, и качество, и цена, и дефицитные материалы. Безусловно, в центре внимания логистические нюансы.

Внимательно проанализировав текущее состояние рынка печатных плат в России, мы изучили внутренние резервы компании, составили бизнес-план развития направления и запустили его в работу. Сегодня уже совершенно ясно, что мы на правильном пути.

Посетители наших стендов на российских и европейских выставках, а также постоянные заказчики подтвердили правильность выбранного нами нового направления работы.

Работая с клиентами, мы делаем всё возможное, чтобы наше партнёрство приносило прибыль клиенту и экономило его время. Согласитесь, всегда удобно заказать и получить в одном месте и радиоэлектронные компоненты, и печатные платы. Прямое снижение затрат видно даже неэкономисту. Да и специалистам компании «ЭлекПрайм» необходимо новое направление для творческих поисков.

Наше производство находится в Европе и Азии. Мы не являемся владельцами предприятий, но сумели выстроить дружеские и доверительные взаимоотношения с заводами, которые зарекомендовали себя на международном рынке.

Занимаетесь ли Вы проектированием ПП?

Проектирование печатных плат в нашей компании обеспечивает собственный штат высококвалифицированных специалистов, которые используют в своей работе программные продукты Altium Designer, P-Cad, Sprint Layout. Курирует направление проектирования ПП руководитель отдела ПП Екатерина Вячеславовна Фролова.

Если Вам нужно сложное изделие с нестандартными техническими параметрами либо с использованием редких, дефицитных материалов, незамедлительно отправляйте запрос лично на почту Екатерины Вячеславовны – frolova@elecprime.ru. С вами свяжутся в самое ближайшее время, мы ценим время наших партнёров.

Каким образом Вы решаете проблему качества ПП?

Общаясь с партнёрами, мы узнали, что они сталкиваются с проблемой качества печатных плат, например: сколы, скрытые дефекты, проколы, царапины, побитые углы при транспортировке груза. Проблема качества есть на рынке, зная о ней мы перестроили бизнес-модель компании таким образом, чтобы до минимума снизить процент некачественных печатных плат. Могу с гордостью сказать, что за 2016 год процент брака составил всего 0,5% – для нашего бизнеса это рекорд.

Наша основная задача сделать так, чтобы клиент зарабатывал вместе с нами и экономил своё время. Проблематикой качества и другими вопросами занимаются специалисты компании «ЭлекПрайм».

Перед тем как печатная плата передаётся заказчику, она проходит как электрические, так и неэлектрические этапы контроля, тестирования на дефекты и неисправности.

Электротестирование помогает определить скрытые дефекты, такие как обрыв металлизации в области внешней контактной площадки, когда электрический контакт образуется за счёт финишного покрытия. Мы используем в работе электрические методы или анализаторы дефектов, которыми проверяется целостность проводников, наличие короткого замыкания, качество изоляции.

На правах рекламы

Важными в системе контроля качества считаем и неэлектрические методы. Это визуальная проверка. Неэлектрическими методами обнаруживаем проколы и царапины на проводниках, неточность размещения контактных площадок, изменение ширины проводников, подтравливание или нависание проводников, дефекты металлизации переходных отверстий.

Как осуществляется контроль на стадии производства ПП?

Качество готовой печатной платы обеспечивается применяемыми для её изготовления материалами. Мы используем высококачественные материалы – начиная от типовых FR-4 фирм-производителей Kingboard, ILM, Sheng Yi и полиимида DuPont Pyralux, заканчивая высокочастотными материалами Rogers, Arlon и Isola. Ещё на входном контроле отбраковываются все материалы, не соответствующие стандартам и техническим требованиям. Далее на каждом из этапов производства контролируются все значимые параметры печатной платы.

Назову только основные:

- тест кронциркуля для проверки соответствия размеров, маски, шелкографии техническому заданию;
- тест на выявление короткого замыкания методом «летающего щупа»;
- тест на выявление обрыва цепи;
- тест на полное сопротивление цепи;
- тест на соответствие диаметров отверстий допускам;
- тест с 10-кратным токовым зеркалом для проверки соответствия платы целевому назначению;
- микротоковое тестирование для проверки толщины медного покрытия;
- тест со 100-кратным токовым зеркалом для проверки сечения проводников.

Как видите, мы серьёзно подходим к качеству изготавливаемых плат.

Более того, при возникновении рекламаций в течение 10–20 рабочих дней абсолютно бесплатно осуществляется замена бракованных плат или возвращаются внесённые деньги в полном объёме. Такая схема позволяет заказчикам быть уверенными в нас как в производителе, а сотрудникам компании «ЭлекПрайм» относиться к любому заказу со всей ответственностью.

Уточните, пожалуйста, какие ПП производит компания «ЭлекПрайм»?

Благодаря тому, что есть надёжные партнёрские связи с производителями, мы работаем с любым заказом и обеспечиваем изготовление печатных плат в соответствии со стандартами IPC-2221 Class 2 и IPC Class 3.



Калева Сорина Григорьевна

Мы готовы выполнить заказ на следующие виды плат: однослойные, двухслойные, многослойные (до 40 слоёв), гибкие, жёстко-гибкие, алюминиевые и СВЧ-платы.

По нашей статистике, предприятия электронной промышленности, научно-производственные и научно-исследовательские компании, лаборатории и объединения очень часто размещают заказы на многослойные печатные платы. Кстати, немногие компании в России могут обеспечить производство и поставку качественных печатных плат в 40 слоёв.

Мы работаем с различными отраслями – это автомобильная электроника, потребительские товары, медицинская аппаратура, телекоммуникации, компьютеры и внешние устройства, контроллеры и приборы. Отраслей применения очень много, в дальнейшем они будут только увеличиваться.

Каковы планы развития компании на ближайшее время?

Мы планируем сфокусироваться на расширении клиентской базы по направлению печатных плат, улучшить логистическую составляющую нашего сервиса, чтобы удовлетворять запросы наших заказчиков на сверхсрочные поставки.

В планах также создание специального инженерного отдела в нашей компании, который будет осуществлять полноценную техническую поддержку как по уже существующим, так и по потенциальным заказам.

В целом, у нас много интересных идей, главное – найти время и верные способы их реализации.

Планируете ли выйти на международный рынок?

Думаю, пока рано об этом говорить. Наша компания достаточно молодая, и, несмотря на хорошие темпы роста, мы хотим, прежде всего, достичь максимального уровня сервиса на российском рынке. Не исключено, что в ближайшем будущем мы не только будем посещать зарубежные профильные выставки, но и участвовать в них.

Мы всегда рады видеть посетителей на наших стендах в рамках Всероссийских ежегодных выставок «Экспо-Электроника» и «ChipEXPO», где с удовольствием пообщаемся как с нашими постоянными клиентами, так и с потенциальными партнёрами.

Специалисты компании «ЭлекПрайм» всегда на связи и готовы предоставить всю необходимую информацию по печатным платам по телефону 8 (495) 646-7048 и электронной почте info@elecprime.ru.

На правах рекламы

Новости российского рынка

РЫНОК

Печатная плата в сорок слоёв

Компания ЭлекПрайм в 2017 году открыла новое направление – производство печатных плат различной сложности: однослойные, двухслойные, многослойные (до 40 слоёв), гибкие, жёстко-гибкие, алюминиевые и СВЧ-платы.

Техническую поддержку обеспечивают высококлассные специалисты, которые занимаются проектированием печатных плат, составлением и обработкой конструкторской документации.

Благодаря сотрудничеству с мировыми производителями печатных плат, компания добилась высокого качества изготавливаемой продукции.

Клиентам предоставляются следующие возможности:

- бесплатная подготовка гербер-файлов под автоматизированный монтаж;
- обработка заявки в течение 24 часов;
- изготовление тестовых и опытных образцов от 1 платы;
- срочное производство от 3-х дней;
- качество исполнения в соответствии со стандартами IPC-2221, Class 2 и 3;
- доставка курьером по Москве.

Качество изготавливаемых печатных плат обеспечивается за счёт 9 этапов промежуточного контроля и завершается 4 ступенчатой финальной проверкой качества.

elecprime
поставка радиоэлектронных компонентов
поставка печатных плат

http://elecprime.ru
Тел.: (495) 646-7048

СОВРЕМЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Испытания «свечных» проводов для ответственных применений

Испытательный центр АО «Тестприбор» начал проводить испытания по ГОСТ Р 53826-2010 высоковольтных проводов армированных («свечных») и жгутов высоковольтных проводов, предназначенных для приборов систем зажигания, используемых в автомобильных транспортных средствах, в том числе, для спецтехники.

Программа испытаний включает:

- контроль внешнего вида;
- контроль передачи импульсов высокого напряжения;
- контроль электрического сопротивления;
- контроль защиты от проникновения воды в местах соединения провода с источником высокого напряжения и свечой;
- контроль усилия отрыва наконечника от провода;
- контроль усилия разъединения наконечников с источником высокого напряжения и свечой;
- контроль устойчивости к воздействию пониженного атмосферного давления;
- контроль устойчивости к воздействию изменения температуры окружающей среды;
- контроль устойчивости к воздействию соляного тумана;
- контроль устойчивости к воздействию озона;



- контроль устойчивости к воздействию моющих средств;
- контроль устойчивости к воздействию плесневых грибов.

Работы проводятся под контролем ВП МО РФ. По результатам испытаний оформляется протокол.

www.test-expert.ru
Тел.: (495) 657-8737

ПРИБОРЫ И СИСТЕМЫ

«Сервер-на-модуле» COM Express Type 7 на Intel Xeon для ускоренного проектирования

Компания «РТСофт» и международный холдинг Kontron AG объявляют о выпуске высокопроизводительной модели COMe-bBD7 в продуктовой линейке «компьютер-на-модуле» COM Express.

Модуль COMe-bBD7 обеспечивает великолепную производительность серверного уровня благодаря 16-ядерному процессору Xeon серии D-1500 и интерфейсам 10 Гбит Ethernet и PCI Express Gen.3. Теперь отечественные разработчики и OEM-производители могут в короткие сроки создавать перспективные платформы с длительным жизненным циклом для обработки массивов данных с использованием преимуществ технологий виртуализации.



Модуль разработан в формате COM Express basic (125 × 95 мм) в соответствии с обновлённой редакцией международного стандарта COM Express (PICMG COM.0, Rev. 3.0), в котором утверждена новая спецификация Type 7.

Распиновка сигналов для COM-модулей Type 7 утверждена в спецификации международного стандарта COM Express наряду с существующей спецификацией Type 6. В то время как COM-модули Type 6 предназначены для графических прило-

На правах рекламы

жений, поддерживающих аудио- и видеоинтерфейсы, Type 7 разработаны для высокопроизводительных вычислительных платформ, не требующих поддержки графики.

Поддержка 4 высокоскоростных интерфейсов 10 Гбит Ethernet, интерфейса NC-SI и 32 линий PCI Express в спецификации Type 7 предоставляет разработчикам богатый выбор для создания платформ серверного уровня, требующих высокой скорости передачи данных и пропускной способности сети.

COMe-bBD7 оснащён центральным процессором уровня ЦОД с производительностью от 4 до 16 ядер Intel Xeon с максимальным теплопакетом (TDP) от 25 до 45 Вт соответственно. Надёжность работы этого модуля в сочетании с поддержкой 2 портов 10 Гбит Ethernet позволяет использовать его в приложениях, где высокая производительность и сверхкомпактные размеры системы являются приоритетными.

COMe-bBD7 обеспечивает возможность конфигурирования линий PCI Express Gen.3 вплоть до канала PCIe x24 для высокоскоростных подключений устройств ввода-вывода. Модуль отлично сбалансирован с точки зрения процессора и памяти и поддерживает до 32 Гбайт ОЗУ DDR4 SODIMM с функцией ECC и без ECC.

Kontron COMe-bBD7 доступен также в промышленном исполнении для работы в диапазоне от –40 до +80°C, что делает его превосходным решением для приложений, работающих в жёстких условиях эксплуатации. Архитектура модуля гарантирует его совместимость с самыми различными операционными системами класса Linux, Windows Server 2008 R2 SP1/2012/2012 R2, Windows 7, 8.1, 10, а также VxWorks и QNX.

Дополнительную информацию о COMe-bBD7 можно получить на сайте: http://www.rtsoft.ru, а также в офисах компании «РТСофт», стратегического партнёра холдинга Kontron в России и странах СНГ.

Новый российский синтезатор частот FS6400-H

Российская компания НПП СТР анонсировала новый синтезатор частот FS6400-H.

Синтезатор частот представляет собой герметичный модуль, предназначенный для монтажа на печатную плату. Он выполнен в корпусе 1210.29 производства завода «Марс».

Основные характеристики синтезатора:

- диапазон частот 0,025…6,3 ГГц;



- шаг сетки частот 1 Гц;
- уровень фазовых шумов –116 дБ/Гц @ 10 кГц (1 ГГц);
- время перестройки <150 мкс.

Низкий фазовый шум и уровень побочных спектральных составляющих делают его оптимальным решением для связных и радиолокационных применений в широком спектре условий эксплуатации.

Более подробная информация о продукции НПП СТР: www.nppstr.ru.

Полосковый дисплей с разрешением 4K – летняя новинка Litemax

Litemax первой разработала полосковый дисплей с диагональю 51 дюйм и разрешением 3840 × 1077 – Spanpixel SSD5197-I.



Компания Litemax (Тайвань), прочно занимающая позиции лидера в производстве полосковых ЖК-дисплеев, выпускает на рынок очередную новинку – дисплей с диагональю 51,9 дюйма (формат 16:4,4).

Полосковый ЖК-дисплей (также «широкоформатный дисплей», «bar-type панель», «резаный дисплей» и даже «узкий монитор») это дисплей на жидких кристаллах, у которого с помощью высокоточного оборудования отрезали часть активной области, чтобы получить сверхширокую рабочую область. У Litemax серия полосковых мониторов называется Spanpixel.

Дисплей Spanpixel SSD5197-I предназначен для работы в информационных табло, рекламных витринах и для отображения расписания общественного транспорта.

Информация на дисплее SSD5197-I, как и на всех дисплеях Litemax, прекрасно считывается на солнце благодаря высокой яркости. Светодиодная подсветка, которая обеспечивает столь высокие показатели, характеризуется средним временем наработки на отказ в 100 000 часов.

Краткие характеристики дисплея SSD5197-I:

- размер по диагонали 51,9";
- рабочая область 1270 × 359,7 мм, (Г × В);
- разрешение 3840 × 1077;
- яркость 1400 кд/м^2;
- формат 16:4,4;
- подсветка дисплея LED;
- средний срок службы подсветки 100 000 ч.

www.prochip.ru

Тел.: (495) 232-2522

Анализатор цепей R&S®ZNLE: дёшево и просто

Компания Rohde&Schwarz представляет самую младшую модель линейки настольных векторных анализаторов цепей – ZNLE.



Анализатор ориентирован на задачи, не требующие сложных измерений и конфигураций, для решения которых достаточно только S-параметров.

Благодаря этому анализаторы до 3 и 6 ГГц являются самыми бюджетными решениями в линейке.

Основные особенности прибора:

- 10" мультисенсорный экран;
- вес 6 кг;
- габаритные размеры 408 × 186 × 235 мм;
- диапазон частот от 1 МГц до 3 / 6 ГГц;
- динамический диапазон 110 дБ;
- выходная мощность 0 дБм.

Малый вес, компактный размер и большой экран делают ZNLE хорошим выбором для нетребовательных задач.

www.rohde-schwarz.ru

Тел.: (495) 981-3561

На правах рекламы

ИНСТРУМЕНТЫ И ОБОРУДОВАНИЕ

Серийное расширение модельного ряда систем сухого хранения

Российская компания ООО «Совтест АТЕ» занимает лидирующие позиции по поставке качественных систем сухого хранения собственного производства. Поставленное оборудование работает без нареканий на производственных площадках радиоэлектронной промышленности России и Белоруссии.



В настоящее время компания «Совтест АТЕ» перешла на серийный выпуск шкафов сухого хранения (ШСХ) моделей SDB 306 и SDB 1560.

ШСХ серии Sovtest Dry Box (SDB) обеспечивают все необходимые требования по хранению электронных компонентов согласно требованиям международных и российских стандартов. Эти шкафы имеют герметичную сварную конструкцию и антистатическое исполнение.

Высокоэффективный осушитель, собранный из металлических деталей, обеспечивает цикл осушения с максимальной скоростью влагопоглощения.

Система управления влажностью в среде шкафа реализована с использованием прецизионного датчика влажности и температуры, текущие значения которых в режиме сервисной информации отображаются на экране панели управления и индикации.

Опционально возможно оснащение систем сухого хранения серии SDB адаптерами для подключения к локальной сети.

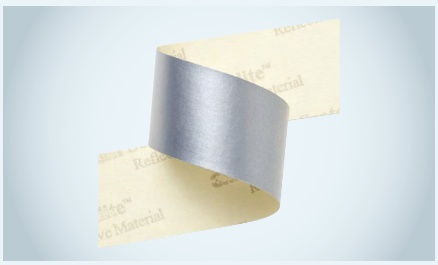
Шкафы объединяются в сеть по технологии Ethernet посредством коммутирующего сетевого оборудования. ПО работает с контроллерами ШСХ по протоколу TCP/IP. Таким образом, оператор может удалённо проводить измерение заданных параметров, управлять и вносить корректировку в режимы работы шкафов. В случае изменения адресации клиентской сети имеется возможность удалённой конфигурации сетевых параметров контроллеров ШСХ.

Шкафы производства «Совтест АТЕ» полностью отвечают всем нормам экологичности, безопасности, энергоэффективности, а также отличаются высокой конкурентоспособностью на российском рынке. Об этом свидетельствует высокий спрос на эту разработку со стороны заказчиков компании.

www.sovtest-ate.com
Тел.: 8 (800) 200-54-17

Теплопроводящая лента для светодиодных светильников

Компания 3M выпускает теплопроводные ленты 8940, которые способны заменить радиатор в светодиодных светильниках.



Ленты имеют двусторонний клейкий слой, что значительно упрощает их монтаж. Помимо теплопроводной функции лента решает и электроизоляционные задачи.

Лента 8940 не горючая и соответствует стандарту UL 94 V-0, поэтому может использоваться как в автоэлектронике, так и в устройствах с высокой плотностью монтажа. Она выдерживает нагрев до +225°C.

В лентах 8940 использован акриловый адгезив, который обладает превосходными параметрами клейкости и надёжно удерживает ленту практически на любой поверхности. Для шероховатых поверхностей рекомендуется использовать более мягкие подложки серии 8810, обладающие лучшей смачиваемостью.

Основные характеристики ленты 8940:

- теплопроводность 0,9 Вт/мК;
- напряжение пробоя 9,5 кВ;
- диэлектрическая прочность 52,8 кВ/мм;
- термоимпеданс 5,1°C•см^2/Вт.

info@platan.ru
Тел.: (495) 97-000-99

ЭЛЕМЕНТЫ И КОМПОНЕНТЫ

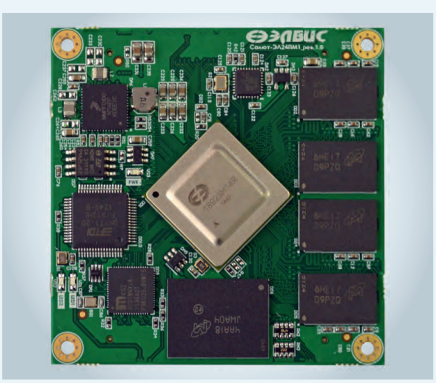
Процессорный модуль Салют–ЭЛ24ПМ1 на базе российской «системы на кристалле»

АО НПЦ «ЭЛВИС» начал поставки образцов процессорного модуля на базе собственной «системы на кристалле» 1892ВМ14Я, являющейся отечественной микросхемой 2-го уровня по классификации Министерства промышленности и торговли.

Модуль Салют–ЭЛ24ПМ1 позволяет существенно упростить разработку устройств на базе процессора 1892ВМ14Я, предоставляя готовое аппаратное решение с широкими функциональными возможностями и большим набором интерфейсов ввода-вывода.

Краткие технические характеристики:

- процессор 1892ВМ14Я:
  - CPU 2xARM Cortex-A9, до 816 МГц;
  - DSP 2xELcore-30M, до 672 МГц;
  - кодек H.264;
  - GPU Mali-300;
- ОЗУ DDR3, 32 бит, 2 ГБ;
- NAND 1 ГБ;
- eMMC 32 ГБ;



- USB 2.0;
- Ethernet 10/100/1000;
- SpaceWire (2 порта);
- видеовходы: TTL 12 бит, MIPI CSI2 4 lanes (2 порта);
- видеовыходы: TTL RGB 24 бит, MIPI DSI 4 lanes;
- аудиовходы: для микрофона, линейный;
- аудиовыходы: для наушников, линейный;
- прочие интерфейсы: SDMMC, I^{2}S, I^{2}C (3 порта), UART (4 порта), SPI (2 порта), PWM (4 канала), MFBSP (LPORT, SPI, I^{2}S, GPIO), GPIO (до 116 портов);
- питание +3,3 В;
- потребляемая мощность – не более 5 Вт (уточняется);
- размеры 60 × 60 × 5,5 мм.

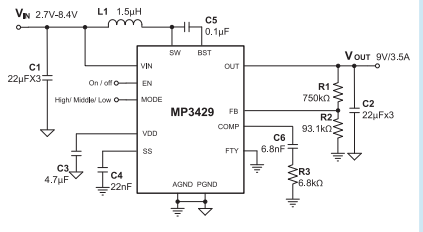
www.multicore.ru
Тел.: (499) 995-0052

На правах рекламы

Новинки от компании Monolithic Power Systems

Расширение линейки DC/DC-преобразователей – MP3429 и MP3431

Компания Monolithic Power Systems (MPS) добавила в свою линейку DC/DC-преобразователей две новые микросхемы – MP3429 и MP3431.



Микросхемы являются повышающими преобразователями с эффективностью преобразования до 95%. Они предназначены для работы от входного напряжения 2,7…13 В, при этом выходное напряжение может достигать 16 В.

На кристалл микросхемы интегрированы два силовых ключа с максимальным током до 21,5 А. Пиковая выходная мощность может достигать 40 Вт для микросхемы MP3429 и 60 Вт для MP3431. Частота преобразования фиксированная и составляет 600 кГц.

Отличительной особенностью является высокая эффективность преобразования для маломощных нагрузок с током потребления менее 10 мА.

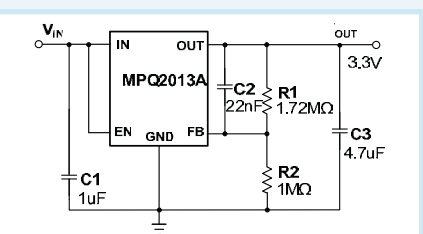
Анонсируемые микросхемы характеризуются малогабаритным корпусом QFN-13 с размерами 3 × 4 мм, что позволяет использовать их в переносных устройствах с питанием от одного Li-ion элемента питания.

Представленные микросхемы имеют защиту от «защёлкивания» при низких напряжениях питания, короткого замыкания и перегрузки по току.

Новый линейный стабилизатор MPQ2013A с ультранизким собственным током потребления

Компания Monolithic Power Systems (MPS) представляет новый линейный стабилизатор MPQ2013A с ультранизким собственным током потребления.

Микросхема MPQ2013A предназначена для работы с входным напряжением в диапазоне от 2,5 до 40 В. Выходное напряжение может быть выбрано с помощью внешнего делителя в диапазоне от 1,215 до 15 В. Анонсируемая микросхема также имеет версии с фиксированным выходным напряжением 1,8; 1,9; 2,3; 2,5; 3,0; 3,3; 3,45 и 5,0 В.



Стабильность выходного напряжения составляет ±2% в диапазоне рабочих температур от –40 до +150°C (для версии в корпусе QFN-8).

Максимальный ток нагрузки может достигать 150 мА.

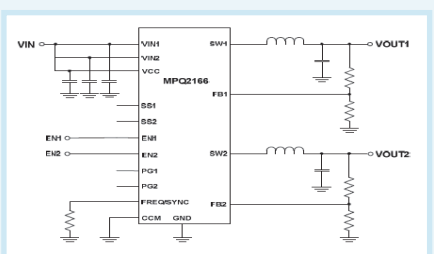
Отличительной особенностью является низкий собственный ток потребления – 3,2 мкА, который позволяет использовать линейный стабилизатор в мобильных и автономных устройствах, работающих от элементов питания (батареек и аккумуляторов).

Стабильная работа линейного стабилизатора может быть обеспечена при использовании ёмкости в цепи нагрузки от 0,47 мкФ.

Микросхема имеет защиту от короткого замыкания и перегрева. MPQ2013A сертифицирована по стандарту AEC-Q100.

Сдвоенный понижающий DC/DC-преобразователь MPQ2166

Компания Monolithic Power Systems (MPS) представляет сдвоенный понижающий DC/DC-преобразователь MPQ2166.



Микросхема предназначена для работы в диапазоне входных напряжений от 2,7 до 6 В. В новой микросхеме в корпусе QFN-18 с размерами 2 × 3 мм встроены два независимых мощных понижающих преобразователя.

Максимальный выходной ток каждого канала может достигать 3 А, при этом суммарный ток двух каналов не должен превышать 4 А. Частота преобразования программируется до 3 МГц внешней цепью, но может быть синхронизирована с внешним источником.

Преобразователь MPQ2166 отличается высоким КПД – более 90%, маленьким током покоя – 60 мкА и наличием двух выводов «Power Good», сигнализирующих о том, что выходное значение находится в заданном диапазоне.

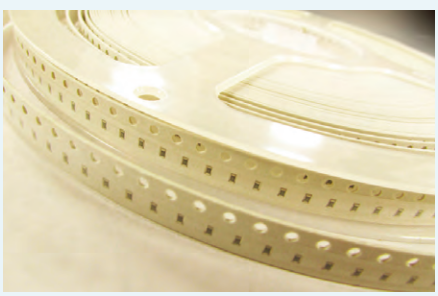
Микросхема сертифицирована по стандарту AEC-Q100 и имеет защиту от перегрева, короткого замыкания и перегрузки по току в каждом цикле преобразования.

www.prochip.ru

Тел.: (495) 232-2522

НПО «ЭРКОН» расширяет номенклатуру выпускаемых SMD-резисторов

В результате выполнения ОКР «Унификация» на основе базовых изделий Р1-8 и Р1-8МП ОАО «НПО «ЭРКОН» разработаны конструктивно-унифицированные ряды чип-резисторов, предназначенных для работы в электрических цепях постоянного, переменного и импульсного токов аппаратуры всех групп исполнения по ГОСТ РВ 20.39.304, в том числе:



- разработаны резисторы Р1-8В (в том числе с «нулевым» сопротивлением – перемычки), являющиеся конструктивно-технологическими аналогами серийно-выпускаемых резисторов Р1-12 с улучшенными характеристиками;
- разработаны резисторы Р1-8М и Р1-8П, являющиеся конструктивно-технологическими аналогами серийно-выпускаемых резисторов Р1-16 и Р1-16П с расширением ряда типоразмеров – освоены новые типоразмеры 0603 (0,032 Вт);
- расширен ряд типоразмеров резисторов Р1-8 – освоены типоразмеры 0603 (0,063 Вт) и 2010 (0,5 Вт);
- расширены диапазоны значений номинальных сопротивлений резисторов Р1-8-0,125 (до 511 кОм) и Р1-8-0,25 (до 1 МОм);
- ужесточены допуска на габаритные и присоединительные размеры резисторов Р1-8, Р1-8МП с целью повышения надёжности автоматизированного монтажа;
- разработаны резисторы всех типов, приведённых в ТУ, сопротивлением 50 Ом с нормированными частотными характеристиками для применения в СВЧ-аппаратуре;
- улучшены показатели надёжности разработанных и серийно-выпускаемых резисторов:

  — увеличена гамма-процентная наработка до отказа T_γ резисторов при

На правах рекламы

γ=97,5%: в номинальном (предельно-допустимом) режиме эксплуатации до 50 000 ч, в облегчённых режимах эксплуатации до 240 000 ч;

— увеличен гамма-процентный срок сохраняемости $T_{c\gamma}$ резисторов при γ=97,5% до 30 лет;

- определён и рекомендован температурный профиль пайки для автоматизированного монтажа чип-резисторов.

Технические условия ОЖ0.467.164 ТУ на резисторы Р1-8 и Р1-8МП редакции 1986 г. изм. «27» заменены на новую редакцию 2017 г. изм. «28», распространяющуюся на резисторы:

- Р1-8 – общего применения незащищённые;
- Р1-8М – прецизионные незащищённые;
- Р1-8П, Р1-8МП – прецизионные защищённые;
- Р1-8В – общего применения защищённые (в том числе с «нулевым» сопротивлением – перемычки).

www.erkon-nn.ru
Тел.: (831) 202-2553

Оптические разъёмы HARTING для экстремально суровых условий

Цифровые технологии постепенно находят всё больше применений в таких сложных условиях эксплуатации, как горнодобывающая отрасль. Учитывая жёсткие условия эксплуатации в этих средах, предъявляются очень высокие требования к компонентам и системам.

Передача данных на большие расстояния и высокая пропускная способность де-



лают применение волоконно-оптического кабеля (FOC) незаменимым для построения высокоскоростных сетей промышленного Ethernet. В экстремальных условиях решение должно быть защищённым и максимально надёжным.

Компания HARTING разработала идеальное решение для этих сложных задач.

Как известно, оптические интерфейсы очень чувствительны к загрязнению, что является ключевым фактором, препятствующим применению оптики в шахтах и туннелях.

Компания HARTING разработала решение на базе бесконтактной технологии соединения оптических волокон, получившее название Expanded Beam («расширенный пучок»), в котором оптоволокно надёжно защищено от воздействия пыли, влаги и загрязнений. Такой разъём идеально подходит для применения в суровых условиях эксплуатации, например, в горнодобывающей отрасли.

Благодаря разработке компании HARTING, регулярное подключение и отключение оптических кабелей в этих средах становится более простым по сравнению со стандартными оптическими кабелями. Универсальный двунаправленный интерфейс соединителя позволяет избежать применения дополнительного адаптера для состыковки.

Данное решение можно использовать даже в качестве простого удлинителя, поскольку не нужно беспокоится о направлении укладки – вилка и розетка имеют одинаковые сопрягаемые поверхности. В результате заказчик экономит время и затраты, ему не нужно беспокоится об интерфейсе ответной части.

Таким образом, решение HARTING применимо в областях с экстремальными неблагоприятными условиями эксплуатации, в которых стандартные оптические соединители показали свою ненадёжность и применение оптоволоконных систем было просто невозможным. Горнопроходческое и туннельное оборудование – всего лишь два примера из многих возможных применений. Кабельные сборки с технологией Expanded Beam могут также использоваться для быстрого сетевого подключения концертного оборудования, на стройке или в контейнерных портах.

www.prochip.ru
Тел.: (495) 232-2522

Радиационно-стойкие DC/DC-преобразователи для космических аппаратов с 70-вольтовой силовой сетью

Подразделение компании Infineon Technology Company – International Rectifier HiRel Products, разрабатывающее и производящее компоненты для авиационно-космических и оборонных применений, объявила о начале поставок радиационно-стойких DC/DC-преобразователей серии GHP70, предназначенных для работы в системах электропитания космических аппаратов (КА) со стабилизированным промежуточным напряжением постоянного тока 70 В.

Повышение функциональности бортовой аппаратуры современных космических аппаратов ведёт к повышению электропотребления. Уменьшение удельной массы систем электроснабжения обеспечивается применением систем электропитания с постоянным повышенным напряжением. В зарубежных космических аппаратах и косми-



ческих станциях постоянное повышенное напряжение широко применяется в силовой сети. Например, в космических аппаратах навигационной спутниковой системы GPS III применяется сеть постоянного напряжения 70 В. Спутники GPS III, созданные компанией Lockheed Martin Space Systems, обеспечивают повышенную точность и в восемь раз повышенную защиту от помех за счёт мощности сигнала.

Преобразователи серии GHP70 выполнены по однотактной прямоходовой структуре с фиксированной частотой переключения (450…550 кГц) силового транзистора и трансформаторной развязкой в контуре обратной связи. На входе установлен помехоподавляющий фильтр, в котором применяются многослойные керамические конденсаторы, прошедшие жёсткий входной контроль для обеспечения оптимальной надёжности. Применение двухзвенной фильтрации обеспечивает снижение уровня помех во входных и выходных шинах, генерируемых преобразователем.

Функция дистанционного включения-отключения и вход/выход сигнала синхронизации позволяют легко объединять эти модули в более мощные энергетические системы. Основание корпуса выполнено из сплава AlSiC (алюминий с карбидом кремния), а кольцевой шпангоут – из железно-никелевого справа (Alloy 48) для минимизации массы и обеспечения повышенной жёсткости конструкции. Крышка выполнена из кобальт-никелевого сплава (ковар). Масса корпуса преобразователя менее 110 г. Габаритные размеры корпуса модуля GHP70 (Ш × Г × В): 76,2 × 50,8 × 12,07 мм.

Основные технические характеристики серии GHP70:

- диапазон входного напряжения 60…100 В;
- предельная накопленная доза > 100 крад (в кремнии);
- гарантируется отсутствие одиночных эффектов при пороговых линейных потерях энергии (ЛПЭ) иона до 82 МэВ•см^2/мг;
- выходная мощность до 120 Вт;
- одно- и двухканальные модели с выходными напряжениями 3,3; 5; 6; 12; 15; ±5; ±12 и ±15 В;
- высокий КПД – до 86%;

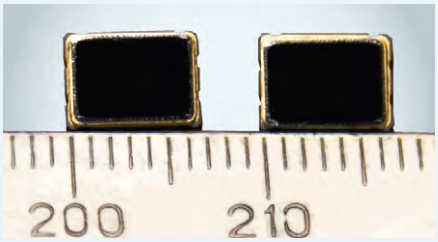
На правах рекламы

- диапазон рабочих температур –55… +125°C (рекомендуемая температура корпуса);
- диапазон температур хранения –55… +125°C;
- гальваническая развязка между первичной и вторичной цепью 200 В (постоянный ток), сопротивление изоляции 100 МОм.
- сервисные функции: блокировка при пониженном входном напряжении, защита от короткого замыкания и перегрузки, дистанционное включение/выключение, входы для сигнала синхронизации частоты преобразования, выход сигнала синхронизации, регулировка выходного напряжения (для одноканальных моделей), возможность подключения внешней обратной связи.

www.irf.com/hirel

Простые и управляемые напряжением кварцевые генераторы в SMD-корпусах

АО «МОРИОН», ведущее предприятие России и один из мировых лидеров в области разработки и серийного производства прецизионных пьезоэлектронных приборов стабилизации и селекции частоты, запускает новое для себя направление – серийный



выпуск простых и управляемых напряжением кварцевых генераторов в корпусах для поверхностного монтажа: ГК355-П и ГК356-УН.

Генераторы были освоены в производстве в связи с возросшими за последний год запросами на замену подобных импортных генераторов на отечественные.

Особо необходимо отметить расширенный диапазон рабочих температур генератора ГК355-П в интервале –55…+125°C. Суммарная нестабильность частоты (точность настройки, температурная нестабильность в интервале рабочих температур, долговременная нестабильность частоты за 10 лет, нестабильность частоты от изменения напряжения питания и нагрузки) составляет менее $\pm 50 \times 10^{-6}$.

Основные параметры ГК355-П:

- диапазон частот от 1,4 до 400 МГц;
- общая нестабильность частоты до $\pm 20 \times 10^{-6}$;
- диапазон рабочих температур –55… +125°C;
- напряжение питания: 2,5; 3,3 и 5,0 В;
- выходной сигнал: КМОП, LVPECL, LVDS;
- размеры SMD-корпуса: 5 × 3,2 × 1,4 и 7 × 5 × 1,8 мм;
- высокие надёжностные характеристики.

Основные параметры ГК356-УН:

- диапазон частот от 8 до 74 МГц;
- общая нестабильность частоты до $\pm 20 \times 10^{-6}$;
- пределы перестройки частоты до $\pm 100 \times 10^{-6}$;
- диапазон рабочих температур –40…+85°C;
- напряжение питания 3,3 В;
- выходной сигнал: КМОП;
- размеры SMD-корпуса: 5 × 3,2 × 1,4 и 7 × 5 × 1,8 мм;
- низкий уровень фазовых шумов.

Основные области применения: коммуникационное и медицинское оборудование, беспроводные сети, SONET-, SDH-, Ethernet-оборудование, промышленные контроллеры и т.д.

http://www.morion.com.ru/rus/
Тел.: (812) 350-7572, (812) 350-9243



Рынок микроэлектроники: «точки роста» есть

Однако значительного сдвига в развитии технологий отечественной электроники ждать не стоит

В предыдущие два года на мировом рынке электроники наблюдалась стагнация. На 2017-й прогноз более оптимистичный: аналитики ожидают рост на уровне 6,5%. Учитывая текущую ситуацию в ряде ключевых секторов — потребительской, промышленной электронике, автоматизации, положительная динамика действительно не исключена. Между тем в отношении России всё не столь однозначно: дисбалансы в национальной экономике предопределены отсутствием драйверов роста. В 2015 году российский рынок микроэлектронных компонентов упал на 14,3%, а в 2016-м – ещё на 3,3%. Вероятно, дело в том, что наш рынок развивается в несколько другой парадигме. Готов ли он к трансляции мировых тенденций? Ответ на этот вопрос искали участники конференции, прошедшей в рамках выставки SEMIEXPO Russia.

Тренды и драйверы

Ситуация на мировых рынках складывается интересная: в то время как США и страны Азиатско-Тихоокеанского региона укрепляют позиции на рынке электроники, Япония и Европа свою долю потеряли. Так, за последние 10 лет европейский и японский рынки сократились на 18% и 30%, а американский и рынок АТР выросли на 46% и 79%, соответственно. В результате, хотя американские и европейские компании сейчас являются владельцами и разработчиками ключевых технологий в данной сфере, с точки зрения производства рынок сдвигается в сторону Азии. На этом аспекте акцентировал внимание директор по развитию бизнеса в России Frost & Sullivan Алексей Волостнов, представивший подробный обзор основных трендов глобального рынка микроэлектроники.



Волостнов Алексей

По его мнению, ключевой тенденцией станет переход к миниатюризации, что будет способствовать не только развитию беспроводных технологий связи, но и удорожанию компонентной базы. Кроме того, в мире активно развиваются и внедряются «зелёные» технологии: экологически безопасные решения набирают всё большую популярность среди заинтересованных сторон. Одним из главных драйверов развития рынка полупроводников и микроэлектронной промышленности, вероятно, станет тренд, связанный с появлением новых требований к средствам хранения, обработки, интерпретации и анализа информации. Это обусловлено тем, что количество ежедневно потребляемой, генерируемой и перерабатываемой информации стремительно растёт: за последние три-четыре года в мире создано и переработано в разы больше информации, чем за всю предыдущую, известную нам, историю человечества.

Заметно увеличился интерес мирового сообщества к внедрению технологий индустриального Интернета вещей и автоматизации производства. Также эксперт полагает, что на рынке электроники будут доминировать «носимые» устройства (wearables) – эта инновационная технология, позволяющая, в том числе, совершенствовать системы связи, сегодня довольно успешна на рынке.

Пока мир стремительно переходит на умные технологии, российские компании осторожничают и не стремятся вкладывать средства в подобные технологии, поскольку не видят в этом смысла и не понимают, какие конкурентные преимущества и экономическую отдачу они получат в итоге. Соответственно, в нашей стране вложения в тот же промышленный Интернет вещей относительно невелики, хотя справедливости ради стоит отметить, что в последние несколько лет о необходимости его внедрения говорят на многих мероприятиях, появляются заинтересованные компании. Впрочем, по оценкам экспертов, станки у нас пока тоже не самые умные, да и промышленные роботы используются, скорее, точечно и без особого энтузиазма.

Ещё один актуальный тренд касается развития автомобильной промышленности: появляются умные автомобили, которые становятся носителями всё большего числа взаимодействующих друг с другом компонентов. Вскоре автомобиль вполне может стать некой платформой, на базе которой производители будут устанавливать различные технологии, что откроет новые возможности не только для водителей, но и для производителей микроэлектронных устройств, и импортёров.

Будет ли этот тренд востребован в России? Спрос на технологии такого рода со стороны крупных производителей есть: они ищут технологических партнёров, пытаются сами разрабатывать какие-то ноу-хау, но степень локализации в России компаний – производителей легковых и так называемых коммерческих автомобилей относительно невысокая, компонентная база для них завозится в виде модулей из-за границы. Вместе с тем у подавляющего большинства автопроизводителей есть определённые ковенанты – обязательства по дальнейшей локализации тех или иных узлов автомобиля: не только двигателя, шасси, но и электронной начинки. Соответственно, рано или поздно встанет вопрос о том, чтобы часть этих компонентов разрабатывать, производить в России с учётом

требований нашего рынка, но пойдут ли производители на дальнейшую локализацию с серьёзными объёмами, зависит от того, как будет себя вести российский рынок. К тому же производители заинтересованы работать не только на внутреннем рынке, они хотят экспортировать в страны СНГ, Азии, Ближнего Востока, Латинской Америки.

Эксперты уверены: мировой рынок микроэлектроники вернётся к здоровому росту в ближайшие пять лет. Драйвером, по всей видимости, выступит Азиатско-Тихоокеанский регион, ведь более 60% от общей доли рынка микроэлектронных компонентов в настоящий момент принадлежит именно странам АТР. Государства Северной и Южной Америки заметно отстают, их доля составляет около 19%, а на Европу и Японию приходится всего по 10%

«В период 2010-2016 годов темпы роста мирового рынка микроэлектроники составляли в среднем 2,2% в год. При этом за обозначенный период объём рынка увеличился на $41 млрд и в 2016 году достиг $339 млрд. Кстати, в 2010-м этот же показатель был равен $298 млрд, – комментирует Алексей Волостнов. – В 2017 году, по прогнозам, объём рынка увеличится до $361 млрд, а уже в следующем – до $369 млрд. В этой связи ожидаемые темпы роста 6,5% и 2,3%, соответственно. В горизонте ближайших пяти лет позиции лидеров сохранят за собой Китай, Малайзия, Тайвань, Сингапур, Южная Корея и США. С точки зрения стимулирования спроса на продукцию производственных предприятий, основными драйверами развития мировой микроэлектронной промышленности станут: автомобильная и телекоммуникационная промышленность, робототехника, индустрия здравоохранения, потребительская электроника и Интернет вещей.

Главный заказчик – государство

Возвращаясь к ситуации на отечественном рынке, Алексей Волостнов отметил: учитывая тенденцию последних двух лет по сокращению объёма рынка (по сравнению с 2014-м в 2015-м он уменьшился на 14,3% – с $2,8 до 2,4 млрд, а по итогам прошлого года снижение составило 3,3%, рынок сократился с $2,4 до 2,3 млрд), происходившего на фоне общего спада в экономике страны, в 2017 году вряд ли стоит рассчитывать на положительную динамику, скорее, нужно быть готовыми к стагнации. Кстати, доля России в структуре мирового рынка по-прежнему остаётся незначительной — всего 0,7%.

Сравнение двух рынков – глобального и российского – также обходится без неожиданностей: на мировом – ведущие позиции у сегментов промышленной электроники и потребительских товаров, на нашем же значительную часть занимает сектор ОПК. Действительно, зависимость отечественной микроэлектронной промышленности от реализации государственных программ, в первую очередь в аэрокосмической и оборонной отраслях, ни для кого не является секретом. Таким образом, 45% всех производимых сегодня в стране микроэлектронных компонентов – полупроводниковых составляющих, микросхем и чипов, потребляется предприятиями авиационной и оборонной промышленности. К слову, на компании, работающие в сфере энергетики, медицины и приборостроения, суммарно приходится 32%; а на малые и средние предприятия, специализирующиеся на производстве потребительской электроники – только 11%.

Сохраняющаяся тенденция на доминирование в данном секторе в качестве заказчика государства наводит на мысль, что оно стремится консолидировать имеющиеся активы в секторе микроэлектроники в России, хотя в большинстве развитых стран спрос на продукцию заводов формируется в частном секторе.

«Для сравнения, на сегмент телекоммуникаций там приходится в среднем 31,5% всех заказов, на сферу производства персональных компьютеров – 29,5%, на автомобилестроение – 11,6%. В структуре потребления микроэлектроники в мире государственные заказы составляют около 13,9%», – уточнил Алексей Волостнов.

По его словам, какого-то значительного сдвига в развитии технологий и изменения структуры спроса на российском рынке электроники в ближайшем будущем ждать не стоит. Тем не менее, в оборонной и аэрокосмической отраслях рост спроса будет обеспечиваться за счёт разработки новых видов вооружения и в целом увеличения военных расходов, строительства авиалайнеров и космических летательных аппаратов. В автомобильной промышленности – за счёт реализации программ по локализации производства составляющих и запчастей, развития и внедрения системы «ЭРА-ГЛОНАСС». Также можно ожидать увеличения спроса в сегменте государственных услуг, например, на чипы для пластиковых карт платёжной системы «Мир» и электронных полисов медицинского страхования. В перспективе отечественные электронные компоненты могут быть востребованы в здравоохранении, а именно в медицинских приборах, а также в ряде других отраслей, включая телекоммуникации и нуждающуюся в модернизации энергетику.



Французова Виктория

На грани прорыва?

О текущих мерах государственной поддержки, предлагаемых Министерством промышленности и торговли РФ в части развития радиоэлектроники, рассказала руководитель департамента экономического развития РЭП АО «ЦНИИ «Электроника» Виктория Французова.

Она напомнила, что Президентом России поставлена задача перед предприятиями оборонно-промышленного комплекса по переходу на гражданские рынки и созданию высокотехнологичной продукции. В этой связи предприятиям ОПК необходимо, в первую очередь, интегрироваться в мировые тренды, существующие на глобальном рынке; во-вторых, научиться привлекать умные инвестиции, а в-третьих, уделить должное внимание кадровой политике – на предприятиях ОПК, считает докладчик, серьёзные проблемы в данной области.

Выходит, сейчас самое время воспользоваться имеющимися механизмами государственной поддержки, более того – госпожа Французова призвала участников рынка не оставаться в стороне, выходить с инициативой относительно их усовершенствования.



«По имеющимся оценкам, на конец 2016 года объём мирового рынка радиоэлектроники составил около $2,8 трлн. При этом наибольшая доля, порядка $2 трлн, приходится на конечные изделия, – поясняет докладчик. – Вообще, на мировом рынке радиоэлектронной продукции отмечается тенденция существенного роста сегмента гражданской электроники, а именно – комплектующих и конечной радиоэлектронной продукции профессионального применения. Кстати, рынок военной продукции, имею в виду специальную аппаратуру, не представляется ключевым драйвером роста отрасли в связи с его относительно малой ёмкостью и ограниченными темпами роста».

Виктория отметила: при разработке государственной программы Российской Федерации «Развитие электронной и радиоэлектронной промышленности на 2013–2025 годы» проводился анализ рынка радиоэлектроники в разных странах мира, в результате выделены три ключевые модели развития радиоэлектронных производств: сборочное производство; разработка и проектирование; полный цикл создания продукции (IDM). Между тем, модель развития российской радиоэлектронной промышленности на данный момент окончательно не определена, однако перспективными считаются два пути развития: в связи с тем, что мы обладаем достаточно высоким научно-технологическим потенциалом, можно обратить внимание на модель разработки и проектирования продукции, а также на модель полного цикла.

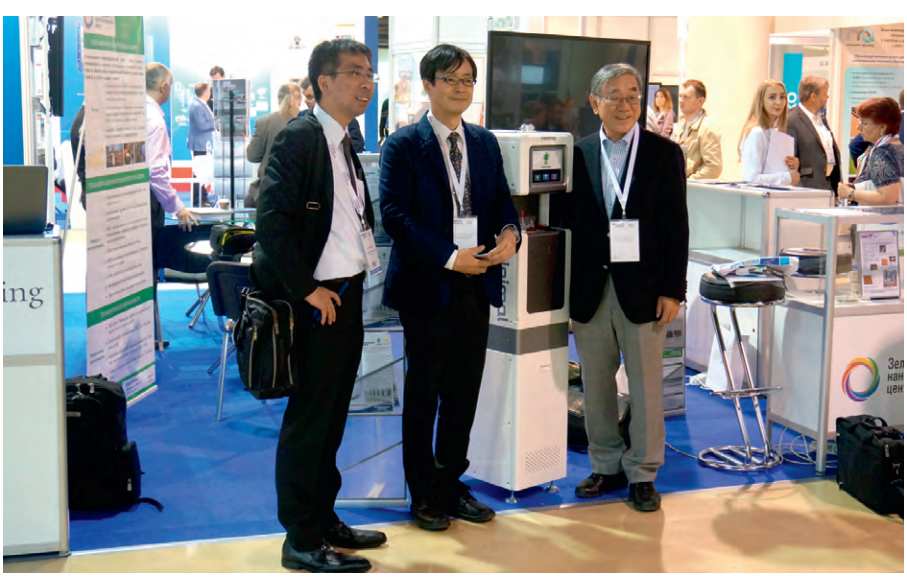
Докладчик убеждён: в качестве двигателя прогресса ближайших десятилетий стоит рассматривать «информацию» – стремительно растущие информационные потоки побуждают к внедрению опережающих технологий. Такие тренды, как эффективное управление информационными потоками; появление технологий разработки и производства высокопроизводительных систем; автоматизация промышленности и жизнеобеспечения и соответствующие им технологии (например, сети поколения 5G, BigData, социальная и промышленная робототехника, «умный город») способствуют появлению новых ниш и возможностей для развития отрасли в целом и отдельных инновационных проектов в частности.

Виктория Французова уточнила: при анализе рынка выделено четыре ключевых направления, которые на текущий момент считаются перспективными во всём мире, включая Россию. В качестве приоритетных «точек роста» для государственной фокусированной поддержки развития радиоэлектроники определены сегменты, обладающие максимальным рыночным потенциалом и научно-техническим заделом. Речь идёт о системах интеллектуального управления и робототехнике, телекоммуникациях, вычислительной технике, специальном технологическом оборудовании для микроэлектроники, в том числе системах интеллектуального управления, и непосредственно самой микроэлектронике.

«В рамках новой государственной программы предусматривается три ключевых направления финансовой поддержки. В основу госпрограммы легли результаты работы предприятий в рамках федеральной целевой программы «Развитие электронной компонентной базы и радиоэлектроники на 2008-2015 годы», – комментирует спикер. – При этом общий объём финансирования новой программы до 2025 года составит 267,1 млрд рублей, половина – государственные инвестиции. На НИОКР будут направлены субсидии в размере 96,4 млрд рублей, на создание производственной базы – 4,2 млрд рублей, на производство микроэлектронной продукции – 2,1 млрд рублей.

При реализации федеральной целевой программы акцент делался на создание технологий электронно-компонентной базы, финансирование разработок было прямое – государство выступало непосредственным заказчиком проектов и впоследствии именно ему принадлежали права на разработки. Сейчас приоритетом государственной программы является создание готовой конечной продукции, финансирование осуществляется в формате субсидирования, и вся собственность на результаты интеллектуальной деятельности принадлежит предприятиям.

Чтобы проконтролировать эффективность реализации отдельных про-



ектов и госпрограммы в целом, Минпромторг определил целевые показатели и индикаторы. Так, к 2025 году выручка в сегменте должна составить 304,4 млрд рублей против 27,1 млрд рублей в 2016-м; доля отечественного оборудования на внутреннем рынке должна вырасти с 5,5 до 30%; объём экспорта отечественного оборудования планируют увеличить более чем в 10 (!) раз до $56,6 млн – в 2016-м этот показатель составлял $5,6 млн.

«В госпрограмму заложен проектный подход, а это значит, что предприятия могут выходить на соответствующий конкурс с проектом, находящимся на любом этапе реализации. При этом приветствуется широкая кооперация, поскольку не все предприятия могут похвастаться полным циклом создания продукта – от разработки до производства. Головной исполнитель проекта вправе привлечь другие предприятия для выполнения в рамках проекта определённых функций. В 2016 году для участия в программе поступило 102 проекта от 56 организаций, они сейчас реализуются. По нашим наблюдениям, частные организации проявляют бóльшую активность, нежели государственные: от них поступило свыше 80% проектов», – сообщила Виктория Французова.

Она также обратила внимание коллег на то, что в отрасли функционирует и разрабатывается широкий спектр инструментов поддержки, которыми предприятия могут пользоваться уже сегодня – все они работающие, их можно использовать для реализации проектов и вывода продукции на российский и международный рынки. Действительно, помимо финансовых и регуляторных мер правительство пытается решить задачу продвижения отечественной продукции, в рамках которой реализуется отраслевой план импортозамещения.

Докладчик считает, что в настоящее время радиоэлектронная промышленность России не просто вышла на качественно новый уровень развития, она находится на грани стратегического прорыва.

«За годы реализации госпрограмм сформирован серьёзный задел в области науки и технологий, и с точки зрения производственных мощностей. Тем не менее, российский рынок весьма ограничен в развитии гражданских сегментов. Сегодня отечественная продукция неконкурентоспособна на открытом рынке, прежде всего, по ценовым характеристикам из-за отсутствия масштабируемого спроса. В таких условиях успеха можно достичь либо в узкоспециализированных нишах, либо используя государственные инструменты поддержки. В настоящий момент государственные инструменты работают на развитие тех сегментов, вложения в которые дадут максимальный экономический эффект, и развитие которых будет способствовать обеспечению стратегической безопасности страны», – заявила госпожа Французова.

Прогноз развития российского рынка радиоэлектроники в целом довольно позитивный: аналитики полагают, что к 2030 году выручка составит 4020 млрд рублей (в 2016-м этот показатель едва превысил 1 млрд рублей); экспорт вырастет до отметки $10 200 млн (по итогам 2016-го цифры скромнее – всего $3 475 млн); степень износа оборудования снизится до 34,3% (сегодня она составляет 45,3%), а средняя загрузка производства увеличится до 77,1% против нынешних 54,3%.

Воплотится ли задуманное в реальность – покажет время, но некоторые представители отрасли настроены весьма оптимистично – как, например, представитель инвестиционного департамента агентства Дальнего Востока по привлечению инвестиций и поддержке экспорта Георгий Фотин, упомянувший в своём выступлении о возможностях развития микроэлектронной промышленности Дальнего Востока.

По мнению спикера, предпосылок для развития микроэлектронной промышленности в России вполне достаточно: это и приказ Минпромторга по импортозамещению в радиоэлектронной промышленности, являющийся частью программы импортозамещения, реализуемой Правительством РФ; и рост спроса на продукцию микроэлектроники; и существенное удорожание продукции микроэлектронной промышленности, к чему привела девальвация рубля в 2014-2015 годах.

«У Дальнего Востока существуют дополнительные причины стать ведущим центром микроэлектронной промышленности, поскольку здесь реализуются значимые проекты федерального уровня, которые, мы убеждены, окажут мультипликативный эффект на различные отрасли российской экономики, в том числе, микроэлектронику, – говорит докладчик. – Например, в



Фотин Георгий

Комсомольске-на-Амуре, являющемся ведущим центром машиностроения на Дальнем Востоке, в том числе, авиационной промышленности, на базе существующих предприятий планируется создание индустриального кластера. Развиваются и отдельные высокотехнологичные мегапроекты, к которым можно отнести создание космодрома «Восточный» и строительство судоверфи «Звезда» – появление авиакосмического кластера на базе космодрома откроет новые возможности для производителей микроэлектроники».

Государственная поддержка инвесторов на Дальнем Востоке разнообразна: заинтересованным сторонам готовы предложить льготный налоговый режим, упрощённое регулирование и процедуры, низкую стоимость и высокую доходность инвестиций, а также предоставить инфраструктуру, рабочую силу и финансирование. Основной же механизм поддержки инвестора – создание так называемых территорий опережающего развития – на Дальнем Востоке уже 17 таких зон. Вызывает интерес и механизм «Свободный порт Владивостока» – имеются в виду образования в прибрежной зоне с упрощённой системой регулирования.

«Во многом благодаря механизмам государственной поддержки, на Дальнем Востоке созданы благоприятные условия для осуществления инвестиций, в том числе в отрасли микроэлектроники. Мы сравнили налоговые, административные условия, стоимость коммунальных услуг с крупнейшими странами Азиатско-Тихоокеанского региона и США и пришли к выводу,



Суворов Андрей

что в России складываются комфортные условия для ведения бизнеса, – говорит Георгий Фотин. – Разумеется, нам предстоит серьёзная работа, ведь к 2020 году доля импорта комплектующих в таких отраслях, как IT, авиастроение и кораблестроение должна снизиться в 1,5–2 раза, а это значит, необходимо уже сейчас воспользоваться возможностями, предлагаемыми государством».

Киберграмотность на нулевом уровне

В век стремительного развития информационных технологий большое внимание уделяется такой сфере, как кибербезопасность. По словам директора по развитию направления безопасности критической инфраструктуры «Лаборатории Касперского» Андрея Суворова, сегодня в сфере промышленной кибербезопасности актуальны три тренда: участившиеся случаи вымогательства, компрометация цепочки поставок, что может привести к уходу ключевых клиентов, и получение злоумышленниками удалённого доступа к системам. Для представителей микроэлектроники, уверен спикер, третий аспект наиболее важен – в результате подобного инцидента хакеры могут похитить интеллектуальную собственность и вмешаться в технический процесс.

Кстати, ещё четыре года назад, по результатам опроса руководителей компаний, проведённого страховым гигантом в области рисков – компанией Allianz Global Corporate & Specialty (AGCS), киберугрозы занимали лишь 13-е место – очевидно, эту угрозу не рассматривали всерьёз. Однако по итогам самого свежего опроса, киберинциденты заняли 3-е место среди угроз для бизнеса по всему миру.

«Весной прошлого года совместно с компанией B2B International мы опросили более четырёх тысяч IT-специалистов из 25 стран мира, включая Россию, и выяснили, что средний ущерб предприятий малого и среднего бизнеса от кибератак составил $86 000, для крупных корпораций этот показатель в десять раз выше, – заявил представитель «Лаборатории Касперского». – По нашим оценкам, самое большое зло в области кибернападений – целевые атаки, это когда злоумышленники последовательно и, что немаловажно, заблаговременно собирают информацию о технологическом процессе конкретной компании, а затем осуществляют атаку. Проблема в том, что такая атака может оставаться невидимой для участников производственного процесса. Например, в 2010 году произошло виртуальное нападение на предприятие по обогащению урана в Иране. Случившееся обнаружили далеко не сразу: некоторое время сотрудники работали с подменённой информацией, видя на экранах SCADA, что технологические процессы идут правильно. В реальности же с мая по ноябрь злоумышленники вывели из строя 20% центрифуг. Вызывает опасение то, что коллекция киберинцидентов пополняется ежедневно, и компании должны быть к ним готовы».

Спикер посетовал на то, что хотя на российских промышленных предприятиях заняты квалифицированные инженерные кадры, зачастую они не ознакомлены даже с простейшими сценариями кибератак на такого рода объекты, словом, киберграмотность на нулевом уровне.

«Сложилось мнение, что автоматизированная система управления технологическим процессом работает в замкнутом контуре, и всё, что там происходит, – сугубо внутренняя история. Кроме того, многие, оказывается, уверены, что системы промышленной автоматизации и всё, что связано с производственными процессами, отличается образцовой безопасностью. На деле же ситуация противоположная, – комментирует эксперт. – В настоящее время обеспечение промышленной безопасности – одна из приоритетных целей каждой компании, но это не означает, что за этот аспект должен отвечать только IT-директор. В данном случае речь идёт о новом типе бизнес-рисков и, соответственно, бизнес-устойчивости компании. С августа 2016 года нами идентифицировано более 80 уязвимостей «нулевого дня» – ранее неизвестных уязвимостей, эксплуатируемых киберпреступниками в сетевых атаках. Даже одна уязвимость «нулевого дня» для контроллера может стать фатальной для промышленной компании».

Докладчик предложил четыре пути решения проблемы кибератак: их можно избежать, принять, передать или снизить. Учитывая, что ландшафт угроз меняется быстро, избежать их могут единицы. Под принятием риска имеется в виду готовность заплатить за его реализацию – Андрей Суворов посоветовал руководителям компаний рассчитать стоимость одного часа простоя производства и вероятность возникновения киберинцидента. С тем, чтобы «передать», ситуация, признал он, не совсем однозначная, поскольку страховой рынок не готов покрывать расходы, связанные с потерей имущества или с простоями, вызванными кибератакой. В таком случае не будет лишним заранее проверить страховое покрытие. Снизить же риск проще, чем кажется: этому будет способствовать обучение персонала и общий анализ защищённости компании, который позволит определить, на какой фазе с точки зрения промышленной кибербезопасности она находится, и понять – стоит ли кричать «караул» или самое время предпринять защитные меры.

Заинтересованы в сотрудничестве

Международным опытом в микроэлектронике поделился глава торгово-экономического представительства в посольстве Государства Израиль в Российской Федерации Марк Канер.

Спикер выделил четыре основных сегмента израильской индустрии микроэлектроники: это международные компании, работающие в данной сфере и занимающиеся, в том числе, разработкой чипов на территории Израиля; израильские компании-разработчики; компании-производители и израильские стартапы. Докладчик подробно представил каждую из этих категорий. Особое внимание, безусловно, собственным израильским стартапам, вызвавшим интерес мирового сообщества и крупнейших компаний – известных игроков рынка. Например, компанию Altair – разработчика высокопроизводительных одномодовых наборов

микросхем 4G LTE Chipsets в январе 2016 года за $212 млн купила компания Sony, а компанию Mobileye – разработчика средств компьютерного видения для самоуправляемых автомобилей (чипов для автопилота) в марте 2017-го за $15,3 млрд купила международная корпорация Intel.

Что примечательно, данные примеры не единичны, интерес к инновациям в сфере микроэлектроники на территории Израиля высокий, некоторые компании с мировым именем, как, например, Apple, создают здесь собственные центры развития.

По словам господина Канера, израильская сторона очень заинтересована в сотрудничестве с Россией – не помешало бы обсудить возможные точки соприкосновения: «Мы уверены, что Государство Израиль может выступить источником возможностей для электронной промышленности России».

Призвал к сотрудничеству и руководитель группы в Исследовательском институте наноэлектроники при Национальном институте наук и технологий (AIST) доктор Широ Хара, который рассказал российским коллегам об инновационной технологии Minimal Fab, предполагающей использование полудюймовых подложек для уменьшения инвестиций в полупроводниковое производство в тысячу раз.

«Это революционная разработка в области производства микроэлектронных устройств, позволяющая организовывать мелкие и среднесерийные полупроводниковые производства фактически с нуля, осуществлять разработку и прототипирование изделий для традиционных полупроводниковых фабрик, существенно уменьшая стоимость и длительность этих процессов. На мой взгляд, пришло подходящее время для внедрения такой новации – наблюдается тренд появления небольших, но достаточно умных, клиентоориентированных предприятий, в том числе, фабрик. Я уверен: за ними – будущее», – сказал господин Широ Хара.

В ходе конференции говорили не только о значимости международного сотрудничества, неоднократно звучала мысль о том, что государству и бизнесу стоило бы объединить усилия для развития микроэлектроники: только продуктивная совместная работа даст весомые результаты и поможет достигнуть обозначенных – весьма амбициозных целей.



Широ Хара

Материал подготовила Елена Восканян.

Фотографии с конференции и выставки SEMIEXPO Russia 2017 смотрите на сайте www.soel.ru в разделе «Фотоотчёты».

Honeywell
TDK
SICK
VISHAY
3M
BOURNS
TE connectivity
Panasonic
JAMICON
MASTECH
MITSUBISHI ELECTRIC
UNI-T
muRata
Реклама

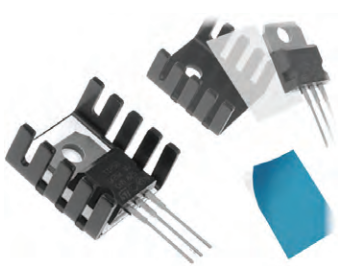
Теплопроводные материалы

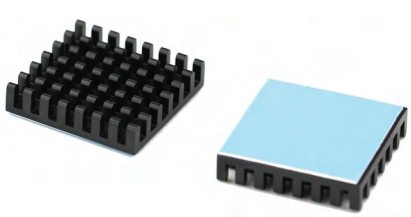
3M

8810 - двусторонняя клеевая подложка



- Теплопроводность: 0,6 Вт/м-К
- Диэлектрическая прочность 26 кВ/мм
- Материал: вспененный акриловый полимер толщиной 250 мкм
- Отличная смачиваемость поверхности акриловым клеем
- Мягкий материал, отличное заполнение неровностей рельефа
- Не высыхает и не теряет свойств после пикового нагрева (до 150°С)
- Не требует крепежа и не имеет цикла отвержения





Размеры:

100x125

100x180

200x125

200x180

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

Как оцифровать производство: сравнение ПЛК, Raspberry Pi и MICA

Перевод: Виктор Зуев

Современная реальность предъявляет особые требования к созданию цифрового производства на промышленных предприятиях. Важность приобретают такие направления, как измерение и учёт потребления ресурсов с целью оптимизации, сбор и анализ данных о работе промышленного оборудования, учёт движения ресурсов внутри предприятия. Для реализации данных задач применяется специальное оборудование.

В статье раскрываются особенности различных устройств, которые являются частью производственного процесса, даётся ответ об оптимальном использовании компонентов для решения задач цифрового производства.

Инженеры в сфере автоматизации знакомы с программируемыми логическими контроллерами (ПЛК), которые обычно поставляются или устанавливаются производителями оборудования. Уже много лет эти приборы являются признанными инструментами для регулирования и контроля за оборудованием и заводами, но достаточно ли хорошо они подходят для создания цифрового производства?

Разработчики всё чаще предпочитают работать с одноплатным компьютером Raspberry PI для запуска приложений в тестовом режиме – чтобы быстро опробовать идеи для новых производственных процессов или с целью анализа данных. Но насколько Raspberry PI подходит для промышленного применения? Открытая компьютерная система HARTING MICA считается третьим вариантом, позволяющим совместить сферы IT и автоматизации.

Все названные компоненты занимают свою нишу и имеют свои преимущества для различных применений. В таблице можно увидеть сильные стороны тех или иных компонентов и технологий и возможность их применения в промышленности.

Попробуем разобраться в ключевых особенностях и отличиях различных устройств, применяемых в сфере автоматизации производственных процессов на промышленных предприятиях.

ПЛК в режиме реального времени

ПЛК более 40 лет используются в промышленности. Они заменили релейное управление за счёт долговечности и надёжности, являющимися важными факторами в промышленности. ПЛК стали использоваться для обработки цифровых и аналоговых сигналов и могут быть установлены в шкафах управления, сэкономив при этом место.

Основная задача ПЛК – регулировка работы и контроль производственного оборудования. Например, ПЛК может отвечать за управление двигателем или его экстренную остановку. Для этой цели ПЛК работает совместно с актуаторами, которые используются для управления выходами на нагрузку. Актуаторы включают в себя контакты для включения электрических моторов, клапанов для гидравлики или сжатого воздуха, или модулей, отвечающих за перемещение. ПЛК может быть связан с датчиками или актуаторами через полевые шины.

ПЛК также может отправлять данные на вышестоящий уровень системы, но его программирование не может быть выполнено через Web-ориентированные языки программирования или приложения с открытым исходным кодом. Функционирование ПЛК базируется на стандарте EN 61131, который часто непонятен для IT-служб, и прежде всего остаётся сферой компетенции инженера-технолога. В отличие от Raspberry PI и MICA, ПЛК работает с данными в режиме реального времени и постоянно взаимодействует с оборудованием.

Недостаток, с которым сталкивается большинство пользователей во время ежедневной работы, – программа ПЛК создаётся для одного контроллера и не может быть использована на других контроллерах без модификации. Другой недостаток – разные схемы адресации при совместной работе контроллеров через полевую шину. В отличие от Raspberry PI, ПЛК подходит для промышленного применения и действительно является ключевым элементом промышленной автоматизации.

Необходимо отметить, что ПЛК существенно отличается от так называемых систем управления на основе персонального компьютера (ПК): системы на основе ПК имеют практически неограниченный объём памяти для хранения данных и работают быстрее. Однако системы на основе ПК имеют ограниченные возможности по работе в режиме реального времени, и их компоненты имеют более низкую надёжность.

Сильными сторонами ПЛК являются:

- прочность и защищённость, подходят для промышленного применения, работают в режиме реального времени (но всё это отражается на цене);
- долгий жизненный цикл и доступность компонентов;
- ПЛК может передавать данные на вышестоящий уровень системы, но требует знаний специальных языков программирования, незнакомых IT-службам;
- ПЛК может обрабатывать цифровые и аналоговые сигналы.

Raspberry PI – одноплатный компьютер

Raspberry PI был специально создан в качестве обучающего инструмента для студентов. По сути это новый класс устройств – дешёвые одноплатные компьютеры, которые предоставляют достаточные возможности для специфических компьютерных задач в компактном размере. Другие известные компактные компьютеры: Arduino, Banana PI и BeagleBone. Они созданы для экспериментов и быстрых внедрений.

Существует более 20 операционных систем для Raspberry PI, однако Linux является основой для большинства приложений. Microsoft также продвигает свои ОС и ПО для Raspberry. Существует множество бесплатных приложений для Raspberry в Интернете. Raspberry также поддержива-

Сравнительная таблица компонентов автоматизации

Применение	Raspberry Pi	MICA	ПЛК
Моделирование процессов для проектов в сфере Интернета вещей без возможности работы в режиме реального времени	**Хорошо***, поскольку: • небольшие инвестиции • открытая система • быстрое обучение • лёгкая адаптация	**Хорошо**, поскольку: • открытая система • быстрое обучение • лёгкая адаптация	**Не подходит**, поскольку: • очень дорогое и негибкое решение
Сбор и визуализация специальных данных, оповещение	**Применимо**, но только с некоторыми оговорками: • не подходит для промышленного использования • отсутствие возможности замены запасных частей • невозможность использования промышленной сети для обмена данными	**Очень хорошо**, поскольку: • открытая система может быть применена в модульной концепции • широкий спектр программного обеспечения • степень защиты IP • вычислительная мощность • удобство использования и защищённое исполнение • ж/д сертификация • возможность замены запасных частей • высокий стандарт защиты • промышленная сеть разработчиков • управляемые инвестиции	**Хорошо**, но есть ограничения: • закрытая система • программирование более сложное • подходит для промышленного использования • стоимость установки • высокие инвестиции
Взаимодействие с системой планирования ресурсов предприятия (ERP) и облачными сервисами			**Применимо**, но только с некоторыми оговорками: • закрытая система • программирование более сложное • подходит для промышленного использования • стоимость установки • высокие инвестиции
Беспроводное взаимодействие, в том числе с применением технологии RFID	**Не подходит**, поскольку: • не подходит для промышленного использования • отсутствие возможности замены запасных частей • невозможность использования промышленной сети для обмена данными		**Применимо**, но только с некоторыми оговорками: • закрытая система • нехватка оборудования • программирование более сложное требует больше времени • стоимость установки • высокие инвестиции • сложная комбинация нескольких элементов управления
Управление двигателями в режиме реального времени	**Не подходит**	**Не подходит**, поскольку возможности в режиме реального времени отсутствуют	**Очень хорошо**, поскольку: • система с высокой производительностью • развитие на протяжении многих лет • возможность работы в режиме реального времени • обработка аналоговых и цифровых сигналов
Приложения для ПЛК без возможности работы в режиме реального времени	**Подходит**, поскольку: • Raspberry может воспроизводить программы ПЛК с Logi.CAD3 • небольшие инвестиции	**Чрезвычайно подходит**, поскольку: • MICA может быть использован с Logi.CAD3 • небольшие инвестиции • подходит для промышленного использования • множество возможных применений	**Применимо**, но только с некоторыми оговорками: • высокие инвестиции • вмешательство в структуру программирования

*представлена оценка – насколько данная технология подходит для указанного применения: подходит, хорошо подходит, очень хорошо подходит, применимо, не подходит

ет множество языков программирования (Python, Java, C, C++ и другие).

Огромный недостаток Raspberry – это его конструктив, который не соответствует промышленным стандартам. Первые версии вышли на рынок в низкобюджетном исполнении. Новые версии выполнены лучше, но разъёмы, корпус, теплоизоляция монтажной платы, а также стабильность поставок и надёжность для промышленного применения в основном не соответствуют промышленным стандартам. Тем не менее Raspberry PI может послужить для создания прототипов.

Сильные стороны Raspberry PI:

- очень дешёвое решение для входа в мир программирования, может применяться в качестве платформы для тестирования промышленных приложений;
- открытая система Linux, а также поддержка технологии OPC UA, использование Web-технологий или языка C++;
- широкое сообщество, возникшее в Интернете в последние годы, предоставляющее бесплатные советы и поддержку. Raspberry PI хорошо известен во всём мире;
- Raspberry PI поддерживает Windows и уже имеет интерфейсы Bluetooth и Wi-Fi.

MICA – соответствие промышленным стандартам

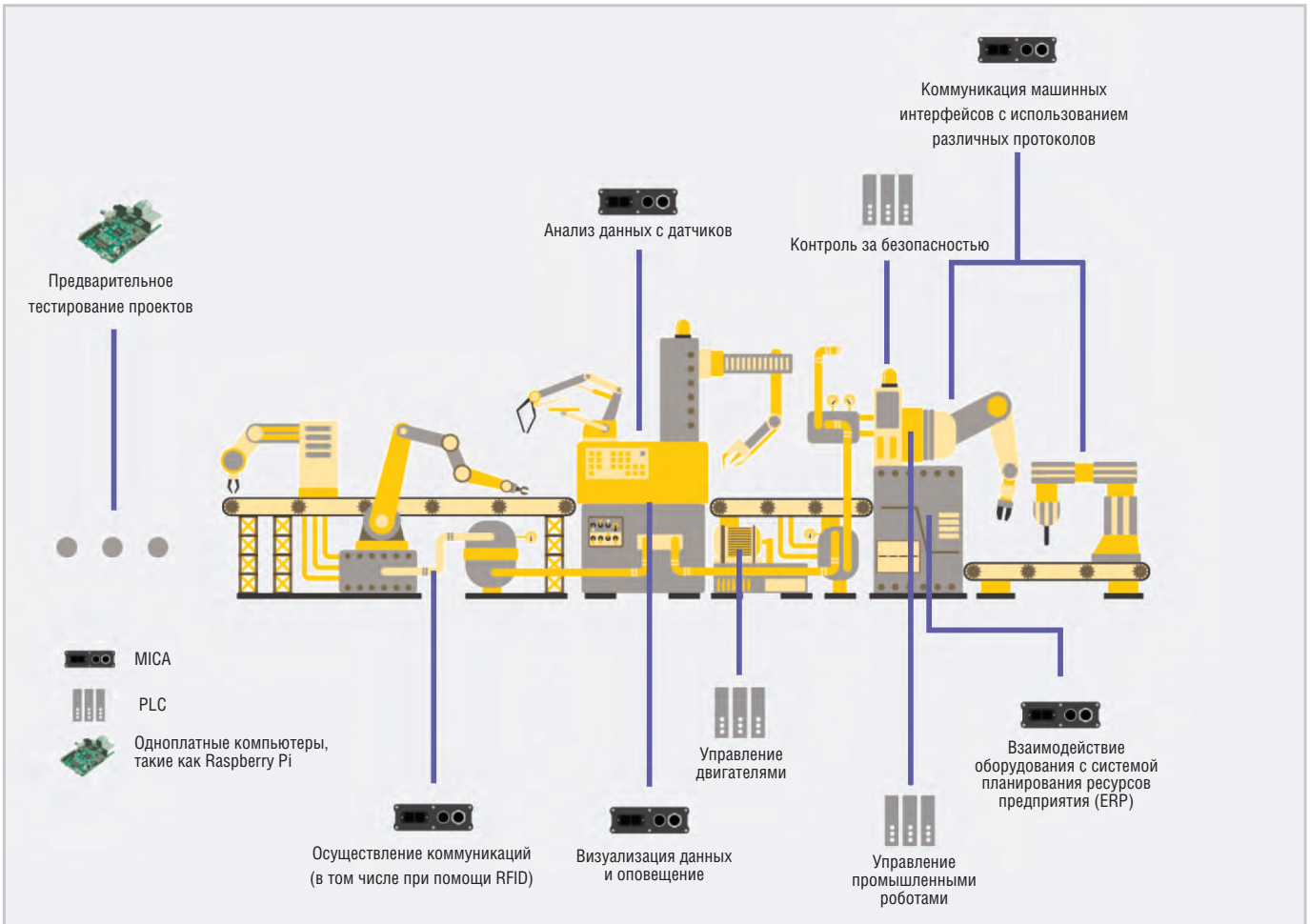
MICA базируется на модульной промышленной компьютерной платформе, и разработчики сознательно заняли нишу между низкобюджетным любительским Raspberry PI и ПЛК промышленного стандарта.

Маленькая чёрная «коробочка» может показаться неприглядной, но MICA изготовлен согласно стандартам IP67 и EN50155, поэтому защищён от проникновения воды и пыли при выполнении важнейших промышленных задач: трансляции IT-команд в машинные команды, сборе и анализе информации, обмене данными с верхним уровнем программного обеспечения на предприятии (например, трансляция из системы SAP прямо к станку).

Модульная структура MICA касается и аппаратного, и программного обеспечения. Пользователь может заказать MICA с платой RFID, с модулями EtherCat, PROFINET, EtherNet IP, с интерфейсной платой USB – все версии соответствуют промышленным стандартам защиты. MICA вполне может использоваться, например, для подсоединения системы датчиков и сбора данных на промышленной площадке.

Данные могут быть обработаны непосредственно на MICA, для этого доступны несколько бесплатных инструментов с базами данных. Поддерживается возможность работы с Microsoft Azure, IBM, SAP Hana и Dimension Data для облачных вычислений.

Разработчики MICA также выбрали открытую систему Linux, как на Raspberry PI. Это предоставляет поль-



Место различных компонентов автоматизации в производственном процессе

зователям возможность использовать Web-технологии, языки программирования, такие как «R», базы данных, такие как Hadoop, широко известные в мире IT совместно, например, с оборудованием станка для литья пластмассы под давлением, не испытывая никаких сложностей. Ещё одно преимущество: Linux упрощает сетевую настройку и распределение IP-адресов.

Есть и кое-что особенное: на устройстве HARTING MICA используются программные пакеты (маленькие виртуальные машины), которые могут управляться независимо друг от друга. В основе лежит система управления программными пакетами, контролем доступа, установкой и обновлением приложений.

Для MICA доступны многие языки программирования, такие как Python или C++, но более важно то, что система поддерживает стандартный протокол Industry 4.0 – OPC UA. Это важный компонент для коммуникаций в концепции Industry 4.0. В то же время широкий спектр языков программирования способствует максимально быстрому вводу в работу платформы MICA IT-сотрудниками и развитию новых бизнес-моделей на предприятии.

Но настоящее преимущество системы программных пакетов в том, что есть возможность создавать свои собственные пакеты приложений и запускать их одновременно на одном устройстве.

Дополнительным плюсом является и то, что системы программных пакетов повышают надёжность системы. Ключевым элементом в обеспечении безопасности является использование TPM-чипа, SSL и VPN. Благодаря MICA IT-служба взаимодействует со станками напрямую, но без вмешательства в управление ими, которое выполняется ПЛК. Это позволяет оградить производство от потери данных, задержек и сбоев в работе.

MICA может также работать в offline-режиме без вмешательства в производственную сеть, при этом программное обеспечение не затрагивает процессы производства. Кроме того, программный интерфейс платформы является очень простым и напоминает интерфейс смартфона, облегчая его использование сотрудниками. Результатом является хорошее визуальное восприятие и понимание. Хочется отметить, что дружелюбность интерфейса – это крайне важный фактор для применения той или иной системы в будущих проектах.

Сильные стороны MICA:

- быстро устанавливается и демонтируется, что позволяет применять её для многих задач в производстве (использование конструктивов для установки не является обязательным);
- MICA создана для использования в режиме 24/7, что, в частности, важно для работы на железной дороге. Не мешает управляющему персоналу, поскольку не вмешивается в сложившиеся производственные структуры, но может осуществлять взаимодействие систем наподобие SAP с производственным оборудованием, если это необходимо;
- опыт HARTING в сфере промышленных разъёмов для промышленности и железнодорожного транспорта позволяет представить вариант защищённого компьютера с соблюдением стандартов IP67, EN50155, EMC, соответствующих требованиям для железных дорог. Штекеры и разъёмы от HARTING, отвечающие про-

мышленным стандартам, признаны во всём мире;
- опыт HARTING в области RFID также нашёл применение в MICA;
- MICA базируется на системе Linux. Разработка приложений аналогична разработке для Raspberry PI и по силам для большинства IT-специалистов;
- разработчик MICA осознаёт важность создания сетевого сообщества вокруг платформы. Вскоре после презентации компания создала собственное сетевое сообщество для разработчиков с целью обучения и развития новых бизнес-моделей в сотрудничестве с партнёрами – www.mica.network.

На рисунке дано наглядное представление об оптимальном применении рассмотренных устройств в производственном процессе.

Оцифровывание производства тесно связано с развитием концепции Industry 4.0. В первые несколько лет дискуссия, в частности в Германии, была в основном сосредоточена вокруг сетей, объединяющих производственное оборудование, что конкретно может быть реализовано с помощью ПЛК. Но оцифровывание производственного процесса также означает появление новых знаний для персонала, использование и тестирование новых технологий, и, как следствие, развитие новых областей в бизнесе, новых путей получения прибыли – и всё в пределах устоявшихся производственных структур и с небольшими затратами.

Очень многое промышленность может почерпнуть у B2C-компаний из США, которые уделяют большое внимание анализу данных. Не все их внедрения оказались эффективными, однако технологии, применяемые Google и другими компаниями, могут быть полезны для производства и автоматизации.

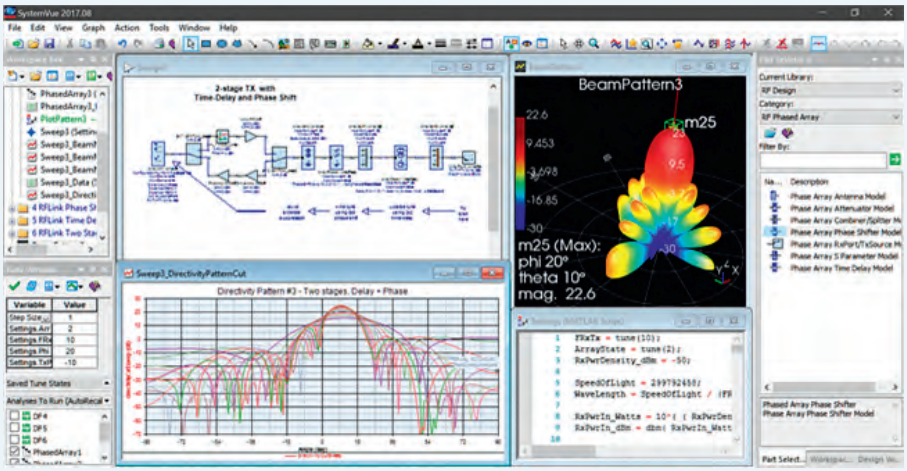
Появление сотрудников с новым образом мышления требует использование открытых систем, таких как Raspberry и MICA. При этом Raspberry остаётся на столе или на испытательном стенде в качестве «пробного шара», а MICA может служить больше чем тестовым оборудованием, она может участвовать в живом промышленном процессе. Данная платформа более защищена и подходит для промышленного применения. Она не просто осуществляет быструю коммуникацию, а также выполняет функцию анализа данных. При этом не нужно модернизировать производственное оборудование или устанавливать новые элементы управления в щиты автоматики. Перепрограммирования ПЛК также не требуется. MICA может адаптироваться под функции производственного оборудования с помощью модульной структуры программного обеспечения. Выбор тех или иных программ основывается на индивидуальной задаче.

Пользователи MICA не планируют использовать её в качестве ПЛК для управления оборудованием и контроля производственных процессов, они хотят знать только о состоянии оборудования, собирать, записывать и пересылать данные, которые являются основой для принятия решений в процессе оценки стоимости продукции. Это то, что является основой концепции Industry 4.0 – объединение мира IT с промышленной автоматизацией и развитие новых бизнес-моделей.



НОВОСТИ МИРА

SystemVue 2017 сократила стоимость и потребляемую мощность трансиверов NB-IoT института ASTRI



Платформа SystemVue 2017 предоставила специалистам ASTRI результаты анализа, на основании которых они смогли формально затребовать пересмотра стандарта NB-IoT для недорогих/маломощных трансиверов.

Компания Keysight Technologies, Inc. объявила о том, что её передовая платформа для проектирования, моделирования и проверки систем SystemVue 2017 внесла весомый вклад в улучшение стандарта узкополосного Интернета вещей (NB-IoT).

САПР SystemVue позволяет объединять имеющиеся модели НЧ-, ВЧ-трактов и каналов для оценки системы в целом. Улучшение, реализованное с помощью САПР SystemVue, позволило оптимизировать стандарт абонентского оборудования (АО) NB-IoT, облегчив реализацию маломощных терминальных ИС, что будет закреплено в выпусках 13-го (исправленная версия) и 14-го стандарта 3GPP.

NB-IoT представляет собой новый стандарт узкополосной беспроводной связи, разработанный для поддержки широкого диапазона новых устройств и услуг IoT. Этот стандарт определяет недорогую и маломощную аппаратную реализацию, ориентированную на массовое применение и обеспечение большого срока службы батарей.

Проектируя терминальный трансивер NB-IoT, специалисты Гонконгского исследовательского института прикладных наук и технологий (ASTRI) обнаружили неверное определение одного из требований к широкополосным интермодуляционным искажениям в приёмнике стандарта NB-IoT. Это требование было более жёстким, чем в стандарте LTE, что затрудняло создание недорогих/маломощных терминалов NB-IoT.

Платформа моделирования системного уровня на базе САПР SystemVue и библиотеки NB-IoT (разработанной совместно с ASTRI) подразделения EEsof компании Keysight позволила получить неопровержимые доказательства, необходимые для отправки официального запроса на изменение стандарта к 82-й февральской сессии группы 3GPP RAN4 в Афинах (Греция). Изменение было полностью принято делегатами многих компаний.

www.keysight.com/go/news

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	–30
	макс.	+80	+75	+70	+70

PROCHIP POWERED BY PROSOFT ОФИЦИАЛЬНЫЙ ДИСТРИБЬЮТОР
АКТИВНЫЙ КОМПОНЕНТ ВАШЕГО БИЗНЕСА
(495) 232-2522 ▪ INFO@PROCHIP.RU ▪ WWW.PROCHIP.RU

НОВОСТИ МИРА

Altium Limited поддержала XIII Международную летнюю космическую школу «От миссии до проекта наноспутника»



Летняя школа в этом году была посвящена 60-летию запуска первого спутника «Спутник-1» и 75-летию Самарского университета.

Компания Altium Limited выступила с поддержкой XIII Международной летней космической школы «От миссии до проекта наноспутника», организованной Самарским национальным исследовательским университетом имени академика С.П. Королёва, ракетно-космическим центром «Прогресс», а также Поволжским региональным отделением Российской академии космонавтики им. К.Э. Циолковского. В рамках поддержки Altium обеспечила участников школы необходимым количеством лицензий на своё специализированное решение для проектирования электронных устройств Altium Designer.

Летняя школа проходила в два этапа. На первом студенты и молодые инженеры изучали теоретические основы космических технологий для создания наноспутников, а также занимались непосредственно их конструированием и разработкой обеспечивающих электронных подсистем на базе специальных программ, в частности, Altium Designer. На втором этапе участники разбились на команды, каждая из которых прорабатывала определённую миссию наноспутника.

«С каждым годом растёт популярность космической школы, расширяется география её участников, и мы видим свою задачу в том, чтобы помогать поддерживать интерес среди молодых инженеров к современным технологиям и освоению космоса в целом, – отметил Олег Илюкин, старший территориальный менеджер Altium в России и СНГ. – Поэтому мы с радостью предоставили участникам школы наше решение – Altium Designer, чтобы у них была возможность проявить себя и получить необходимые навыки в проектировании таких сложных устройств».

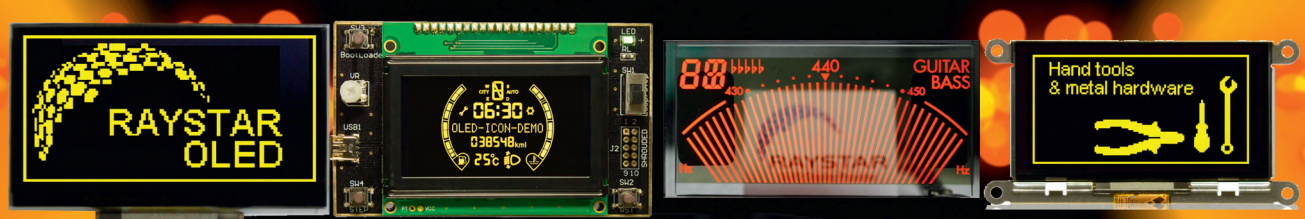
В 2017 году для участия в школе было подано рекордное количество заявок – более 170, а окончательная группа участников сформировалась после прохождения дистанционного тренинга и выполнения тестовых заданий. В этом году студентами космошколы стали 40 студентов и молодых инженеров из Италии, Франции, Испании, Словении, Бразилии, Мексики, Боливии, Азербайджана, Японии, Шри-Ланки, Индии, Коста-Рики. Школа на базе Самарского национального исследовательского университета имени академика С.П. Королёва проходила в конце июня – начале июля.

Пресс-релиз Altium

RAYSTAR
OLED Display Provider

Лучшая замена ЖК-панелям

OLED-дисплеи Raystar



Специсполнение по ТЗ заказчика Прозрачные модели

АВТОМОБИЛЬНАЯ ЭЛЕКТРОНИКА • СИСТЕМЫ БЕЗОПАСНОСТИ • ИЗМЕРИТЕЛИ МОЩНОСТИ • БЫТОВАЯ ТЕХНИКА • МЕДИЦИНСКИЕ ПРИБОРЫ

Характеристики

- Яркость экрана до 150 кд/м² обеспечивает считывание изображения при ярком солнечном свете
- Высокая контрастность 2000:1
- Широкий угол обзора до ±175°
- Цвет свечения: жёлтый, зелёный, красный, белый, синий
- Формат изображения: 122×32, 128×64, 240×64, 256×64 и 96×64 точки
- Низкая потребляемая мощность 10 мА (схемы управления – токовые)
- Светоэмиссионная схема: не требуется система подсветки
- Короткое время отклика: 10 мкс при температуре +25°C
- Широкий диапазон рабочих температур от –40 до +80°C
- Малая толщина модуля дисплея, небольшой вес
- Срок службы: 50 000 ч для белого и синего цвета; 100 000 ч для жёлтого, зелёного, красного цветов

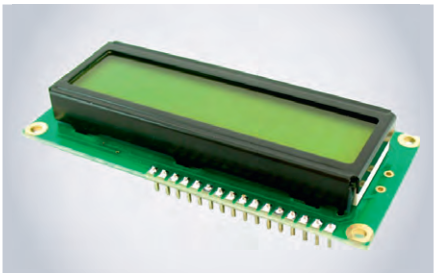
ProSoft® ОФИЦИАЛЬНЫЙ ДИСТРИБЬЮТОР (495) 234-0636 INFO@PROSOFT.RU WWW.PROSOFT.RU

Реклама

Современные 32-разрядные ARM серии STM32: подключение LCD-дисплея WH1602

Олег Вальпа (sandh@narod.ru)

В статье приведён пример подключения LCD-дисплея WH1602 фирмы Winstar к микроконтроллеру серии STM32 компании STMicroelectronics с целью практического освоения.



Введение

При разработке микропроцессорных устройств довольно часто возникает необходимость в организации человеко-машинного интерфейса. К решению данного вопроса следует относиться тщательно, поскольку от этого зависит удобство эксплуатации устройства, его внешний вид, информативность и в целом эргономика.

К человеко-машинному интерфейсу предъявляется два основных требования: отображение информации и обеспечение возможности управлять устройством. В настоящее время существует множество вариантов решения этой задачи. В качестве элементов управления могут выступать кнопки, манипуляторы, сенсорные панели и т.п. Приборами для отображения информации могут выступать точечные и семисегментные индикаторы, монохромные и цветные графические дисплеи, мониторы и т.д.

Наиболее популярными приборами для отображения информации являются символьные монохромные LCD-дисплеи на базе контроллера HD44780. Для проведения эксперимента воспользуемся одним из таких приборов – дисплеем WH1602 (две строки по 16 символов) от компании Winstar. Он получил широкое распространение благодаря: низкой цене, унификации и простоте интерфейса, возможности отображения нескольких строк, содержащих десятки символов, хорошей яркости и читаемости информации. Следует отметить, что существует много аналогов данного дисплея, совместимых по интерфейсу и системе команд.

Подключение дисплея

Рассмотрим пример подключения дисплея WH1602 к микроконтроллеру серии STM32 [1]. Приведём программу для его использования.

Дисплей можно подключить к микроконтроллеру по четырёх- или восьмибитной шине данных. С целью сокращения количества связей остановимся на первом варианте подключения. Схема подключения дисплея к микроконтроллеру показана на рисунке.

При подключении дисплея необходимо обратить внимание на распиновку выводов дисплея, которые имеют следующее назначение:

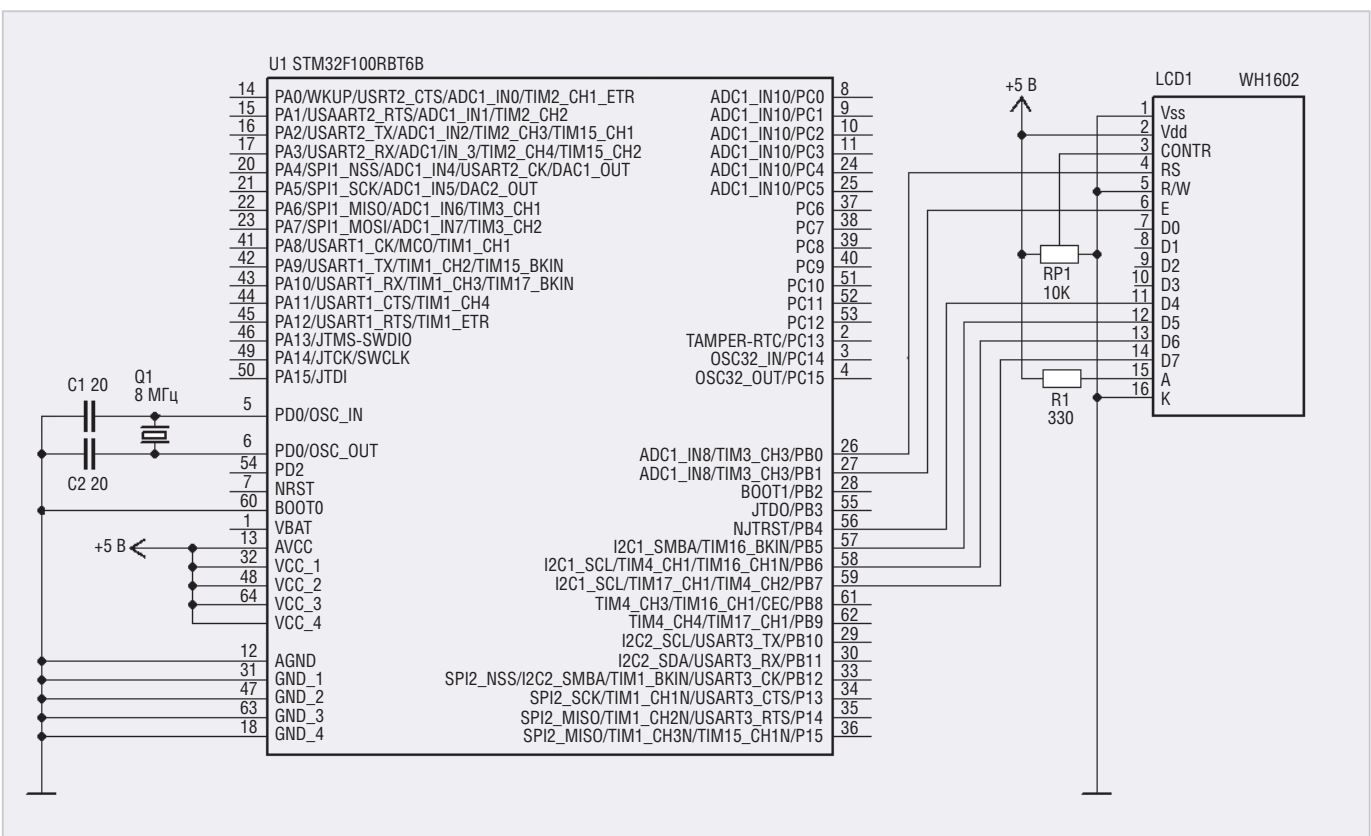


Схема подключения дисплея к микроконтроллеру

Листинг

```
#include "stm32f4xx.h"
#include "stm32f4xx_gpio.h"
#include "stm32f4xx_rcc.h"
// Макроопределения
#define LCD_OUT GPIOB->ODR
#define LCD_PIN_RS GPIO_Pin_0 // PB0
#define LCD_PIN_EN GPIO_Pin_1 // PB1
#define LCD_PIN_D4 GPIO_Pin_4 // PB4
#define LCD_PIN_D5 GPIO_Pin_5 // PB5
#define LCD_PIN_D6 GPIO_Pin_6 // PB6
#define LCD_PIN_D7 GPIO_Pin_7 // PB7
#define LCD_PIN_MASK ((LCD_PIN_RS | LCD_PIN_EN | LCD_PIN_D7 | LCD_
PIN_D6 | LCD_PIN_D5 | LCD_PIN_D4))

// Инициализация портов микроконтроллера
GPIO_InitTypeDef GPIO_InitStructure;

// Функция задержки
void delay(int a)
{
int i=0, f=0;
while(f < a) {while(i<60) {i++;} f++;}
}

// Функция стробирования дисплея
void StrobLCD()
{
LCD_OUT &= ~LCD_PIN_EN;
delay(230);
LCD_OUT |= LCD_PIN_EN;
delay(230);
LCD_OUT &= (~LCD_PIN_EN);
delay(230);
}

// Функция записи байта в дисплей
void SendByte(char ByteToSend, int IsData)
{
LCD_OUT &= (~LCD_PIN_MASK);
LCD_OUT |= (ByteToSend & 0xF0);
if(IsData == 1) LCD_OUT |= LCD_PIN_RS;
else LCD_OUT &= ~LCD_PIN_RS;
StrobLCD();
LCD_OUT &= (~LCD_PIN_MASK);
LCD_OUT |= ((ByteToSend & 0x0F) << 4);
if (IsData == 1) LCD_OUT |= LCD_PIN_RS;
else LCD_OUT &= ~LCD_PIN_RS;
StrobLCD();
}

// Функция установки позиции курсора
void Cursor(char Row, char Col)
{
char address;
if (Row == 0) address = 0;
else address = 0x40;
address |= Col;
SendByte(0x80 | address, 0);
}

// Функция очистки дисплея
void ClearLCDScreen()
{
SendByte(0x01, 0);
SendByte(0x02, 0);
}

// Функция инициализации дисплея
void InitializeLCD(void)
{
int i;
RCC_AHB1PeriphClockCmd(RCC_AHB1Periph_GPIOB, ENABLE);
GPIO_InitStructure.GPIO_Pin =GPIO_Pin_0 | GPIO_Pin_1| GPIO_Pin_4 |
GPIO_Pin_5| GPIO_Pin_6| GPIO_Pin_7;
GPIO_InitStructure.GPIO_Mode = GPIO_Mode_OUT;
GPIO_InitStructure.GPIO_OType = GPIO_OType_PP;
GPIO_InitStructure.GPIO_Speed = GPIO_Speed_50MHz;
GPIO_InitStructure.GPIO_PuPd = GPIO_PuPd_NOPULL;
GPIO_Init(GPIOB, &GPIO_InitStructure);
LCD_OUT &= ~(LCD_PIN_MASK);
for(i=0;i<3;i++) delay(32000);
LCD_OUT &= ~LCD_PIN_RS;
LCD_OUT &= ~LCD_PIN_EN;
LCD_OUT = 0x20;
StrobLCD();
SendByte(0x28, 0);
SendByte(0x0E, 0);
SendByte(0x06, 0);
}

// Функция отображения строки
void PrintStr(char *Text)
{
char *c;
c = Text;
while ((c != 0) && (*c != 0)) {SendByte(*c, 1); c++;}
}

// Главный модуль программы
int main(void)
{
InitializeLCD(); // Инициализация дисплея
ClearLCDScreen(); // Очистка дисплея от символов
Cursor(0,2); // Установить курсор на строку 0, в столбец 2
PrintStr("Hello world!"); // Вывод текста
Cursor(1,4); // Установить курсор на строку 1, в столбец 4
PrintStr("0123456789");
while(1)
 {
 // Место для циклического кода программы
 }
}
```

1 – V_{ss} – общий вывод;

2 – V_{dd} – вывод напряжения питания;

3 – V_o – вывод управления контрастностью дисплея;

4 – RS – сигнал назначения данных в качестве информации для отображения или команды, например, для задания позиции отображения символов;

5 – R/W – сигнал управления чтением и записью данных дисплея;

6 – E – сигнал стробирования данных;

7...14 – DB0...DB7 – шина данных для обмена информацией;

15 – A – анод светодиодной подсветки;

16 – K – катод светодиодной подсветки.

Пример программы

В качестве примера представляем программу, отображающую на дисплее две строки текста. В листинге приведён код такой программы с пояснительными комментариями.

Рассмотрим назначение применённых в программе функций.

Функция инициализации дисплея InitializeLCD() должна выполняться при старте программы.

С помощью функции ClearLCDScreen() производится очистка памяти дисплея от предыдущих записей.

Функция Cursor(y,x) служит для установки позиции курсора. Отсчёт начинается с нулевой строки и нулевого столбца.

Функция вывода байта в дисплей SendByte(byte, mode) позволяет либо отобразить символ на дисплее с параметром режима mode=1, либо управлять дисплеем в режиме настройки при mode=0. Эта функция применяется для очистки дисплея, установки курсора, выбора типа курсора и т.п. Например, команда SendByte(0x0C, 0) отключит курсор.

Дисплей позволяет отображать курсор в одном из трёх режимов: мигающий курсор, курсор в виде нижнего подчёркивания и скрытый курсор. Сделать курсор мигающим можно с помощью команды SendByte(0x0F, 0). Курсор в виде нижнего подчёркивания активируется командой SendByte(0x0E, 0).

Получить более подробную информацию о дисплее WH1602 и познакомиться с другими моделями дисплеев можно на сайте производителя [2].

Литература

1. www.st.com
2. www.winstar.com.tw/ru/products

Новые МЭМС-акселерометры Safran Colibrys для геофизического оборудования



Александр Бекмачев (bae@favorit-ec.ru)

В статье описаны особенности конструкции, преимущества и способы интеграции акселерометров Safran Colibrys новых серий в оборудование для нефтегазодобычи, каротажа и геологоразведки – MWD/LWD

Современное геологоразведочное и технологическое оборудование для нефтегазодобычи уже практически невозможно представить без технических средств определения пространственного положения скважинного инструмента. В общем случае, навигационный модуль содержит блок акселерометров, гироскопов и/или магнитометров со схемой нормирования и преобразования сигналов для дальнейшей передачи по каналам телеметрии. Кластер из акселерометров – датчиков линейного перемещения с тремя взаимно ортогональными осями чувствительности выдаёт первичную информацию о положении, направлении и скорости, которая дополняется и корректируется на основе данных датчиков углового положения, электронных компасов (см. рис. 1).

Одним из заметных мировых производителей микроэлектромеханических систем (МЭМС) акселерометров для тяжёлых условий эксплуатации в широком диапазоне рабочих температур является научно-производственная компания Safran Colibrys, чья продукция уже продолжительное время применяется в навигационном, технологическом, геофизическом оборудовании не только за рубежом, но и в России.

Safran Colibrys – передовое исследовательское и технологическое предприятие. Отпочковавшаяся в 2001 году от Швейцарского института электроники и микроэлектроники как производственное предприятие полного цикла, Colibrys SA сосредоточилась на прикладных исследованиях, разработке и производстве микромеханических акселерометров ёмкостного типа по собственной объёмной технологии 3D MEMS. Это позволило компании в короткие сроки стать квалифицированным поставщиком компонентов для применения в авиационно-космической, военной, железнодорожной, буровой и горнопроходческой технике, в сейсмологических, технологических, охранных системах и в системах промышленной безопасности.

Важным этапом в истории фирмы стало строительство и запуск в эксплуатацию в 2014 году собственного производственного комплекса в г. Ивердонле-Бен (Швейцария), что позволило объединить производство чувствительных элементов и специализированных управляющих микросхем для них (ASIC) и перейти, в итоге, к производству датчиков конструкции «система в корпусе». После вхождения в состав высокотехнологичной группы Safran в результате покупки предприятием Safran Electronics & Defense (новое название предприятия Sagem с 2016 г.), компания была переименована в Safran Colibrys SA.

Отечественным потребителям хорошо знакомы акселерометры серий MS9000 и VS9000, причём первые из них, с диапазоном измерений ±1g и ±2g, активно применяются в составе скважинных инклинометров.

На основе анализа откликов разработчиков и опыта эксплуатации акселерометров в составе оборудования производитель усовершенствовал конструкцию и технологию производства датчиков, в результате чего рынку были предложены новые модели: высокоточный виброакселерометр серии VS1000 с диапазоном измерений ±2g...±200g и высокоточный высокотемпературный инклинометр TS1000T с диапазоном измерений ±2g...±10g и верхним пределом рабочей температуры +175°C.

Не будем останавливаться на основных эксплуатационных характеристиках акселерометров предыдущего и нового поколений, поскольку они достаточно подробно изложены в публикациях [1, 2] и в кратких ТУ производителя [3]. Подробнее рассмотрим конструкцию и реально достижимые показатели на примере сопоставимых по диапазону измерений и назначению акселерометра MS9002 и инклинометра TS1002T для диапазона ускорений ±2g.

Конструкция чувствительного элемента не претерпела изменений (см. рис. 2).

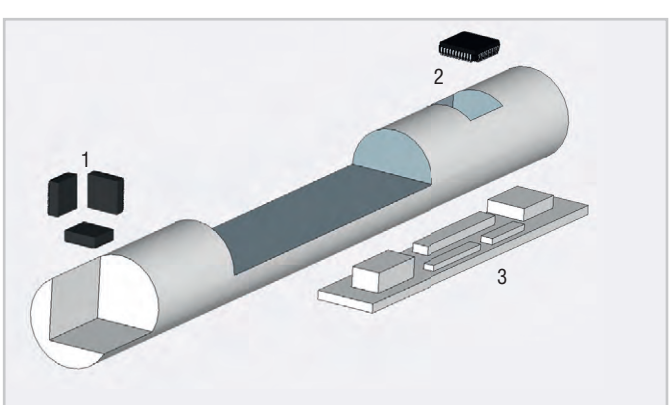


Рис. 1. Классическая компоновка навигационного модуля скважинного оборудования: 1 – акселерометры, 2 – гироскопы/магнитометры, 3 – блок электроники

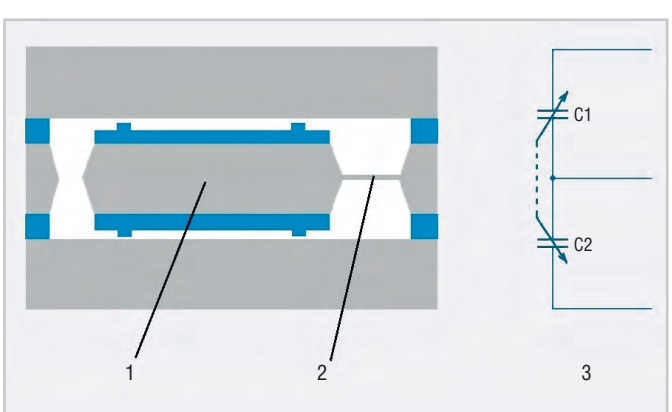


Рис. 2. Конструкция чувствительного элемента, выполненного по объёмной технологии Colibrys 3D MEMS: 1 – подвижный элемент с одной степенью свободы, 2 – упругий подвес, 3 – эквивалентная схема

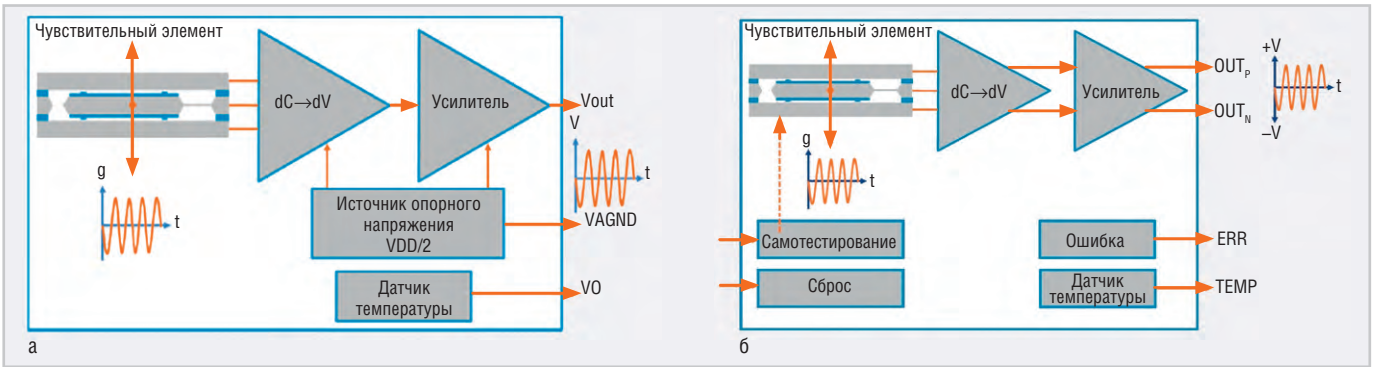


Рис. 3. Архитектура датчиков: а) MS9000, б) TS1000T

Это трёхслойная кремниевая сборка, в среднем слое которой сформирован подвижный элемент на упругом подвесе с одной степенью свободы. Его перемещение при приложении внешних воздействий к корпусу датчика вызывает пропорциональное изменение ёмкости в двух плечах приёмника сигнала, которое затем трансформируется в соответствующий уровень напряжения на выходе. Выходной сигнал – ратиометрический, т.е. его амплитуда зависит от уровня напряжения питания. Эту специфику необходимо учитывать при построении источника питания и раз-

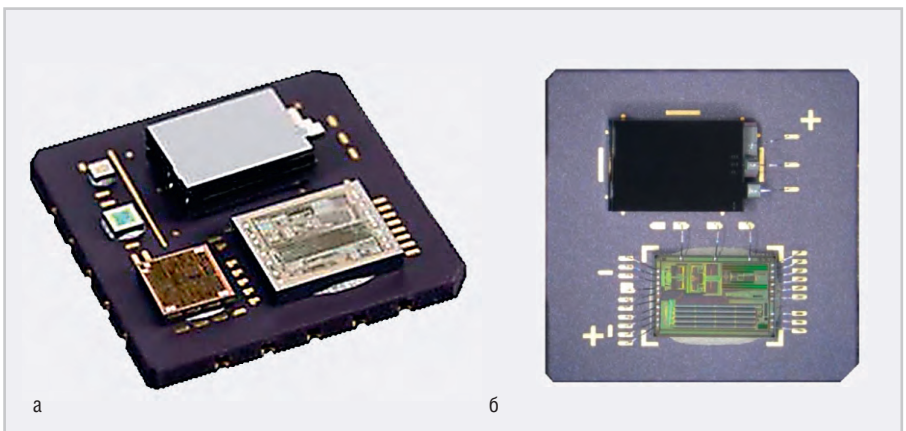
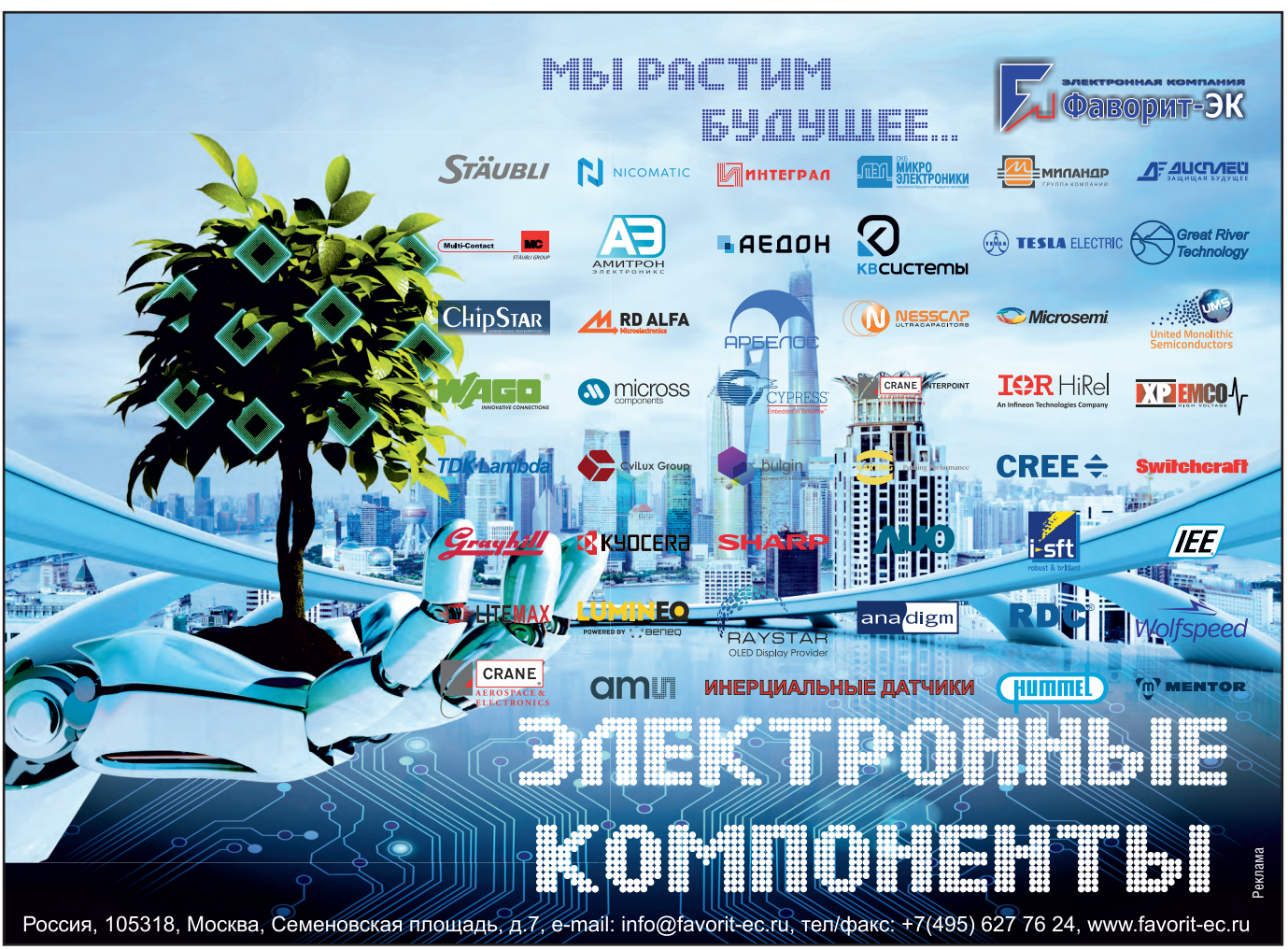


Рис. 4. Конструкция датчика (крышка корпуса удалена): а) MS9000, б) TS1000T



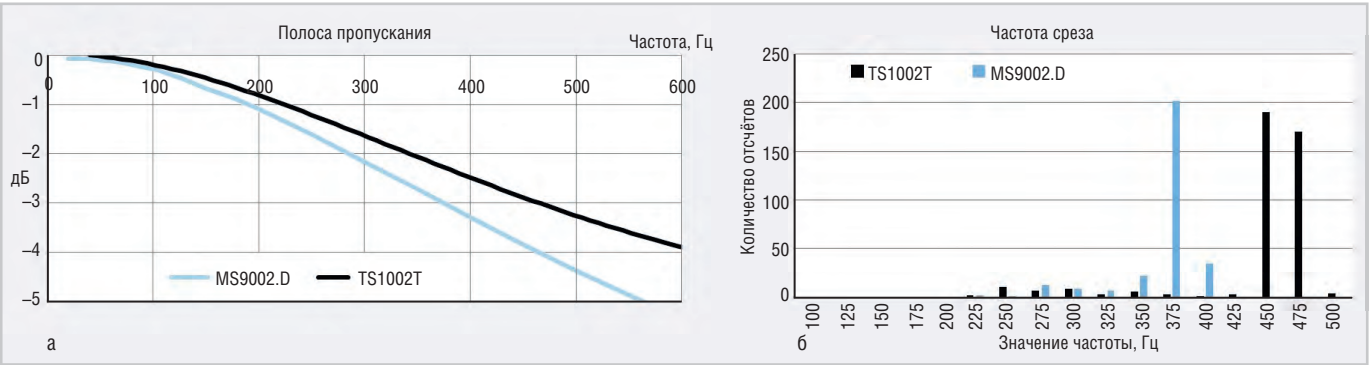


Рис. 5. Сравнение частотных характеристик MS9000 и TS1000T: а) полоса пропускания, б) распределение частот среза по выборке

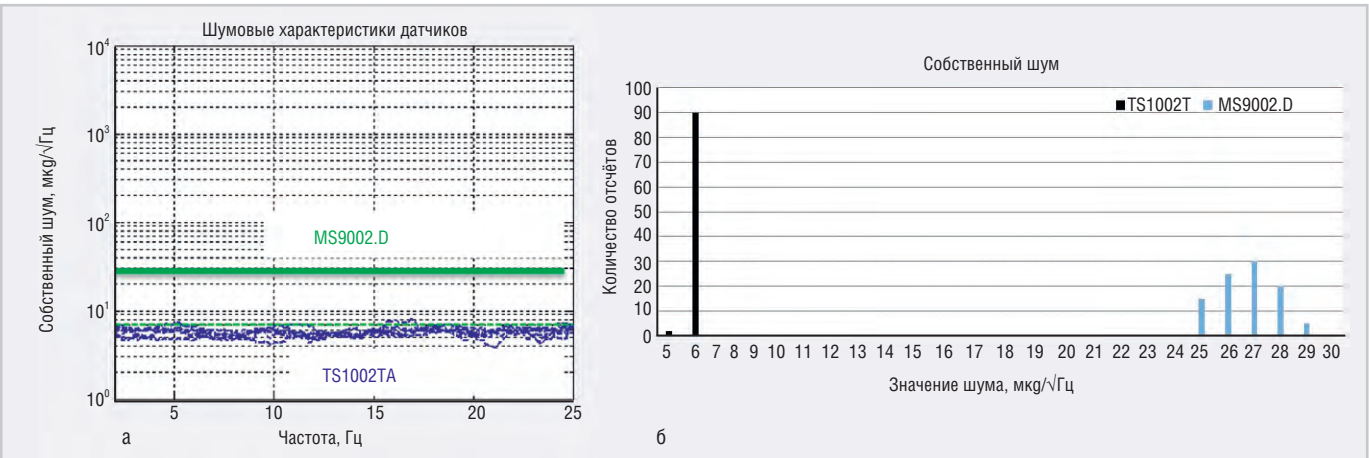


Рис. 6. Сравнение уровня собственных шумов MS9000 и TS1000T: а) графическое представление результатов измерений, б) распределение значений уровня шума по выборке

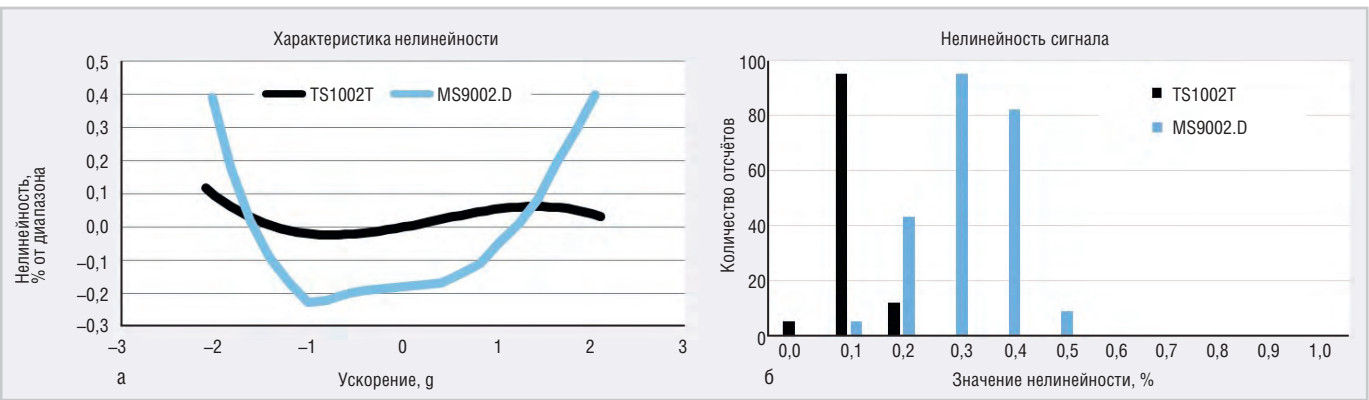


Рис. 7. Сравнение нелинейности сигнала датчика на рабочем диапазоне при воздействии вибрации: а) графики характеристик нелинейности, б) распределение значений нелинейности по выборке

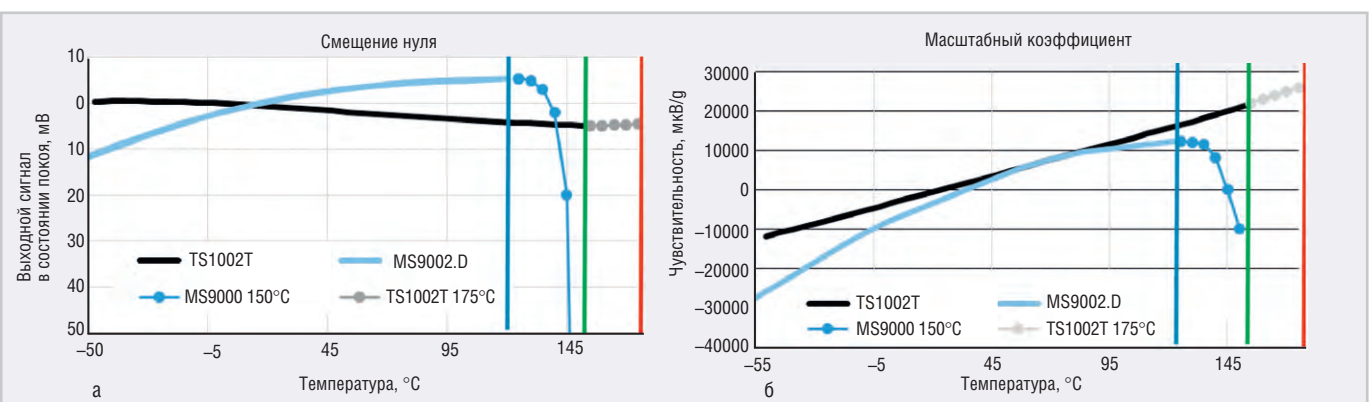


Рис. 8. Сравнение температурных зависимостей MS9000 и TS1000T: а) смещение нуля, б) масштабный коэффициент

Функциональное назначение выводов TS1000T, VS1000

Номер вывода	Название	Назначение
2	RESET	Сброс
3	POR	Начальный сброс (инициализация)
4	OUT_P	Дифференциальный выход, положительный
5	OUT_N	Дифференциальный выход, отрицательный
6	TEMP	Температура, аналоговый выход
7	ERR	Ошибка
14	V_{SS} (0,0 В)	Общая шина, аналоговая
15	ST	Запуск самотестирования
16	VMID	Внутреннее опорное напряжение, только для ёмкостных фильтров
17	V_{DD} (3,3 В)	Напряжение питания, аналоговое
1, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 18, 19, 20	GND	Подключение к общей шине земли

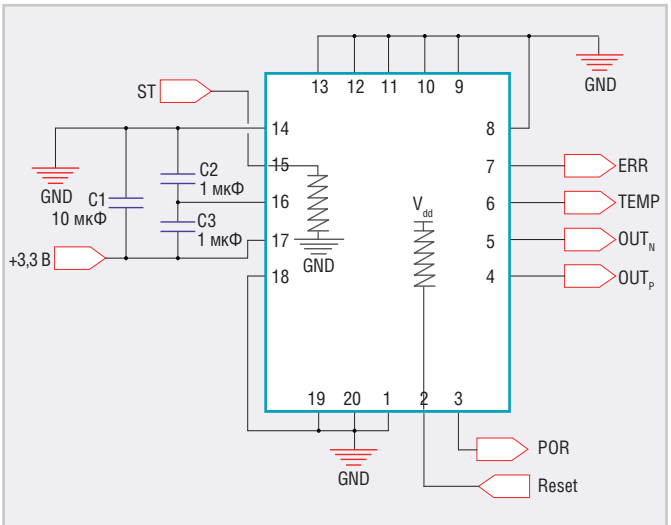


Рис. 9. Типовая схема включения TS1000T, VS1000

работке конструкции измерительного устройства. Выходной каскад TS1002T отличается от выхода MS9002 тем, что выполнен по дифференциальной схеме (см. рис. 3), что положительно повлияло на помехозащищённость.

Существенно изменилась и конструкция датчика (см. рис. 4). Удалось исключить дополнительный микроконтроллер, дискретный датчик температуры, нагрузочный резистор. Весь этот функционал перенесён в специализированную микросхему. Несмотря на то, что чувствительный элемент и керамический корпус датчика остались прежними, существенно изменилась технология крепления компонентов к основанию корпуса, применены новые материалы. В результате улучшено согласование температурных коэффициентов расширения корпуса и компонентов, демпфирование ударных и вибрационных нагрузок, что незамедлительно положительно отразилось на линейности изменения эксплуатационных характеристик в рабочем температурном диапазоне и позволило поднять верхний температурный предел без потери точности и стабильности.

Для оценки достигнутых улучшений проанализируем результаты параллельных измерений характеристик, проведённых в лабораторных условиях на образцах MS9002 и TS1002T.

Полоса пропускания датчика TS1002T увеличена более чем на 25% по сравнению с MS9002 (см. рис. 5). При этом необходимо отметить «консерватизм» производителя: в ТУ заявляется верхняя граница полосы пропускания на уровне не менее 100 Гц (–3 дБ), тогда как фактически достижимое значение составляет не менее 400 Гц (–3 дБ).

Уровень собственных шумов датчика TS1002T составляет 7 мкg/√Гц (СКЗ), что почти в 2,5 раза ниже, чем у датчика предыдущего поколения MS9002, который в аналогичных условиях может продемонстрировать значение не лучше, чем 18 мкg/√Гц (СКЗ) (см. рис. 6).

Радикально улучшены показатели нелинейности сигнала датчиков нового поколения в диапазоне измеряемых ускорений при воздействии вибрации (см. рис. 7). При этом также уменьшился разброс показателей отдельных образцов в выборке.

Показатели температурной зависимости смещения нуля и чувствительности (масштабного коэффициента) в датчиках новых серий стали практически линейными, с малым наклоном относительно горизонтальной оси и сохраняют свою линейность вплоть до верхнего рабочего предела в +175°C, тогда как у датчиков предыдущего поколения аппроксимирующая кривая демонстрирует резкий спад при приближении к верхней границе рабочих температур (см. рис. 8).

Благодаря применению новой специализированной управляющей микросхемы в составе датчиков новых серий, реализована возможность обмена управляющими и диагностическими сигналами в виде логических уровней между внешним контроллером и датчиком, а сам датчик получил расширенный функционал. В частности, появилась функция встроенного самотестирования с выдачей результата диагностики в виде логического уровня. Эта функция активируется как при штатном включении – при подаче питающего напряжения, так и принудительно – по сигналу сброса. О выходе питающего напряжения за допустимые пределы и о перегрузке чувствительного элемента сигнализирует высокий логический уровень на выводе ERR. При приложении к датчику ускорения, превышающего его номинал, встроенная ASIC также производит циклический сброс схемы управления до тех пор, пока чувствительный элемент сигнализирует о перегрузке. Функциональное назначение выводов датчиков TS1000T, VS1000 приведено в таблице.

Схема включения акселерометров нового поколения достаточно проста и требует минимального количества внешних компонентов (см. рис. 9). С учётом ратиометрического выходного сигнала особенно важно обеспечить стабильность источника питающего напряжения и фильтрацию помех по цепям питания. Сама плата с датчиком с помощью шлейфа, при условии обеспечения защиты от электромагнитных помех, может быть физически обособлена от схемы обработки и вынесена в точку измерения. Блок-схема интеграции акселерометра в измерительную систему приведена на рисунке 10.

Габариты датчиков позволяют создать 3-осевой блок измерения ускорений для размещения в цилиндрическом отсеке с внутренним диаметром ~28 мм. Эскиз такого технического решения приведён на рисунке 11.

Опыт применения инерциальных МЭМС-датчиков показывает важность алгоритмической компенсации «сырых» результатов измерений. Вычислительные мощности современных микроконтроллеров позволяют производить эти операции «на борту» – в блоке обработки первичной информации и передавать по телеметрическо-

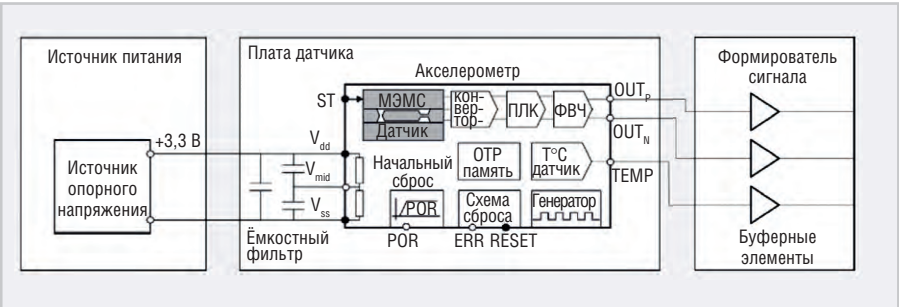


Рис. 10. Блок-схема интеграции акселерометров TS1000T, VS1000 в измерительную систему

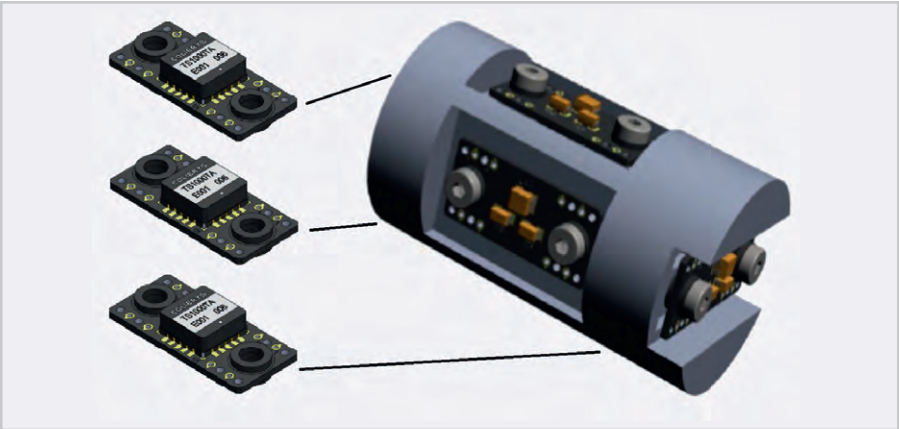


Рис. 11. Эскиз конструкции 3-осевого блока измерения ускорений

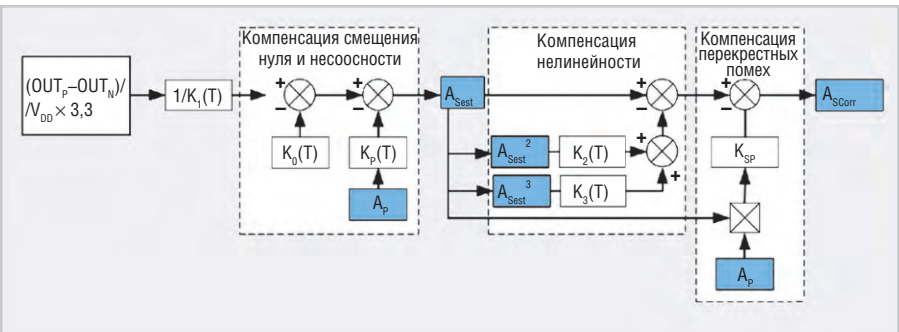


Рис. 12. Блок-схема интеграции акселерометров TS1000T, VS1000 в измерительную систему

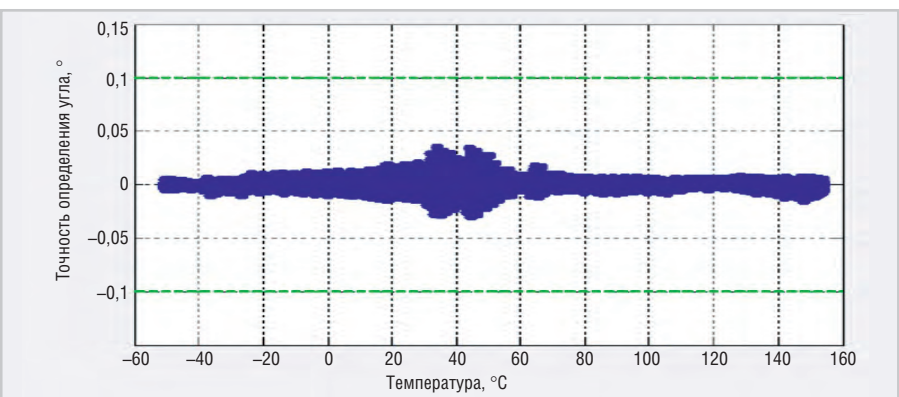


Рис. 13. Результат программной обработки экспериментальных данных

му каналу уже подготовленные, скомпенсированные данные.

Производитель в кратких ТУ на акселерометр TS1000T [3] приводит пример такой программной компенсации для 2-осевой системы полиномом 3-го порядка с использованием данных встроенного датчика температуры. Процедура обработки включает два этапа: компенсацию неидеальности датчика с учётом температуры и удаление ошибок и формирование углового вектора (см. рис. 12). Показано, что результатом преобразований является практически достижимая точность определения угла наклона не хуже, чем ±0,05° в гарантированном диапазоне рабочих температур –40...+150°C (см. рис. 13). Эта процедура позволяет автоматически учесть изменения в процессе работы устройства таких эксплуатационных характеристик датчика, как дрейф нулевого сигнала, температурная зависимость масштабного коэффициента, нелинейность показаний чувствительного элемента, а также влияние перекрёстных помех в многоосных системах.

Разработчики геофизических измерительных систем смогут найти привлекательными для применения в своих новых разработках виброакселерометры серии VS1000, выполненные на однотипном с TS1000T чувствительном элементе и имеющие аналогичные схему управления и конструкцию.

Особенностью ёмкостных МЭМС-акселерометров является возможность измерения спектра регистрируемого сигнала начиная с постоянной составляющей, т.е. от 0 Гц, что в отдельных применениях может быть существенно для точной диагностики. Верхняя граница полосы пропускания акселерометров серии VS1000 составляет от 1150 до 7000 Гц (–3 дБ) для разных моделей, что соответствует классу C с динамическим диапазоном 90 дБ [4].

Компания Safran Colibrys SA заявляет о своём намерении в ближайшем будущем вернуться на рынок коммерческих сейсмических акселерометров с новым МЭМС-датчиком класса B, имеющим динамический диапазон 110 дБ. Эти датчики должны прийти на смену востребованной в прошлом линейке Si-Flex SF1600, SF2006 и 3-осевым сборкам в ударопрочном корпусе на их основе.

Литература

1. *Балман Д., Пономарёв Ю.* МЭМС-акселерометры компании Colibrys – прорыв в область высоких температур. Электроника: Наука Технология Бизнес. 2016. №3.
2. *Бекмачев А.* Инерциальные МЭМС-датчики и модули европейских производителей. Обзор новинок. Электроника: Наука Технология Бизнес. 2014. №2.
3. 30S.TS1000TA.C.10.16. TS1000T – Preliminary datasheet. Single axis analog accelerometer. Safran Colibrys SA. www.safran-colibrys.com.
4. 30S.VS1000.D.08.16. VS1000 – Preliminary datasheet. Single axis analog accelerometer. Safran Colibrys SA. www.safran-colibrys.com.

Доломант

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 приглашаем вас в следующее «пятнадцатилетие»!

1100 проектов | **72 000** наименований | **2 100 000** изделий

(495) 739-07-75 | product@dolomant.ru | www.dolomant.ru

Реклама

НОВОСТИ МИРА

Алексей Якунин: «Не сомневаться, а действовать!»

О работе секции «Информационно-управляющие системы», которая будет уже третий год в рамках Международной научной конференции «Микроэлектроника – ЭКБ и электронные модули» на III Международном форуме «Микроэлектроника 2017» рассказал декан факультета микроприборов и технической кибернетики НИУ МИЭТ, профессор, д.т.н. Алексей Николаевич Якунин.



В секции «Информационно-управляющие системы» обсуждаются проблемы проектирования и экспериментального исследования информационно-управляющих систем с целью улучшения их технических характеристик. Анализируются современные структурные и архитектурные решения, включая исследование и разработку математических моделей, сложнофункциональных блоков, модулей, алгоритмов и способов их технической реализации. Отдельное внимание уделяется особенностям применения отечественной компонентной базы.

В данной секции рассматриваются не столько технологии изготовления, сколько создание принципиально новых структурных и архитектурных решений, новых методов анализа и синтеза элементов информационно-управляющих устройств, оригинальных алгоритмов и эффективных программ, которые имеют большое значение для научно-технического роста микроэлектронной отрасли. Это особенно актуально при условии использования отечественных компонентов.

Модератор секции «Информационно-управляющие системы», профессор, д.т.н. Алексей Якунин утверждает: «Все доклады по-своему интересны. В прошлые годы затрагивались вопросы как теоретического характера, так и конкретного практического плана. Бортовые вычислительные машины, радиоэлектронные модули, телеметрические системы, проектирование с использованием ПЛИС – вот неполный перечень рассматриваемых направлений. На докладах озвучивались аппаратные решения при построении разнообразных функциональных блоков, интересные алгоритмические находки, концептуальные системные инновации».

Стандартно в секции № 3 «Информационно-управляющие системы» заняты все дни работы конференции. Уже прислали заявки Национальный университет «МИЭТ», Федеральное государственное учреждение «Федеральный научный центр «Научно-исследовательский институт системных исследований РАН», АО «Конструкторское бюро приборостроения им. Академика А.Г. Шипунова», АО «НИИ Микроприборов им. Г.Я. Гуськова», АО «НИИ «Субмикрон» и многие другие.

В случае превышения максимально возможного количества докладчиков в секциях предусмотрены заочные и стендовые доклады. Каждая работа (и очная, и заочная) будет опубликована организаторами в электронном и бумажном сборнике по итогу работы конференции.

«Проектирование современных информационно-управляющих систем – интересный интеллектуальный процесс, в котором ошибки неизбежны. Главное – это принять и научиться к этому относиться правильно. Не ошибается только тот, кто ничего не создаёт. Рассказывать об ошибках – удел сильных. И это совсем не выглядит стыдно. Наоборот, коллеги хорошо впитывают поучительный опыт своих партнёров, которые уже прошли сложный творческий путь разработки, – комментирует А. Якунин. – Действительно, внедрение новых техпроцессов замедляется при приближении к технологическому пределу, к которому подходит промышленность. Уменьшение размеров компонентов не может продолжаться бесконечно. Уже сейчас в них толщина слоя диоксида кремния составляет несколько атомарных слоёв. Поэтому всё больший интерес вызывают другие способы совершенствования электронных систем – разработка новых архитектур, принципиально новых методов синтеза элементов и устройств вычислительных систем, оригинальных алгоритмов обработки данных».

«Обязательной составляющей любой научной деятельности является обмен опытом, который обязательно происходит в рамках работы конференции. Если Вам есть что рассказать и показать, если тематика Вашего исследования соответствует направлению одной из секций – я советую не сомневаться, а действовать!» – подытожил А. Якунин – Каждая конференция приносит пользу сразу в нескольких направлениях. Это прямой диалог с обменом опытом между учёными, разработчиками и молодыми специалистами, которые независимо проводят научные исследования в микроэлектронной отрасли. Появляются новые деловые связи, имеющие перспективы на долгосрочные взаимовыгодные отношения. Развитие личных профессиональных качеств. Ну и, конечно, великолепный крымский климат, дающий заряд бодрости на длительное время!».

Пресс-служба Форума «Микроэлектроника»

АРБЕЛОС
НАУЧНО-ПРОИЗВОДСТВЕННОЕ ПРЕДПРИЯТИЕ

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

НОВОСТИ МИРА

ADGEX создаёт новую формацию интеллектуальной электронной лаборатории

Компания ADGEX сообщает, что 1 августа 2017 года был подписан трёхсторонний контракт с компаниями ТОКИО БОЕКИ и ЙОКОГАВА на поставку первой партии уникального микроэлектронного оборудования minimalFAB.

Таким образом ADGEX официально стал первой в мире компанией, которая получит партию ультрасовременных японских комплексов minimalFAB, которые уже в следующем году позволят компании запустить передовой центр уникальных технологий, где под одной крышей будут собраны все компетенции создания современной электроники нового поколения.

Такой центр представляет собой компактную производственную лабораторию, на базе которой можно будет выпускать готовые микроэлектронные изделия, начиная от проектирования и изготовления чипов любой сложности и конфигурации до производства готовых конечных устройств.

Модули minimalFAB являются ключевым звеном в этой модели, согласно которой компания сможет производить любое необходимое количество микрочипов – от единичных сложных специализированных изделий до 40 тысяч типовых чипов в месяц.

Ровно через 7 месяцев первая партия модулей minimalFAB будет поставлена в лабораторию ADGEX в г. Санкт-Петербург, где уже с марта 2018 года начнётся выпуск первых электронных устройств по технологии КМОП, МЭМС и НЭМС.

Управляющий директор ADGEX Виктор Узлов отметил: «Сегодняшний день стал по-настоящему историческим не только для компаний ADGEX и ТОКИО БОЕКИ, но и для всей мировой электронной промышленности! Подписав контракт на поставку модулей minimalFAB, мы открыли окно в совершенно новую эру развития электроники. Отныне мы способны создавать современные производства-лаборатории, производительность которых можно регулировать количеством цифровых блоков minimalFAB».

Оснащая лабораторию модулями minimalFAB, ADGEX открывает новую страницу в истории микроэлектроники, трансформируя существующую модель IDM (Integrated Device Manufacturer – Производитель Интегрированных устройств) в новый собственный формат AIDL (Agile Integrated Device Laboratory – Интеллектуальная лаборатория комплексного производства). Данный формат позволяет разбить всю производственную цепочку создания микроэлектронного элемента на отдельные процессы, решение которых будет осуществляться на базе индивидуального модульного подхода, что значительно упрощает, ускоряет и удешевляет создание любого даже самого сложного микроэлектронного устройства.

В настоящее время в мире сложилась ситуация, когда для передовых микроэлектронных устройств и приборов, выпускаемых небольшими тиражами, просто нет современной электронной начинки. А потребности этого сектора электроники в наше время уже превышают 50% всего мирового рынка электроники. Именно поэтому компактные производственные линии minimalFAB ориентированы на выпуск различных видов чипов малыми партиями. Это революционное технологическое решение, которое содержит в себе самые лучшие технологии и разработки всей передовой промышленности Японии. MinimalFAB позволит удовлетворить спрос на небольшие и средние партии микрочипов для перспективных и инновационных изделий, которые, как известно, создаются небольшими инновационными компаниями.

adgex.ru



Миниатюрные низкочастотные кварцевые фильтры

Андрей Яковлев (1149@oniip.ru)

В статье рассмотрены вопросы построения миниатюрных низкочастотных кварцевых фильтров, выполненных на основе активных схем и пьезорезонаторов камертонного типа.

Несмотря на успехи, достигнутые в области цифровой обработки сигналов, аналоговые устройства частотной селекции сигналов до сих пор остаются востребованными, и в обозримом будущем ситуация не изменится. В современной аппаратуре связи широко применяются кварцевые фильтры, обладающие высокой селективностью и стабильностью, что в ряде случаев позволяет обеспечить лучшие характеристики по сравнению с другими типами аналоговых устройств частотной селекции.

Однако габаритные размеры таких фильтров зачастую не отвечают требованиям, которые предъявляются к современным радиоэлектронным устройствам. И если в диапазоне частот свыше нескольких МГц эта проблема может быть решена за счёт использования монолитных кварцевых фильтров, характеризующихся высокими электрическими и массогабаритными показателями, то для более низких частот эта проблема остаётся актуальной.

Одним из путей миниатюризации кварцевых фильтров низкочастотного диапазона (до нескольких МГц) является использование активных схем, что даёт возможность исключить намоточные изделия и тем самым существенно улучшить массогабаритные показатели фильтров [1]. Кроме того, применение активных схем кварцевых фильтров позволяет не только совмещать функции селекции и усиления, но и более просто решать вопросы их согласования, а в ряде случаев обеспечить и более высокую линейность.

Дальнейшая миниатюризация низкочастотных кварцевых фильтров ограничена размерами самих пьезоэлементов. Миниатюрные резонаторы камертонного типа представляют собой двузубую вилку с фиксированной длиной, шириной, толщиной зубцов и расстоянием между ними, определяющими их частоту, и могут быть выполнены в корпусах диаметром 1,5 мм и длиной 5 мм [2]. Однако малая величина статической ёмкости (менее 1 пФ), большой ёмкостный коэффициент и высокая динамическая индуктивность сильно затрудняют применение этих резонаторов в большинстве схем активных кварцевых фильтров. Ниже рассматриваются вопросы миниатюризации низкочастотных активных кварцевых фильтров при использовании резонаторов камертонного типа.

При построении активных кварцевых фильтров применяется разложение Гаусса передаточной функции симметричной мостовой цепи на разность двух передаточных функций [3]:

$$T(j\omega)=\frac{Hg_{н}\left(Y_1(j\omega)-Y_2(j\omega)\right)}{\left(Y_1(j\omega)+g_{н}\right)\left(Y_2(j\omega)+g_{н}\right)}, \quad (1)$$

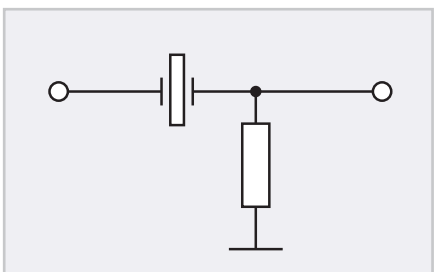


Рис. 1. Частотно-избирательный четырёхполюсник

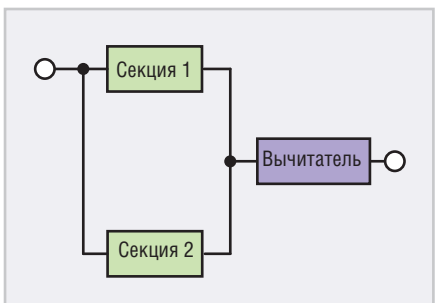


Рис. 2. Алгебраический вычитатель

где $Y_1(j\omega)$, $Y_2(j\omega)$ – реактивные проводимости плеч моста, $g_н$ – проводимость нагрузки фильтра, H – масштабный коэффициент.

Передаточная функция мостовой цепи может быть получена вычитанием передаточных функций двух секций 1 и 2:

$$T_1(j\omega)=\frac{H\times Y_1(j\omega)}{Y_1(j\omega)+g_{н}},$$

$$T_2(j\omega)=\frac{H\times Y_2(j\omega)}{Y_2(j\omega)+g_{н}}. \quad (2)$$

Секция, реализующая передаточные функции $T_1(j\omega)$ и $(T_2(j\omega))$, представляет собой частотно-избирательный четырёхполюсник (см. рис. 1). Таким образом, активные кварцевые фильтры, эквивалентные мостовым, могут быть выполнены из секций, входы которых включены параллельно, а выходы подключены к алгебраическому вычитателю (см. рис. 2).

В свою очередь вычитатель может быть реализован с помощью операционного усилителя, включённого по дифференциальной схеме. Схема активного кварцевого фильтра, выполненного подобным образом, приведена на рисунке 3.

При использовании резонаторов камертонного типа в такой схеме фильтра весьма сложно получить коэффициент усиления более 6 дБ, т.к. это потребует применения очень высоких значений сопротивлений. Действительно, сопротивление нагрузки мостового фильтра ориентировочно может быть вычислено при помощи соотношения (3)

$$R_{н}\approx 2\pi\times\Delta L_{q}, \quad (3)$$

где Δ – ширина полосы пропускания фильтра, L_q – эквивалентная индуктивность кварцевого резонатора.

Величина динамической индуктивности резонаторов камертонного типа в зависимости от частоты может достигать нескольких десятков и сотен кГн [2]. Поэтому, как следует из выражения (3), сопротивле-

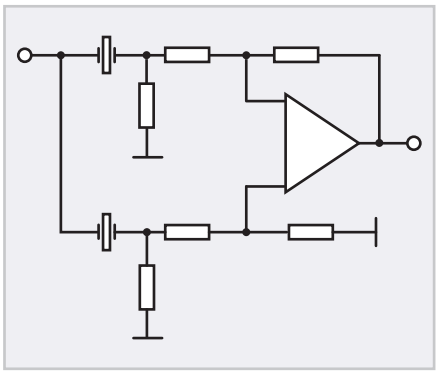


Рис. 3. Схема активного кварцевого фильтра, подключённого к вычитателю, реализованного с помощью операционного усилителя, включённого по дифференциальной схеме

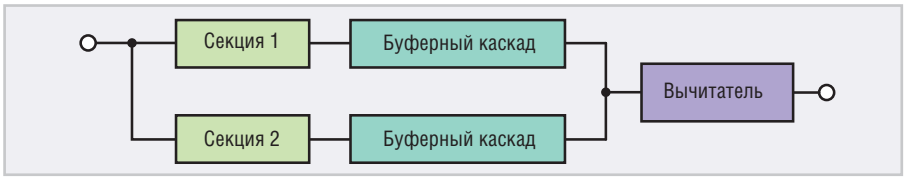


Рис. 4. Схема буферных каскадов, выполненных на основе неинвертирующих усилителей

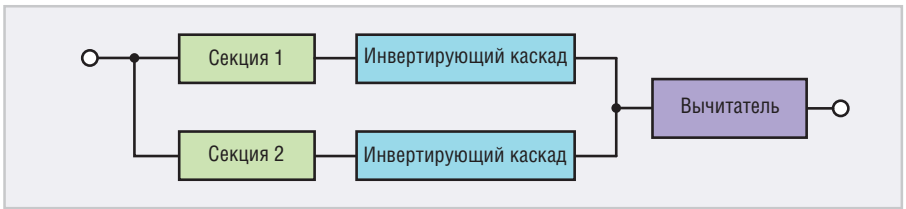


Рис. 5. Схема инвертирующих каскадов

ние нагрузки даже для узкополосных активных кварцевых фильтров может составлять сотни и тысячи кОм. В свою очередь в работе [1] отмечалось, что схема, приведённая на рисунке 3, будет эквивалентна мостовой при условии, что сопротивления дифференциального усилителя будут существенно больше сопротивления нагрузки.

Кроме того, как было показано в работе [4], напряжение собственных шумов, приведённых ко входу фильтра, определяемое выражением (4), растёт при увеличении сопротивлений схемы фильтра за счёт тепловых шумов резисторов и токовой составляющей шума ОУ.

При использовании резонаторов камертонного типа, обладающих высокой динамической индуктивностью, данная схема будет обладать высоким уровнем собственных шумов. Устранить эти недостатки позволяет введение в схему буферных каскадов, выполненных на основе неинвертирующих усилителей, как это показано на рисунке 4. Данная схема позволяет обеспечить высокий коэффициент усиления (свыше 20–30 дБ) при меньшем уровне собственных шумов по сравнению с фильтром на одном усилителе. Однако в связи с тем, что в такой схеме резонаторы подключаются непосредственно к входам операционных усилителей, влияние их входной ёмкости приводит к существенному уменьшению максимально реализуемой ширины полосы пропускания. Особенно остро это проявляется при использовании кварцевых резонаторов камертонного типа, обладающих малой величиной статической ёмкости.

Минимизировать влияние входных ёмкостей усилителей на резонаторы и тем самым увеличить максимально реализуемую относительную ширину полосы пропускания позволяет использование инвертирующих каскадов (см. рис. 5).

Проведённые расчёты и экспериментальная проверка показали, что применение резонаторов камертонного типа в активном кварцевом фильтре, выполненном с использованием инвертирующих каскадов, позволяет реализовать миниатюрные устройства частотной селекции сигналов в стандартных металлостеклянных корпусах размерами 20×12×5 мм, обладающие следующими характеристиками:

- диапазон частот 20...270 кГц;

$$U_{\text{швх}} = \frac{1}{K}\left[\sqrt{\int_{f_1}^{f_2}\sum_{j=1}^{m}\left(G_{e_j}(f)\left|V_j(f)\right|^2 + G_{i_j}(f)\left|W_j(f)\right|\right)\partial f} + \sqrt{4k\delta T\int_{f_1}^{f_2}\sum_{i=1}^{n}R_i\left|F_i(f)\right|^2\partial f}\right], \quad (4)$$

где $G_{ei}(f)$, $G_{ij}(f)$ – спектральные плотности i-го источника шумового напряжения и j-го источника шумового тока, $V_i(f)$, $W_j(f)$ – передаточные функции от i-го источника шумового напряжения и j-го источника шумового тока, соответственно, $F_i(f)$ – передаточная функция от i-го резистора до выхода фильтра, К – коэффициент усиления фильтра.

ОМСКИЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ ПРИБОРОСТРОЕНИЯ

АО «ОНИИП» освоил выпуск миниатюрных термокомпенсированных кварцевых генераторов на частоты от 2,5 до 100 МГц в SMD-исполнении (9,3×7,3×2 мм) и в корпусе DIP-14 для аппаратуры современных комплексов связи, радиолокации и навигации.

Основные технические характеристики генераторов:

- диапазон номинальных частот 2,5…60 МГц;
- напряжение питания от 2,75 до 5,5 В;
- потребляемый ток 2,5 мА (20 МГц), 10 мА (60 МГц);
- температурная стабильность в интервале от 0 до +50 °С ±1·10^{-7};
- температурная стабильность в интервале от -60 до +85 °С ±1·10^{-6};
- долговременная стабильность до ±5·10^{-7} за год;
- изменение частоты при управлении внешним напряжением 5·10^{-6}.

Россия, Омск, 644009, Масленникова 231, тел. (3812) 514900, факс. (3812) 536673, e-mail: info@oniip.ru, http://www.oniip.ru.

Реклама

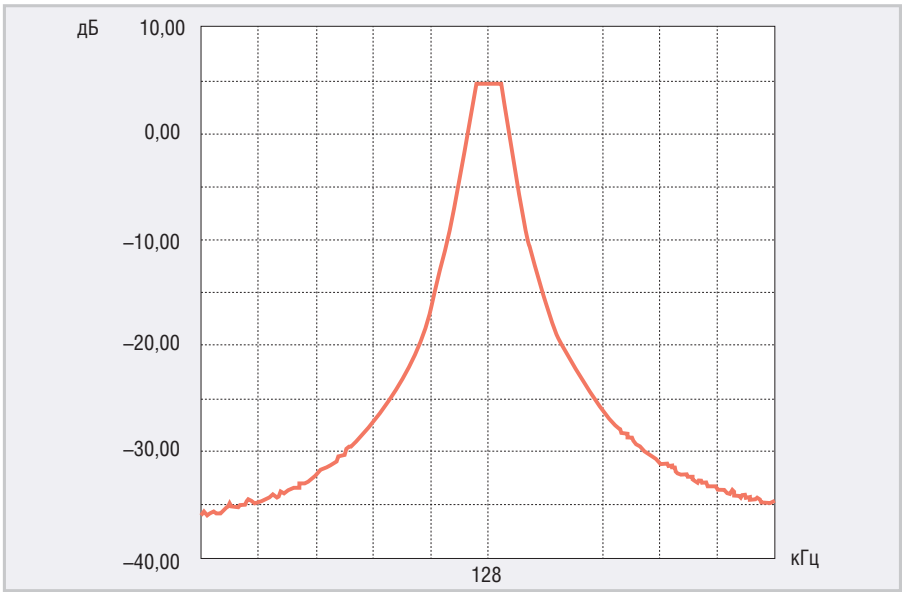


Рис. 6. Экспериментальная АЧХ активного кварцевого фильтра на частоту 128 кГц с полосой пропускания 30 Гц

- ширина относительной полосы пропускания 0,01...0,1%;
- коэффициент усиления 0...30 дБ;
- затухание в полосе задерживания 20...40 дБ.

На рисунке 6 в качестве примера представлена экспериментальная амплитудно-частотная характеристика выполненного подобным образом активного кварцевого фильтра на частоту 128 кГц с полосой пропускания 30 Гц. Для увеличения уровня затухания в полосе задерживания возможно каскадное включение необходимого числа фильтров.

Таким образом, можно заключить, что использование миниатюрных резонаторов камертонного типа в активных схемах позволяет обеспечить высокоизбирательные активные кварцевые фильтры с параметрами, не уступающими своим пассивным аналогам и существенно превосходящими их по массогабаритным показателям.

Литература

1. *Аржанов В.А., Ясинский И.М.* Электрические фильтры и линии задержки. – Омск, 2000.
2. Пьезоэлектрические резонаторы. / Справочник под ред. Кандыбы П.Е., Позднякова П.Г. – М: Радио и связь. 1992.
3. *Means D.R., Ghausi M.S.* Inductorless filter design using active elements and piezoelectric resonators. // IEEE Trans. on circuit theory. 1972. CT-19. №3. С. 247–253.
4. *Ясинский И.М., Яковлев А.Н.* Шумовые свойства активных кварцевых фильтров на операционных усилителях. Техника радиосвязи. 2002. Вып. 7. С. 86–92.



НОВОСТИ МИРА

В ГИС промышленности будут использоваться методики Координационного совета Союзмаш России

Координационный совет разработчиков и производителей радиоэлектронной аппаратуры (РЭА), электронной компонентной базы (ЭКБ) и продукции машиностроения Союза машиностроителей России и «Фонд развития промышленности» (ФРП) договорились о применении опыта Совета при разработке методик и инструментов государственной информационной системы (ГИС) промышленности. В ходе заседания Координационного совета, состоявшегося 23 августа на полях форума «Армия-2017», был намечен план дальнейшего взаимодействия двух организаций.

Координационный совет разработчиков и производителей РЭА, ЭКБ и продукции машиностроения был создан в середине 2014 года по решению Бюро правления Союзмаш под председательством Сергея Чемезова. ФРП заинтересовался опытом, наработанными Координационным советом за три года его существования. В частности, Совет выработал методики урегулирования конфликтов в сфере кооперационного взаимодействия, решения задач в области качества и надёжности, планирования развития совместно с приборостроителями и финалистами, координации деятельности участников различных сегментов рынка hi-tech (ЭКБ, вычислительная техника, телеком и др.) в вопросах технического и нормативно-правового регулирования отрасли.



«Процесс цифровизации методик Координационного совета и их интеграция в ГИСП совместно с Фондом развития промышленности коррелирует с Индустрией 4.0 и выводит системы планирования и кооперации на уровень использования Big Data и других перспективных инструментов развития отраслей промышленности. Это особенно важно для конкурентоспособности цепочек поставок наших предприятий на гражданских рынках», – рассказал председатель Совета, заместитель генерального директора – статс-секретарь холдинга «Росэлектроника» Арсений Брыкин.

Инструментарий ГИСП был представлен в рамках доклада заместителя директора ФРП Владимира Распопова «Сервисы государственной информационной системы промышленности. UBER для промышленности». Также представители компании «Галактика» презентовали уже разработанные IT-инструменты управления кооперационным производством.

Координационный совет разработчиков и производителей РЭА, ЭКБ и продукции машиностроения, действует при Союзе машиностроителей России. В Совет входят представители всех основных предприятий радиоэлектроники (более 850). В заседаниях Совета также принимают участие представители крупнейших российских банков, а также Минобороны, Минпромторга и ФАС России.

Пресс-служба Госкорпорации Ростех



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

Снижение стоимости и размеров измерительных систем за счёт приборов в форматах PXI и AXIe

Юрген Штеммлер, Keysight Technologies

Современные измерительные системы переходят на модульность. В статье даются советы по использованию контрольно-измерительных решений в формате PXI и AXIe.

Сегодня во многих отраслях промышленности производители переходят от автономных настольных измерительных платформ к модульным. Решение о переходе к модульным платформам очень важно, поскольку помогает решить проблемы многоканального тестирования, сократить затраты и ускорить продвижение на рынок новых продуктов.

В данной статье речь пойдёт о преимуществах модульных контрольно-измерительных систем, будут даны краткие рекомендации и советы по успешной их реализации.

Преимущества модульной конструкции

Переход к модульной конструкции сулит массу преимуществ.

Во-первых, модульные приборы занимают меньше места. Несколько каналов умещаются в небольшом пространстве без громоздких дисплеев и передних панелей.

Во-вторых, открытая система позволяет инженерам гибко конфигурировать модули разных производителей и объединять в систему разнообразные измерительные приборы. Масштабируемость модульных систем очень удобна для многоканальных приложений, поскольку позволяет выполнять синхронизированные когерентные измерения.

Кроме того, оптимизированные драйверы обеспечивают высокую производительность, позволяя в полной мере использовать скорость объединительной платы. Всё это предоставляет возможность существенно сократить эксплуатационные расходы.

От настольных моделей к модульным

Переход от настольных контрольно-измерительных систем к модульным является большим шагом, и выбор правильной стратегии, поддерживающей нынешние и будущие измерительные потребности, может сэкономить и время, и деньги. Чёткое понимание имеющихся вариантов с их достоинствами и недостатками поможет в успешной разработке новых модульных контрольно-измерительных систем или в обновлении имеющегося оборудования с помощью приборов стандарта PXI или AXIe.

В рамках этого материала рассматриваются преимущественно системы формата PXI, однако часть приведённой информации относится и к системам в формате AXIe. В сущности, AXIe является «старшим высокопроизводительным братом» PXI. Для системного контроллера модули стандарта AXIe выглядят точно так же, как и PXI – они использует тот же стандартный интерфейс ввода-вывода PCIe. Основное отличие заключается в том, что интерфейс AXIe оптимизирован для ресурсоёмких приложений, таких как физика высоких энергий или многоканальные антенны, предлагая больше места для плат и больше мощности на один слот.

Инфраструктура

Разработка контрольно-измерительной системы в формате PXI начинается с инфраструктуры – с выбора шасси, контроллера и интерфейса.

Шасси располагает одним источником питания и системой охлаждения для всех измерительных приборов, коммутаторов и модулей управления PXI. Поскольку шасси и контроллеры PXI выпускаются несколькими производителями, а производителей модулей PXI ещё больше, важно, чтобы разработчики контрольно-измерительных систем позаботились о совместимости устройств PXI [1].

Советы:

1. С учётом будущих потребностей выбирайте шасси с большим числом гибридных слотов (см. рис. 1 и 2), которые позволяют устанавливать гибридные модули PXI-1 и модули PXIe.
2. Если используется внешний контроллер (см. рис. 3):
   - выбирайте карту адаптера PCIe, оптимизированную для работы на длинные линии PCIe и обеспечивающую развязку тактовой частоты с малым джиттером данных/тактовой частоты;
   - выбирайте контроллер, который был предварительно протестирован и показал совместимость системы BIOS и параметров сигналов со всеми требованиями шасси PXIe.
3. Если используется шасси PXIe со встроенным контроллером, выбирайте соответствующий форм-фактор:
   - шасси PXIe требует установки контроллеров PXIe;
   - шасси PXI-1 требует установки контроллеров PXI-1.
4. Выбирайте модули PXI, совместимые с гибридными слотами PXI, поскольку старые модули PXI-1 могут оказаться несовместимыми.



Рис. 1. Шасси PXI с 5, 10 и 18 слотами

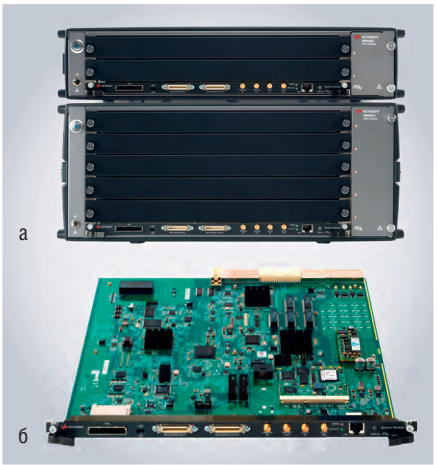


Рис. 2. 2- и 5-слотовое шасси AXIe (а) **с модулем ESM** (б)

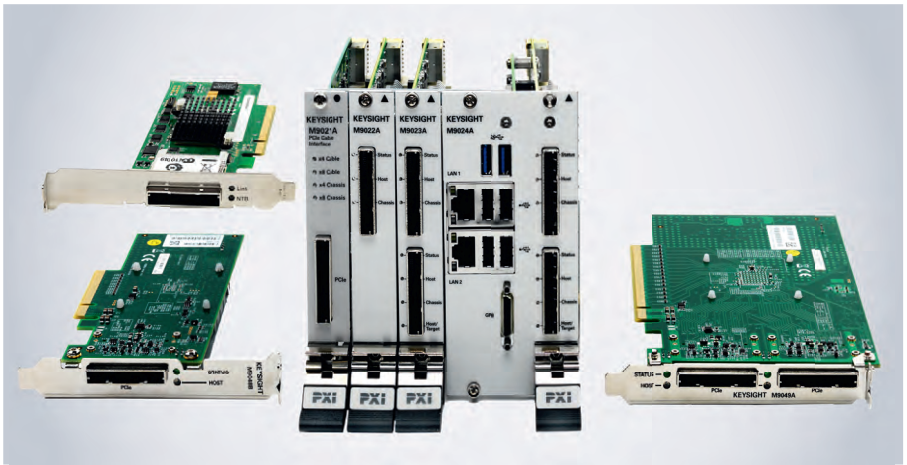


Рис. 3. Контроллер PXI и интерфейсные карты

5. Для максимального сокращения простоев выбирайте контрольно-измерительную платформу с большим сроком службы, большей гарантией и лучшими планами калибровки, с малым показателем интенсивности отказов и гибкими вариантами поставки.
6. Во избежание ложной отбраковки изделий выбирайте контрольно-измерительное оборудование, позволяющее выполнять периодическую калибровку, в ходе которой погрешности измерения возвращаются к гарантированным значениям.
7. Для обеспечения совместимости с будущими задачами выбирайте платформу PXI или AXIe, развивающуюся с ростом контрольно-измерительных требований, отдавая предпочтение такой, которая позволяет добавлять опции путём обновления лицензионных ключей.

В больших контрольно-измерительных системах можно объединять несколько шасси в различных конфигурациях. Несколько шасси можно подключить к ПК по схеме «звезда» или последовательно. Некоторые примеры соединения приведены на рисунке 4.

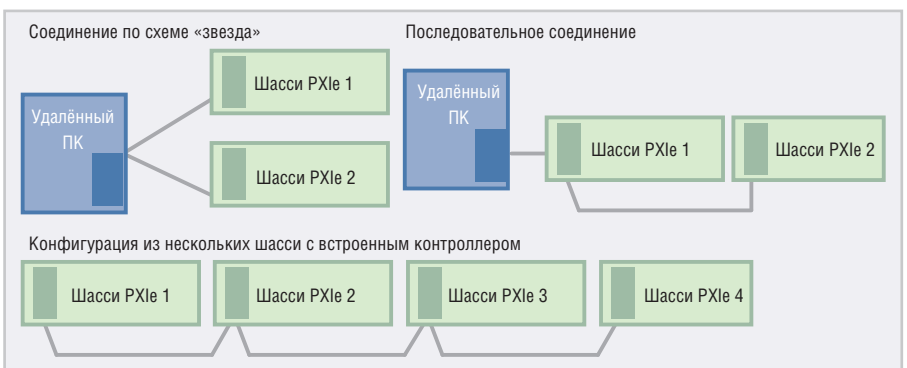


Рис. 4. Соединение шасси PXI по схеме «звезда» и последовательно

Программное обеспечение и программирование

В любой автоматизированной контрольно-измерительной системе важную роль играет программное обеспечение (ПО). Для каждого модуля имеется несколько вариантов ПО. После выбора модульных приборов важно, чтобы разработчики системы правильно организовали каналы связи с модулями (управление модулями из ПО) и учитывали компромиссы между временем программирования и производительностью измерений.

Основным каналом связи для приборов PXI является интерфейс PCI. Так же как электрические спецификации PCI создают основу для электрических подключений, драйвер устройства PCI создаёт основу для программного доступа. Для обеспечения масштабируемости и поддержки множества различных приборов стек драйвера разбивается обычно на несколько уровней. На рисунке 5 показано, как стеки драйверов ядра, VISA и IVI, взаимодействуют между собой и образуют тесно связанную группу, обеспечивающую сосуществование стеков драйверов PCI разных производителей.

Предоставляемый модулем прибора драйвер ядра используется для подключения прибора к шине PCIe и для взаимодействия с программной архитектурой виртуального прибора (VISA) на уровне ввода/вывода. Для обеспечения интерфейса программирования с ПО контрольно-измерительной системы производители модулей PXI или AXIe поддерживают обычно взаимозаменяемые драйверы виртуальных приборов (IVI), т.е. драйверы IVI-C, -COM и -NET.

В комплект поставки приборов PXI входит драйвер программной передней панели – графический интерфейс пользователя, позволяющий легко отслеживать взаимодействие между ПК и прибором, создавать и исполнять команды и отображать результаты. Особенно полезны программные передние панели на этапе первого запуска и в процессе диагностики или создания новых программ управления приборами.

Контрольно-измерительные системы, рассчитанные на высокую скорость измерения, используют программы, написанные в таких средах программирования, как C, C++, C#, и непосредственные команды ввода-вывода для оптимизации производительности измерений. Для достижения максимальных скоростей работы эти и другие среды программирования используют команды SCPI. Кроме того, высокая скорость достигается при использовании современных драйверов приборов в таких средах программирования, как LabVIEW, Microsoft Visual Studio, VEE и MATLAB.

И хотя драйверы приборов предлагают гибкие способы повышения скорости, они требуют большего времени на разработку, а точность измерения зависит от программного кода, написанного инженером. С другой стороны, для достижения простоты

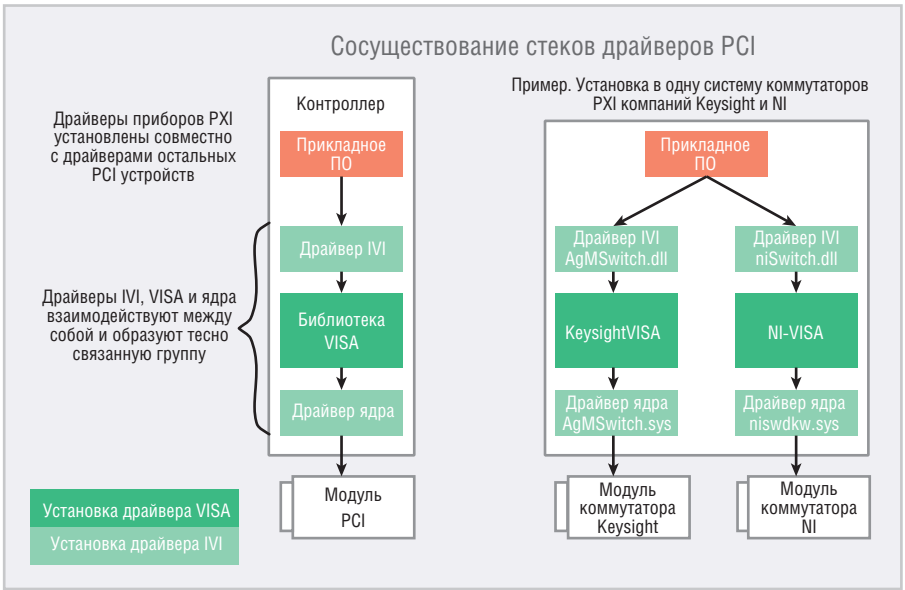


Рис. 5. Взаимодействие стеков драйверов разных производителей

в обращении, ускорения разработки и повышения достоверности измерений предлагается специальное прикладное программное обеспечение, такое как 89600 VSA, Signal Studio и SystemVue. К тому же в этом ПО имеются специальные возможности измерения и анализа.

Советы:

1. Используйте Windows Device Manager, чтобы определить, присутствуют ли модули PXI на шине PCI, и связан ли драйвер с прибором.
2. Если вы используете псевдонимы VISA или дескрипторы ресурсов, используйте для настройки соответствующие инструменты поставщика. Например, Keysight Connection Expert для модулей Keysight и National Instruments MAX для модулей NI.
3. Для обеспечения достоверного сравнения результатов тестирования на всех этапах – от разработки до производства – используйте общее прикладное ПО.
4. Для обеспечения максимальной гибкости в процессе разработки системы ищите производителей модульных приборов, которые предлагают программные инструменты и приложения, поддерживающие все основные среды разработки тестов, включая National Instruments LabVIEW, LabWindows, Microsoft Visual Studio, Keysight VEE и MathWorks MATLAB.

Литература

1. PXI Interoperability – How to Achieve Multi-Vendor Interoperability in PXI Systems. Application Note. Keysight Technologies. http://literature.cdn.keysight.com/litweb/pdf/5991-0384EN.pdf
2. Transitioning to a PXI Test System. Application Note. Keysight Technologies. http://literature.cdn.keysight.com/litweb/pdf/5992-1652EN.pdf?id=2782042



E·X·P·O ELECTRONICA

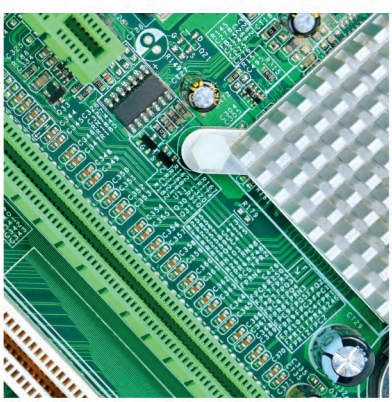
ufi Approved Event

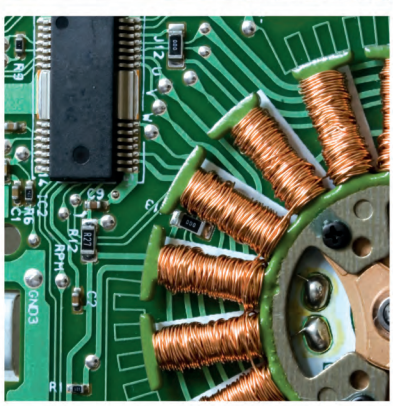
17–19 апреля 2018

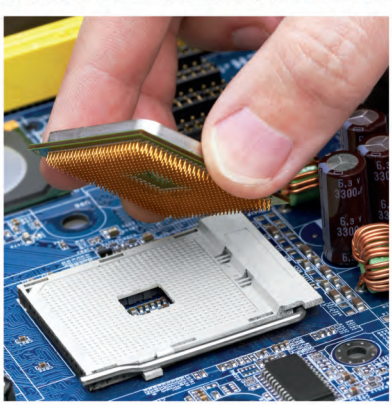
Москва,
Крокус Экспо

Самая крупная в России выставка электронных компонентов, модулей и комплектующих









12+

ITE

primexpo

Организатор
Группа компаний ITE
+7 (812) 380 6003/07/00
electron@primexpo.ru

Подробнее о выставке
expoelectronica.ru

Совместно с выставкой
electrontech EXPO

Реклама

Применение инструментального усилителя для мостового включения двух мощных ОУ
Часть 4

Алексей Кузьминов (compmicrosys@mail.ru)

Четвёртая заключительная часть статьи посвящена схеме индикации и разводке печатных плат всех устройств, использованных в усилителе. Подробно описываются процедура настройки усилителя и результаты его испытаний.

В схемах защиты от превышения тока (см. рис. 13б,г) [1] используются два светодиода красного свечения – LED1 в каждой, а для индикации наличия напряжений питания ±12,5 В применено два светодиода: зелёного (LED-) и жёлтого (LED+) цвета (см. рис. 13д) [1]. В некоторых случаях, когда, например, на корпусе имеется только два штатных места для индикаторных светодиодов, применение четырёх светодиодов может быть затруднено. В таких случаях может быть использована простейшая схема индикации на двух двухцветных светодиодах (см. рис. 14).

Для индикации напряжения +12,5 В и перегрузки используется двухцветный светодиод L-119SRSGWT (LED3,4), который представляет собой два светодиода в одном корпусе: один – сверхъяркий красный, а второй – обычный зелёный. При работе стабилизатора в штатном режиме присутствуют оба напряжения (+18 В и +12,5 В), поэтому горят оба светодиода. Общий цвет свечения LED3,4 в этом случае – светло-оранжевый. При перегрузке напряжение +12,5 В пропадает, и зелёный светодиод гаснет, общий цвет свечения становится красным. Номинал резисторов R3 и R4 подобран таким образом, чтобы яркость зелёного и красного светодиодов была приблизительно одинаковой.

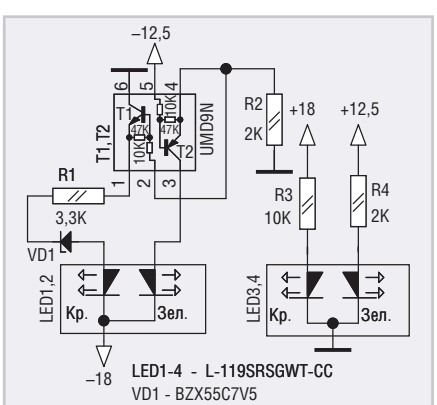


Рис. 14. Принципиальная схема индикации наличия напряжений питания ±12,5 В и перегрузки на основе двухцветных светодиодов

Для индикации напряжения –12,5 В и перегрузки используется такой же двухцветный светодиод LED1,2 и двухтранзисторная сборка UMD9N (T1, T2). При работе стабилизатора –12,5 В (см. рис. 13в) [1] в штатном режиме также присутствуют оба напряжения (–18 В и –12,5 В), в связи с чем транзистор T2 открыт, а T1 закрыт, т.к. на его базе нулевой (и даже немного отрицательный) потенциал относительно эмиттера. В этом случае зелёный светодиод горит, а красный – нет, общий цвет свечения двухцветного светодиода – зелёный. При перегрузке напряжение –12,5 В пропадает, транзистор T2 закрывается, открывая транзистор T1. В связи с этим зелёный светодиод гаснет, а красный загорается, общий цвет свечения становится красным. Напряжение стабилитрона VD1 (7,5 В) и номиналы резисторов R1 и R2 подобраны таким образом, чтобы при изменении входного напряжения от –14 до –20 В как в штатном режиме, так и в режиме перегрузки, горел только один из светодиодов (или зелёный, или красный). Если не устанавливать стабилитрон, то транзистор T1 сборки будет запираться не до конца, что приведёт к появлению слабого свечения красного светодиода, искажению чисто зелёного цвета и сделает его почти неотличимым от свечения светодиода LED3,4. Установка стабилитрона поднимает напряжение эмиттера T1 сборки на 7,5 В, что приводит к надёжному запиранию транзистора T1 при любом входном напряжении и чистому зелёному свечению светодиода LED1,2 в штатном режиме работы стабилизатора. Таким образом, при работе обоих стабилизаторов в штатном режиме цвет свечения светодиода, индицирующего напряжение –12,5 В – зелёный, а цвет свечения светодиода, индицирующего напряжение +12,5 В, – светло-оранжевый. При возникновении перегрузки по какому-либо напряжению цвет свечения соответствующего двухцветного светодиода становится красным.

Схема с транзисторной сборкой разведена на плате, которая имеет размер всего 8 × 8 мм. Резисторы R1, R2 и стабилитрон VD1 установлены на плате навесным монтажом вертикально. Резисторы R3 и R4 припаяны непосредственно к достаточно жёстким и прочным выводам светодиода LED3,4. Во избежание случайного замыкания на центральный вывод на резисторы надета изолирующая трубка из ПВХ.

Выходное напряжение стабилизаторов можно легко повысить, например, в два раза – до 25 В. Для этого требуется лишь изменить номинал одного резистора R7 (см. рис. 13а,в) [1], руководствуясь следующими соображениями. Во-первых, необходимо сохранить ток через делитель R7, R8 и R9 близким к 2,5 мА. Во-вторых, необходимо сохранить напряжение, снимаемое с движка резистора R8 в его среднем положении, близким к 2,5 В. Разделив 25 В на 2,5 мА, получим 10 кОм, а вычтя из 10 кОм сумму R8 (500 Ом) и R9 (750 Ом), получим 8,75 кОм. Ближайший номинал к этому значению из ряда E24 (5%) – 9,1 кОм, из ряда E96 (1%) – 8,66 кОм. Если, например, R8 = 9,1 кОм, то напряжение на движке R8 в его среднем положении составит 2,42 В, что вполне допустимо.

Выходное напряжение можно сделать и ещё выше, однако следует учесть, что максимальное напряжение питания ОУ TCA0372 составляет 40 В, а MC33072 – 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 переразводить платы стабилизаторов достаточно сделать платы-переходники ADA4522-2ARMZ/TCA0372DP1 и ADA4522-2ARMZ/MC33072 (их разводка приведена далее). Однако при питании

±12,5 В ADA4522-2 преимуществ перед TCA0372DP1 и MC33072 не имеет.

По габаритам вместе с радиатором (235 × 110 × 70 мм) ИП, применённый в данном усилителе, значительно меньше описанного в [2] (255 × 220 × 85 мм). Кроме того, он существенно легче, дешевле и тише. Для сравнения фотографии обоих ИП показаны на рисунке 15. Поскольку в мостовом включении ОУ отсутствует силовая «земля», то для питания усилителя вместо двуполярного ИП с напряжениями ±12,5 В вполне можно использовать однополярный ИП, например, с напряжением +25 В (или, что лучше, с напряжением –25 В), а среднюю точку создать искусственно с помощью маломощного транзистора (как показано на рисунке 4 справочного листка ОУ LM4780). В этом случае конструкция ИП существенно упрощается, т.к. требуется всего один стабилизатор 25 В.

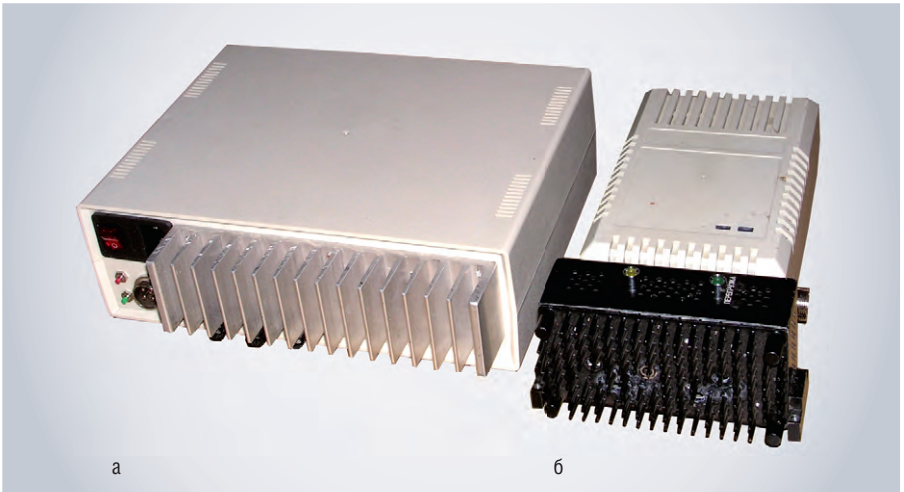


Рис. 15. Фотографии источников питания (вид со стороны задней стенки): а) ±20 В, б) ±12,5 В

Разводка печатных плат и фотографии устройств

Разводка печатных плат всех устройств выполнена в программе Sprint Layout 6.0, а изготовление плат и их фотошаблонов кратко описано в [3].

Разводка платы предварительного усилителя приведена на рисунке 16а, её размер составил всего 25 × 30 мм. Фотография платы, сделанная со стороны проводников, показана на рисунке 16б. Плата крепится тремя винтами М2 к днищу корпуса.

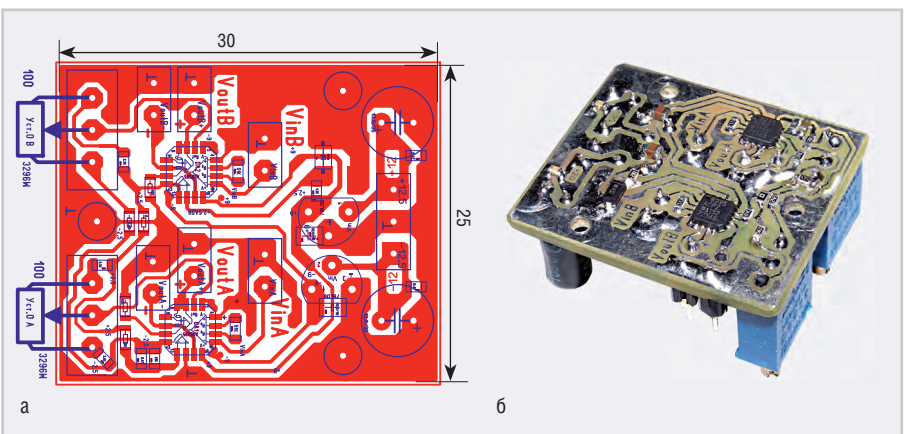


Рис. 16. Предварительный усилитель: а) печатная плата; б) фото со стороны проводников

Плата одного канала усилителя мощности на базе LM3886 имеет размеры 20 × 30 мм и показана на рисунке 17. Плата не имеет крепёжных отверстий, поскольку она держится как консоль на всех 11 выводах микросхемы LM3886. Сама микросхема LM3886 крепится винтом М3 к радиатору через теплопроводящую керамическую изолирующую прокладку с использованием теплопроводной пасты (например, КПТ-8).

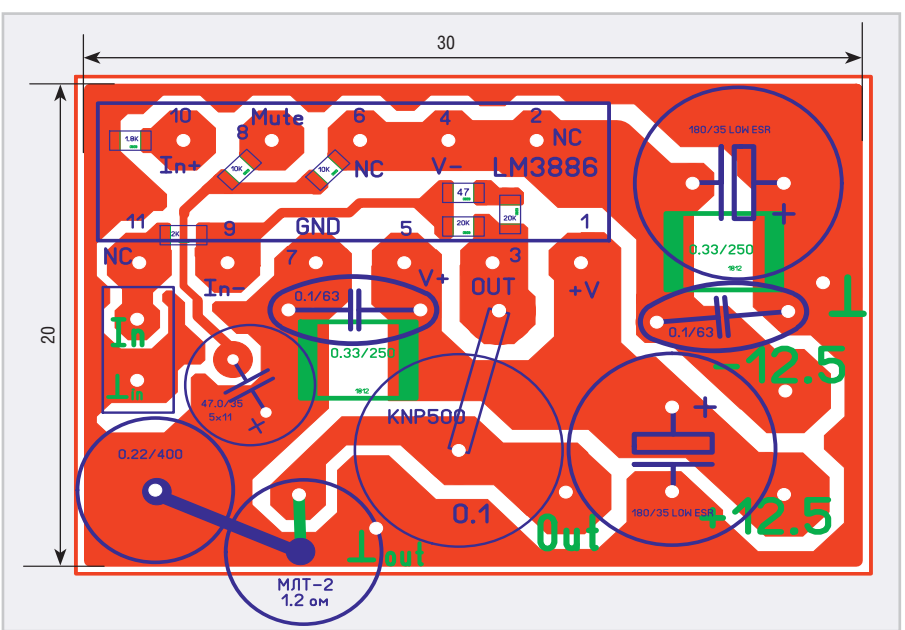


Рис. 17. Печатная плата одного канала УМЗЧ на ОУ LM3886

В связи с тем, что в мостовом включении отсутствует силовая «земля», т.к. нагрузка подключена исключительно к выходам обоих ОУ, контурные токи по «земле» сильно снижены. К «земле» подключены только конденсаторы и RC-цепочки, токи в которых на один-два порядка меньше токов в земляном контуре при стандартном включении. В результате различные наводки существенно уменьшены.

Разводка платы пик-детектора приведена на рисунке 18. Плата имеет размер 30 × 26 мм. Как ни странно, применение ОУ TL052 в корпусе DIP8 существенно экономит место, поскольку сами эти микросхемы расположены на стороне, противоположной расположению дорожек. В связи с этим на стороне проводников остаётся достаточно места для расположения компонентов поверхностного монтажа. В данном устройстве применены триггеры Шмитта 74LVC2G14GW в сверхминиатюрном корпусе SOT363 (2,5 × 2,5 мм). Однако плата разведе-

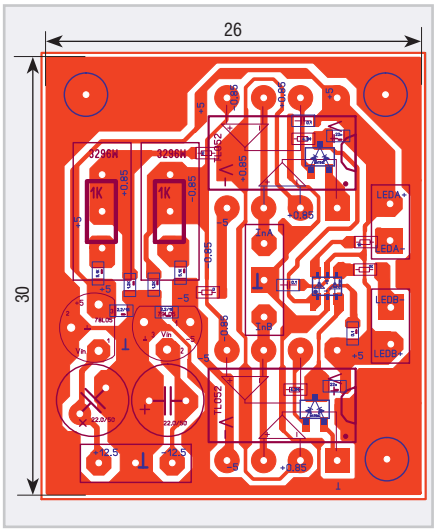


Рис. 18. Печатная плата пик-детектора

на таким образом, чтобы в ней можно было использовать микросхему триггера Шмитта в корпусе SOT23-6 (3,5 × × 3,5 мм, 74LVC2G14GV).

Размеры платы стабилизаторов +12,5 В и –12,5 В составили всего 11,5 × 32,5 мм (см. рис. 19а,б) благодаря использованию двухканальных ОУ в корпусе DIP8 и ИОН на стабилитроне и полевом транзисторе с p-n-переходом в корпусе TO-92. Платы защиты от превышения тока для стабилизаторов положительной и отрицательной полярности (см. рис. 20а,б) имеют размеры 11 × 16 мм, а плата индикации питания –12,5 В на двухцветном светодиоде (см. рис. 21) – 8 × 8 мм. Разводка плат-переходников для ОУ ADA4522-2 очень проста и показана на рисунке 22. О внешнем виде устройств можно судить по рисункам 23–25.

Разводка платы регулятора громкости размером 22 × 25 мм приведена на рисунке 26а. Компоненты для поверхностного монтажа расположены на стороне проводников (см. рис. 26б), а разъёмы и катушки индуктивности 3,2 Гн – на противоположной стороне. Эти катушки крепятся к небольшим макетным платам винтами М2 с полиэтиленовыми шайбами. Сами макетные платы припаяны к плате ТКРГ с помощью отрезков медного провода диаметром 0,8 мм. Плата крепится к корпусу двумя пластмассовыми стойками и винтами М2 через крепёжные отверстия, расположенные по диагонали. Подключение переменных резисторов и сигнальных кабелей к ТКРГ показано на рисунке 27 [3]. Экранированные кабели, соединяющие переменные резисторы с ТКРГ, обёрнуты несколькими слоями фум-ленты.

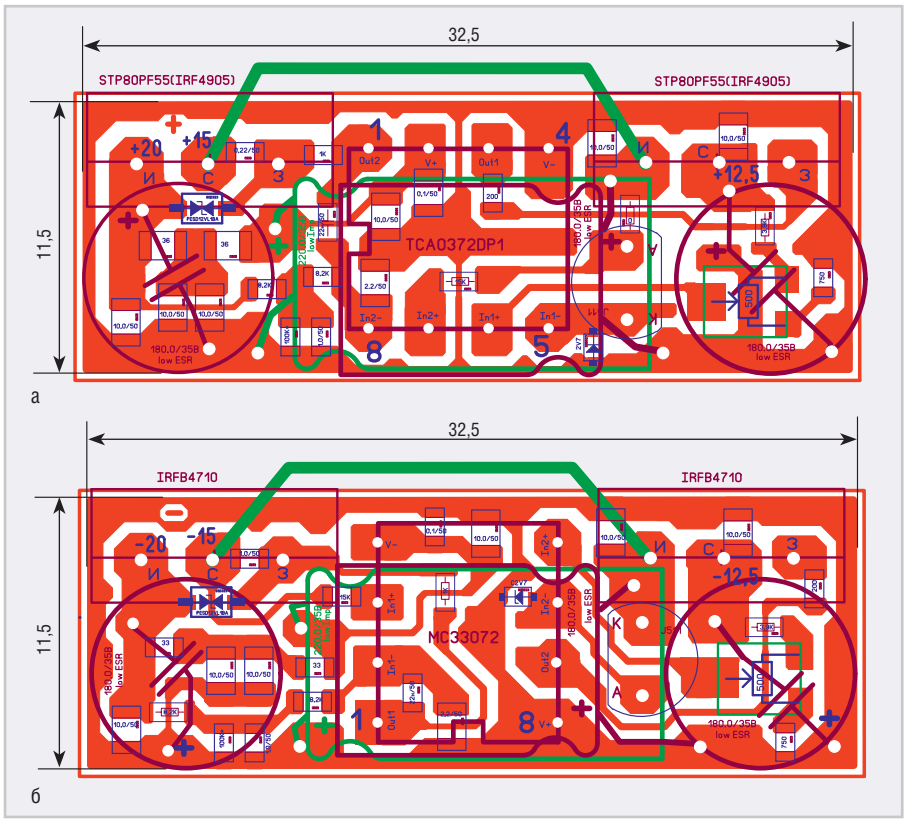


Рис. 19. Печатные платы стабилизаторов: а) +12,5 В; б) –12,5 В

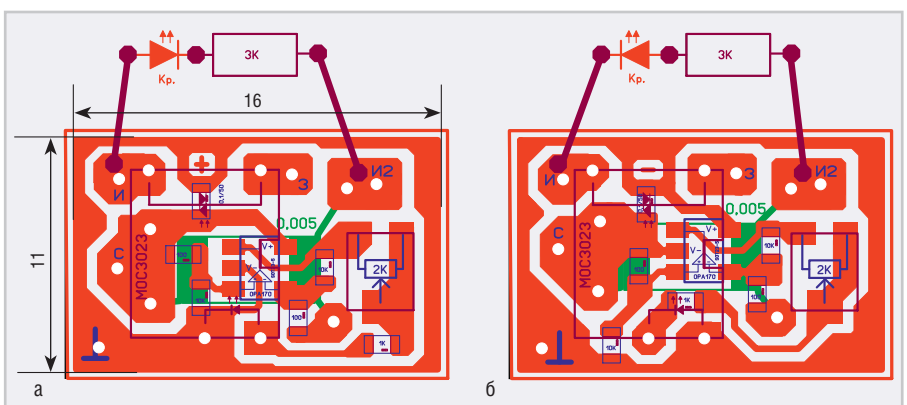


Рис. 20. Печатные платы защиты: а) +12,5 В; б) –12,5 В

Разводка платы регулятора громкости на Ш-образных ферритовых сердечниках приведена на рисунке 28. Плата имеет размер 20 × 36 мм (см. рис. 29). Разводка платы ТКГР на кольцах R16 × 9,6 × 6,3-3E12 и его фотография показаны на рисунках 30 и 31 соответственно. Катушки индуктивности 3 Гн укреплены вертикально на двух макетных платах. Для того чтобы не повредить обмотки, при закреплении колец использованы резиновые прокладки и полиэтиленовые шайбы.

Конструкция усилителя

Усилитель размещён в корпусе размером 180 × 110 × 70 мм, состоящим из скреплённых половинок (см. рис. 32). На задней стенке одной половины корпуса размещены два радиатора, на каждом из которых закреплены по 2 платы (см. рис. 17) с ОУ LM3886 для каналов A и B. С целью уменьшения нагрева корпуса от радиаторов на крепёжные винты установлены шайбы, вырезанные из фторопластовой ленты толщиной 0,5 мм. Платы предварительного усилителя (см. рис. 16б) и пик-детектора (см. рис. 18) закреплены в нижней части этой же половины корпуса. Плата регулятора громкости (см. рис. 31) установлена в нижней части второй половины корпуса, оба переменных резистора (регулятора громкости и регулятора НЧ-коррекции) – в середине той же половины корпуса, ручки регулировки выведены на его лицевую поверхность. Кабели питания и вход-

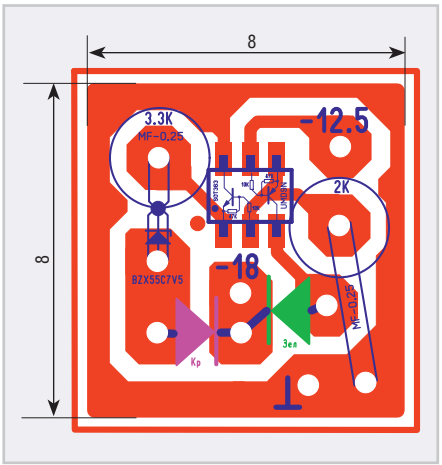


Рис. 21. Печатная плата индикации на двухцветном светодиоде

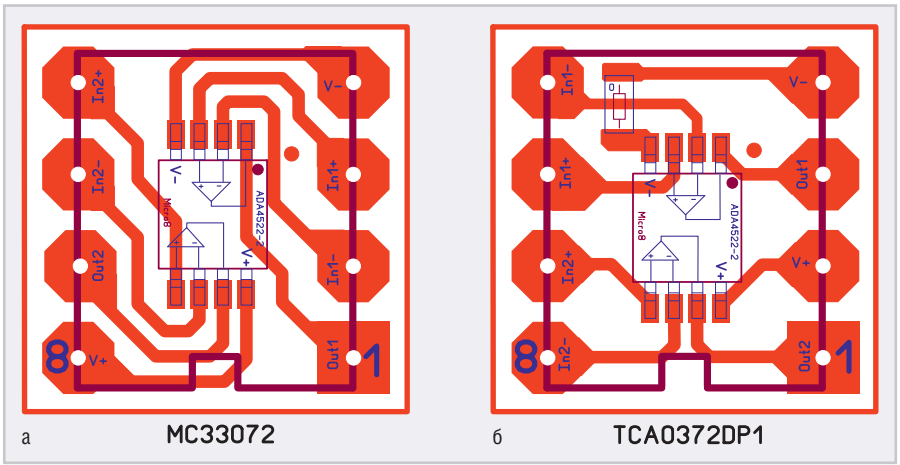


Рис. 22. Плата-переходник для ОУ ADA4522-2: а) MC33072, б) TCA 0372DP1



Рис. 23. Фотография стабилизатора +12,5 В без платы защиты



Рис. 24. Фотография стабилизатора –12,5 В с платой защиты



Рис. 25. Общий вид плат защиты со стороны оптрона

ных сигналов пропущены через резиновые втулки, установленные на боковых сторонах корпуса, и припаяны к клеммникам, от которых отходят кабели питания на платы мощных ОУ, платы предварительного усилителя и платы пик-детектора, а также сигнальный кабель от платы регулировки громкости. Два выходных разъёма для подключения кабелей АС расположены на боковой поверхности корпуса. Силовые кабели питания и выходных сигналов для АС представляют собой коаксиальные кабели, экран которых заземлён, а провода имеют сечение не менее 1 мм^2. Эти кабели дополнительно обёрнуты двумя слоями ленты из тонкого фторопласта (фумленты). Слаботочные сигнальные кабели и кабели питания также экранированы, а сечения проводов могут быть уменьшены до 0,1...0,2 мм^2. К нижней части корпуса липкой двусторонней пористой лентой приклеены резиновые ножки.

Собранный в корпусе усилитель показан на рисунке 33. Два кабеля от АС подключаются к выходным разъёмам. Входной кабель от источника звука пропущен через резиновую втулку. На лицевой поверхности корпуса справа вверху можно заметить два окна с прозрачными вставками из оргстекла, через которые проходит свет от светодиодов, индицирующих наличие питания (зелёный для –12,5 В и жёлтый для +12,5 В). Ниже расположены два светодиода красного свечения, закреплённые на корпусе в специальных оправках и сигнализирующие о превышении выходных сигналов заданного порога соответственно для каналов А и В.

Настройка усилителя

Для настройки усилителя необходимо установить «нули» у двух выходных сигналов.

Процедура эта очень проста и сводится к следующему. Во-первых, необходимо заземлить оба входных сигнала. Для этого на два двухконтактных цанговых штыревых разъёма, расположенных на плате предварительного усилителя (X2 и X5 на рис. 5) [4], надеть две двухконтактные перемычки из двух двухконтактных цанговых гнёзд. Далее к выходным разъёмам, предназначенным для подключения к АС (XoutA и XoutB на рис. 6) [5], подключить два резистора номиналом 3,9 Ом мощностью 50 Вт. К одному из резисторов (например, для канала А) подключить цифровой вольтметр. После этого необходимо включить питание и подстроечным резистором для канала А (RA2, см. рис. 5) [4] на плате предварительного усилителя, выставить напряжение около 1 мВ.

Полный «ноль» выставлять не рекомендуется во избежание перекрытия прямого и инверсного сигналов.

Аналогично выставляется напряжение для канала В. Номиналы подстроечных многооборотных резисторов RA2 и RB2 (100 Ом) позволяют выставить необходимое напряжение с точностью до 0,1 мВ. На этом настройка заканчивается, питание выключается, перемычки снимаются, регулятор громкости соединяется с предварительным усилителем.

Испытание усилителя

Испытание усилителя проводилось автором «на слух» на двух АС: 15АС-220 с номинальной мощностью 15 Вт и электрическим сопротивлением 4 Ом, в которой был установлен современный ВЧ-твиттер, и на 35АС-016 «Орбита» с номинальной мощностью 35 Вт и электрическим сопротивлением 4 Ом.

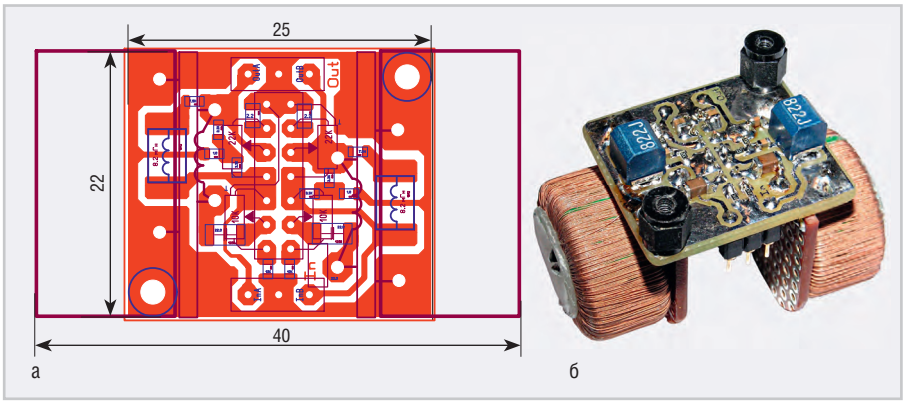


Рис. 26. ТКРГ на кольцах T2010CF199: а) печатная плата; б) фотография со стороны проводников

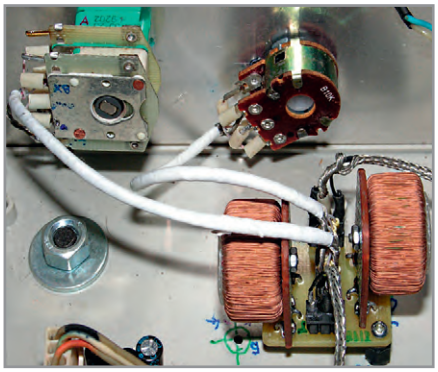


Рис. 27. Подключение переменных резисторов и сигнальных кабелей к ТКРГ [4]

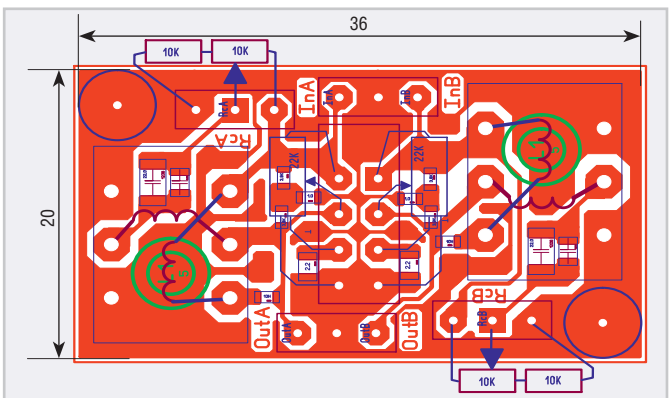


Рис. 28. Печатная плата регулятора громкости на Ш-образных сердечниках E 13/7/4

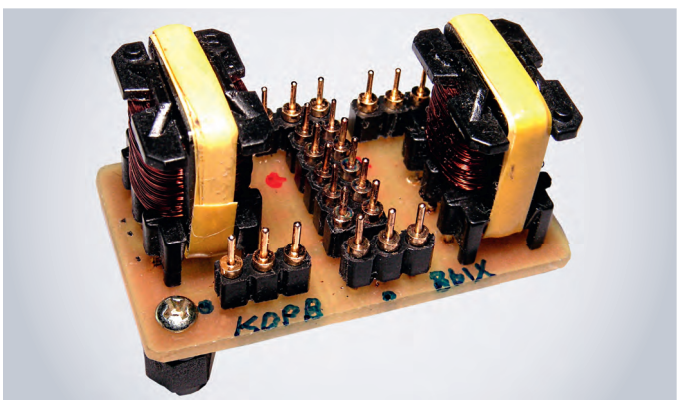


Рис. 29. Фотография платы регулятора громкости на Ш-образных сердечниках E 13/7/4

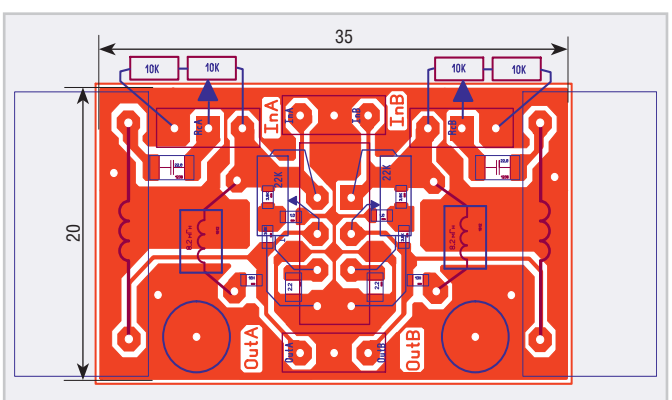


Рис. 30. Печатная плата регулятора громкости на кольцах TX16/9,6/6,3-3E12

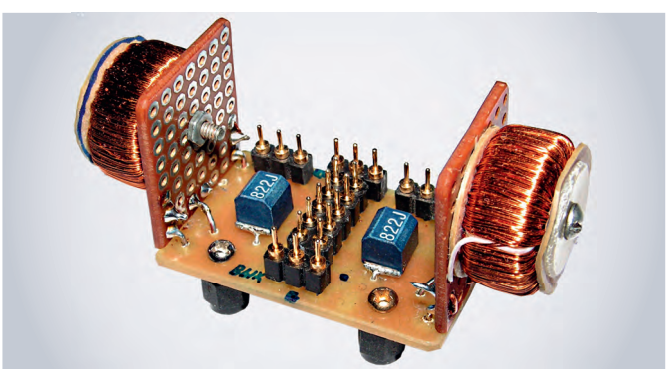


Рис. 31. Фотография платы регулятора громкости на кольцах TX16/9,6/6,3-3E12

Звучание сравнивалось со звучанием усилителя на ОУ LM4780 [3], в котором оба мощных ОУ включены по обычной инвертирующей схеме.

Испытание показало идентичность звучания мостового усилителя на ОУ LM3886 и звучания усилителя на LM4780 [3] при напряжениях питания ±20 В. При таком питании на максимальной громкости нагрев мостового усилителя на LM3886 был выше, чем нагрев усилителя на LM4780. При питании напряжениями ±12,5 В мостовой усилитель на LM3886 показал превосходные результаты даже на максимальной громкости, а его нагрев был существенно меньше, чем нагрев усилителя на LM4780 при питании его напряжениями ±20 В.

В обоих случаях ухудшения звучания мостового усилителя замечено не было.

Кроме того, применение стабилитрона VD1 (см. рис. 5) [4] совместно с повторителем на ОУ взамен специализированной микросхемы ИОН ADR291 в качестве источника опорного напряжения V_{ref} для установки выходных «нулей» усилителя привело к существенному снижению шума в АС при отсутствии сигнала. Если в усилителе на LM4780 [3] при отсутствии сигнала и максимальной громкости шум можно было услышать на расстоянии 20–25 см от АС, то в настоящем усилителе шум был слышен только в непосредственной близости от динамика АС.

При испытаниях усилителя на современных более мощных и качественных АС было отмечено очень чистое звучание с отличной детализацией.

Заключение

Применение ИУ AD8295 при конструировании мостового усилителя позволяет:

- включать оба мощных ОУ, работающих в мостовом режиме, как два абсолютно идентичных классических инвертора с одним и тем же коэффициентом усиления, что кардинально снижает КНИ+Ш;

- снизить коэффициент передачи УМЗЧ до минимального значения, т.е. реализовать максимальную глубину ООС;
- использовать низкое напряжение питания (до ±12,5 В), что даёт возможность применить источник питания с существенно меньшей мощностью, удвоить его КПД, уменьшить нагрев БП и самого усилителя, его массогабаритные параметры и цену;
- подключать к усилителю регулятор громкости с высоким выходным сопротивлением;
- полностью избавиться от разделительных конденсаторов, которые добавляют собственный шум на средних и, особенно, на высоких частотах и «заваливают» АЧХ на низких.

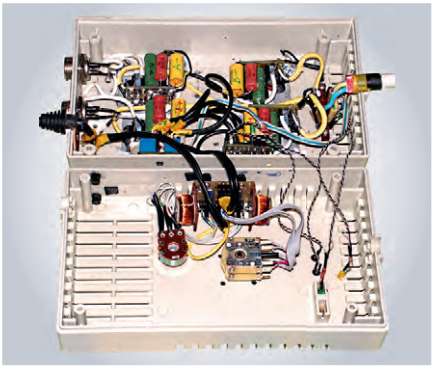


Рис. 32. Корпус усилителя на ОУ LM3886



Рис. 33. Усилитель на ОУ LM3886 в сборе

Литература

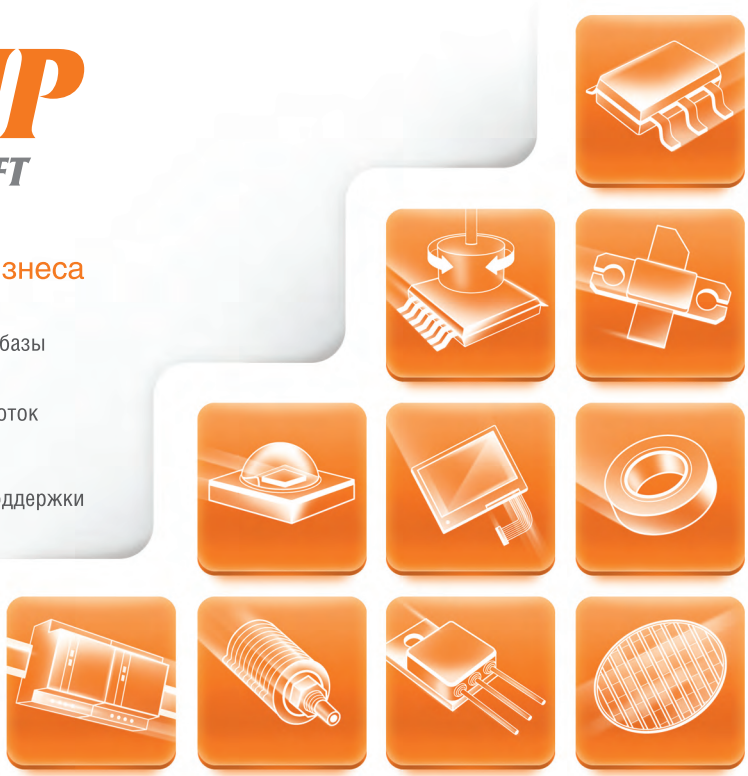
1. *Кузьминов А.* Применение инструментального усилителя для мостового включения двух мощных ОУ. Часть 3. Современная электроника. 2017. № 6. С. 77.
2. *Кузьминов А.* Активный фильтр на мощном полевом транзисторе и ОУ с защитой от превышения тока. Современная электроника. 2016. №3.
3. *Кузьминов А.* Применение инструментального усилителя в усилителе низкой частоты. Современная электроника. 2016. № 6.
4. *Кузьминов А.* Применение инструментального усилителя для мостового включения двух мощных ОУ. Часть 1. Современная электроника. 2017. № 4. С. 79.
5. *Кузьминов А.* Применение инструментального усилителя для мостового включения двух мощных ОУ. Часть 2. Современная электроника. 2017. № 5. С. 50.
6. *Кузьминов А.* Использование мощных полевых транзисторов и операционных усилителей в регуляторах и стабилизаторах напряжения. Современная электроника. 2012. № 7.
7. *Кузьминов А.* Сверхминиатюрные изолированные DC/DC-преобразователи со стабилизированным выходом и ультранизким уровнем пульсаций. Современная электроника. 2012. № 8.
8. *Кузьминов А.* Импульсный ИП со стабилизированным выходом и низким уровнем пульсаций. Часть 3. Современная электроника. 2015. № 5.
9. *Пахомов А.* Тонкомпенсированный регулятор громкости с активной баскоррекцией. Радио. 2003. №6.
10. *Демченко Б.* Тонкомпенсированный регулятор громкости с переменным резистором без отводов. Радио. 2015. № 12.

PROCHIP
POWERED BY PROSOFT

Активный компонент вашего бизнеса

+ Различные решения по подбору элементной базы
+ Осуществление поставок комплектующих для серийного производства и новых разработок
+ Поддержка склада
+ Оказание технической и информационной поддержки

+7 (495) 232-2522
INFO@PROCHIP.RU
WWW.PROCHIP.RU



Wolfspeed CRANE AEROSPACE & ELECTRONICS SHARP BBULGIN HUMMEL SEMILEDS RAYSTAR OLED Display Provider MICROMETALS anadigm
CREE АРБЕЛОС AUO Groupe HARTING Pushing Performance PHILIPS LUMILEDS LUMINEQ XP XP Power MPS

Реклама

НОВОСТИ МИРА

PwC: тенденции ИБ на 2017 год

Компания PwC представила результаты глобального исследования тенденций информационной безопасности (ИБ) на 2017 год, посвящённые применению технологии Интернета вещей.

В рамках данного опроса приблизительно четверть всех опрошенных подтвердили взлом компонентов IoT, используемых при автоматизации технологических процессов (ТП), в интеграционных системах, а также в пользовательских, в том числе бытовых устройствах (в товарах индивидуального потребления).

По мере того как IoT проникает всё ближе к ядру цифрового бизнеса, интеграция отраслей безопасности – IT, ТП и пользовательских технологий – скорее всего спровоцирует возникновение принципиально новых факторов риска. К этим потенциальным рискам относятся: нарушения в информационном потоке между подключёнными устройствами, физическое вмешательство в оборудование, влияние на деловые операции, кража конфиденциальной информации, компрометация персональных данных, повреждение особо важных объектов инфраструктуры и даже потеря человеческих жизней.

Основные результаты опроса свидетельствуют о том, что: 25% опрошенных в России и 46% респондентов в мире планируют инвестировать в информационную безопасность Интернета вещей в этом году; 23% российских респондентов и 35% опрошенных во всём мире имеют реализованную стратегию безопасности для Интернета вещей; 39% опрошенных в России и 46% в мире планируют инвестировать в новые аспекты безопасности, связанные с развивающимися бизнес-моделями; 34% российских респондентов и 35% опрошенных на глобальном уровне планируют провести оценку межсетевого взаимодействия и выявление уязвимости систем и устройств по всей организационной экосистеме; 39% соотечественников и 43% всех респондентов исследования планируют инвестировать в биометрическую и усиленную аутентификацию в следующем году; 42% опрошенных в России и 35% участников опроса во всём мире планируют вкладывать в профессиональную подготовку по IoT в ближайшие 12 месяцев.

По некоторым данным, в 2015 году в России насчитывалось 15,5 млн подключённых устройств; к 2018 году, согласно прогнозам, их количество удвоится. В среднесрочной же перспективе ожидается рост до 400 млн таких устройств. Иными словами, именно 400 млн цифровых устройств могут стать мишенью для киберпреступников, желающих получить доступ к жизненно важным системам и (или) персональным данным, либо могут стать инструментом для проведения DDoS-атак. Поэтому, по мере того как российские компании планируют применение IoT-технологий, они должны заблаговременно продумать стратегию обеспечения безопасности и защиты данных, а также предусмотреть создание надлежащей инфраструктуры. Наличие комплексного подхода к обеспечению кибербезопасности и защиты данных является залогом успешного применения стремительно развивающихся технологий Интернета вещей. Компании, которые будут развивать IoT-системы и продукты в соответствии с новыми стандартами кибербезопасности и защиты данных, смогут минимизировать риски, заручиться доверием заинтересованных сторон и в конечном счёте занять лидирующие позиции в области применения технологий IoT.

Пресс-релиз PwC



14-я Международная выставка
испытательного
и контрольно-измерительного
оборудования

Testing&Control

24–26 октября 2017

Москва, Крокус Экспо



Итоги 2016 года:

102 компании-участника из **8** стран мира

10 237 посетителей-специалистов из **21** страны мира

Организатор
Группа компаний ITE
+7 (499) 750-08-28
control@ite-expo.ru

Получите электронный билет
на сайте testing-control.ru

Реклама

Устройство световых эффектов с управлением скоростью переключения и яркостью свечения

Сергей Шишкин (svshi1969@mail.ru)

В статье представлен вариант устройства световых эффектов на базе микроконтроллеров AVR. В состав устройства входит пять контроллеров светового эффекта, позволяющих выполнить 16 различных световых эффектов, и контроллер управления яркостью индикаторов.

Световые эффекты и световая иллюминация: без них уже не обходится, практически, ни один праздник. Поэтому в Интернете, в периодической печати появляются описания новых конструкций с новыми сценариями световой иллюминации, с разной схемотехникой на разной элементной базе. Подобные устройства особенно востребованы в новогодние праздники. Применение 8-разрядных микроконтроллеров в них вполне обосновано и оправдано. Структурная схема устройства световых эффектов представлена на рисунке 1.

Устройство состоит из семи функциональных узлов: платы клавиатуры, пяти контроллеров световых эффектов (далее контроллеры №1...№5) и контроллера управления яркостью. Принципиальная схема одного контроллера (контроллера №1) представлена на рисунке 2.

У контроллеров №1...№5 одинаковая принципиальная схема, они идентичны по конструкции и алгоритму работы. Принципиальная схема контроллера управления яркостью (далее контроллер яркости) представлена на рисунке 3. А на рисунке 4 представлена принципиальная схема платы клавиатуры.

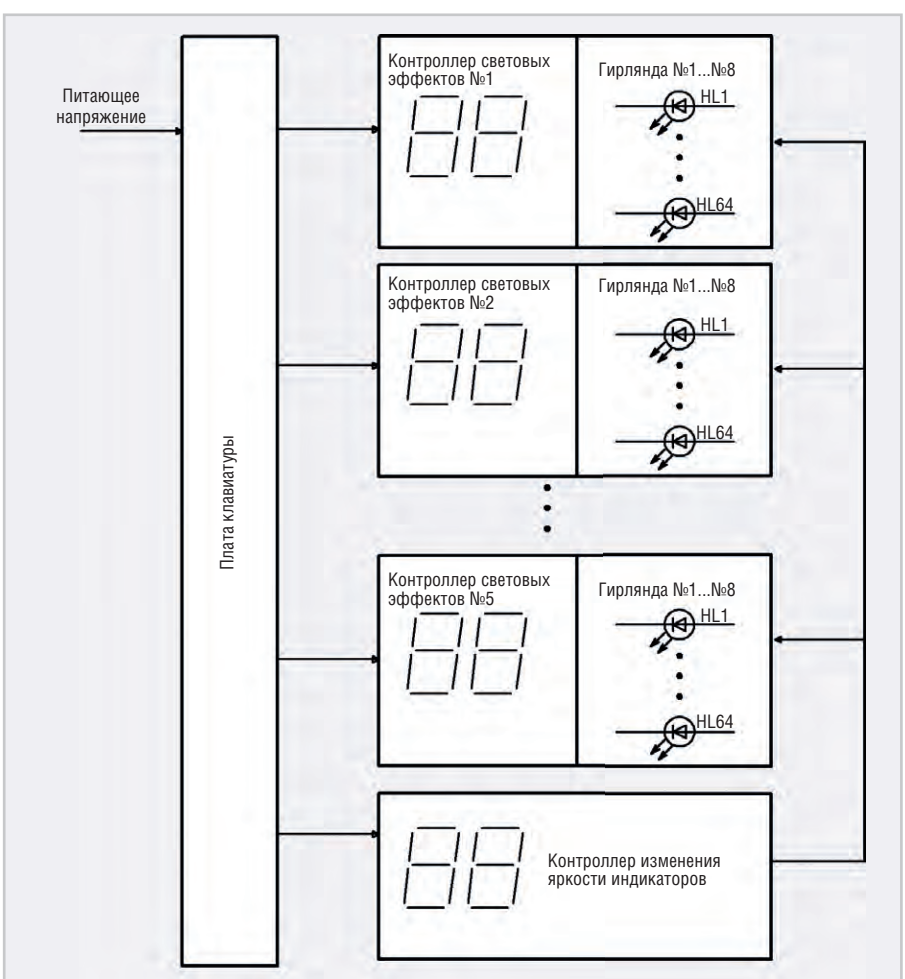


Рис. 1. Структурная схема устройства световых эффектов

Соединители X2...X6 платы клавиатуры подключаются к соединителям X1 контроллеров №1...№5 соответственно. Соединитель X7 платы клавиатуры подключается к соединителю X1 контроллера яркости. Цепи соединителя X2 контроллера яркости подключаются через соответствующий жгут к цепям соединителей X2 контроллеров №1...№5.

Приводить конструкцию функциональных узлов устройства здесь не имеет смысла.

Целесообразно, чтобы конструктивно контроллер №1 состоял из платы контроллера и восьми гирлянд. Интерфейс устройства включает в себя следующие элементы управления платы клавиатуры:

- галетный переключатель SA1;
- клавиатура (кнопки S1...S5);
- элементы управления контроллеров №1...№5 (индикаторы HG1, HG2);
- элементы управления контроллера яркости (индикаторы HG1, HG2, HL1).

Галетный переключатель SA1 платы клавиатуры типа ПГ2-12-6П8Н имеет шесть положений. Если SA1 установлен в положение «1», то клавиатура (кнопки S1...S5) подключены к контроллеру №1. В этом случае можно задать параметры светового эффекта для контроллера №1. Если же SA1 установлен в положение «2», то можно задать параметры для контроллера №2 и т.д. Если SA1 установлен в положение «6», то можно задать параметры контроллера яркости. Фактически, галетным переключателем SA2, клавиатура подключается к одному из шести устройств.

Пусть галетный переключатель SA1 платы клавиатуры установлен в положение «1». Кнопки S1...S5 подключены к контроллеру №1. В данном случае можно задавать для него параметры светового эффекта. Рассмотрим подробно его работу. Число, индицируемое на индикаторе HG1, определяет номер светового эффекта, исполняемого в устройстве. Число, индицируемое на индикаторе HG2, определяет относительную скорость переключе-

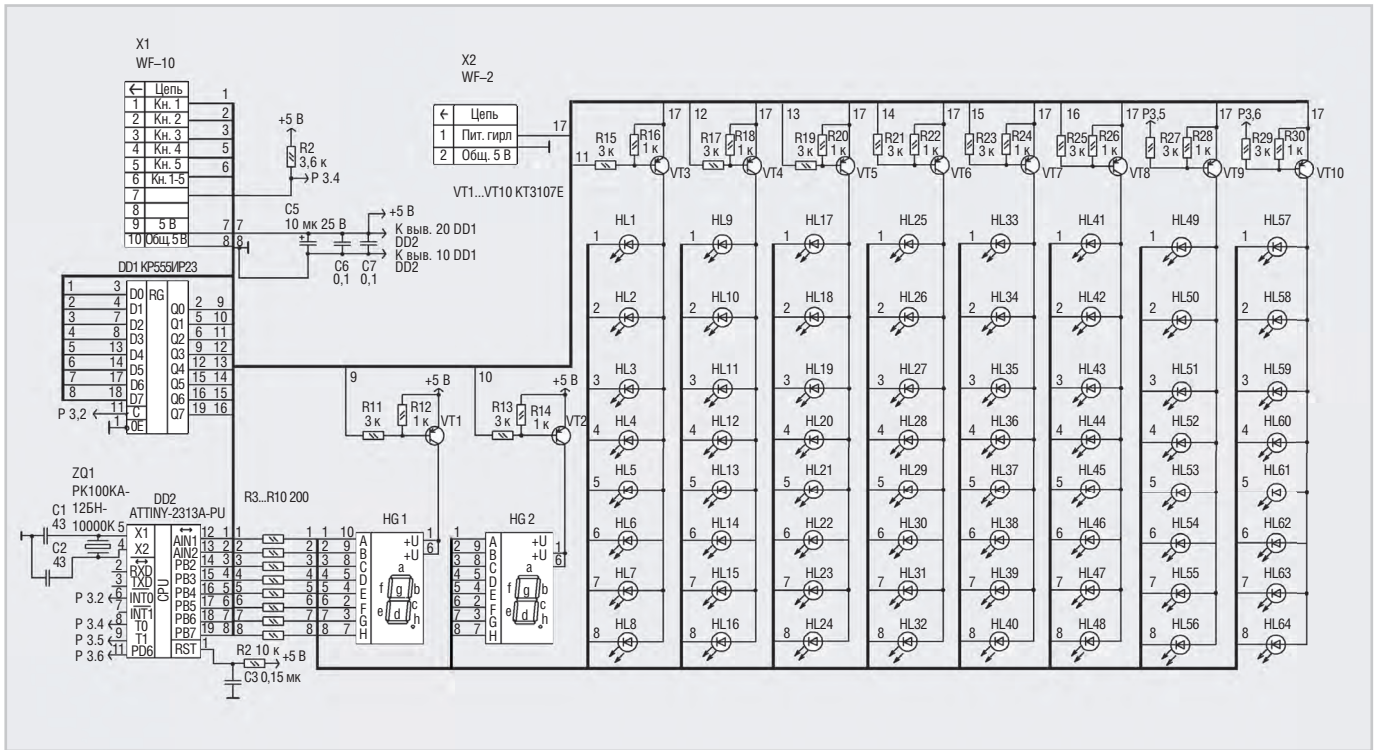


Рис. 2. Принципиальная схема контроллера №1

ния индикаторов в выбранном световом эффекте. Данное число может изменяться в пределах от 1 до 9 с шагом 1.

Кнопки клавиатуры имеют следующее назначение:

- S1 (Δ) – инкремент числа, индицируемого на индикаторе HG1 (выбор номера выполняемого светового эффекта), инкремент числа, индицируемого на индикаторе HG2 (увеличение скорости);
- S2 (∇) – декремент числа, индицируемого на индикаторе HG1 (выбор номера выполняемого светового эффекта), декремент числа, индицируемого на индикаторе HG2 (уменьшение скорости);
- S3 (C) – старт/стоп (после нажатия на данную кнопку устройство реализует световой эффект, индицируемый на индикаторе HG1, со скоростью переключения, индицируемой на индикаторе HG2);
- S4 (B) – включить/выключить индикаторы HL1...HL64 (после нажатия на данную кнопку включаются/выключаются все индикаторы, подключённые к контроллеру – данная опция необходима для проверки работоспособности всех индикаторов в устройстве);
- S5 (P) – кнопка выбора режима работы кнопок S1 и S2, задание номера светового эффекта или задание скорости (при выборе номера светового эффекта у индикатора HG2 точка h выключена, при выборе режима задания скорости у индикатора HG2 точка h включена).

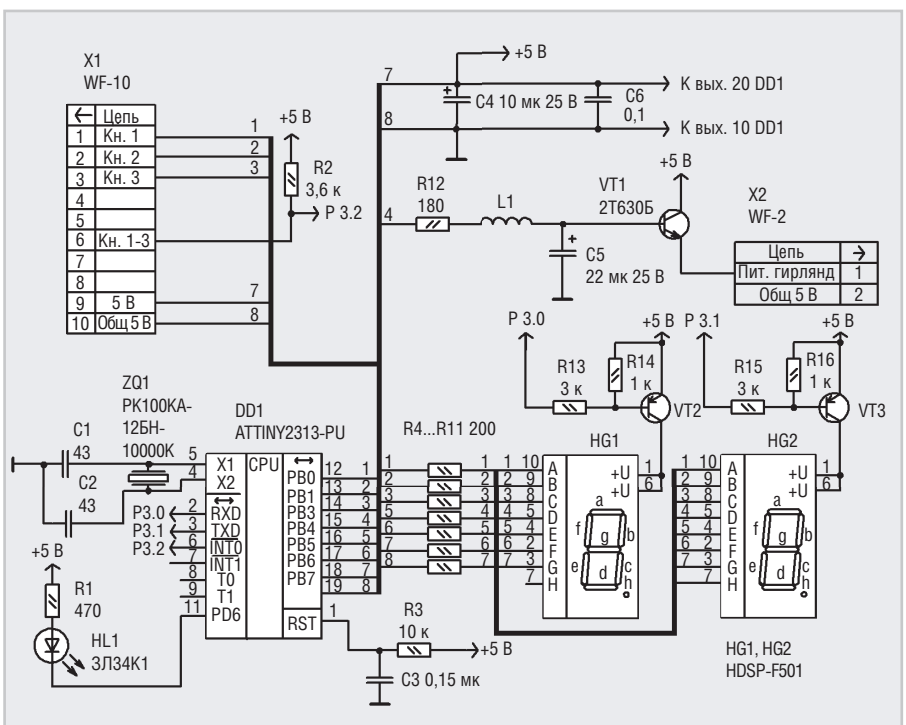


Рис. 3. Принципиальная схема контроллера управления яркостью

Световые эффекты, реализуемые контроллером №1, представлены в таблице. Для описания световых эффектов введём следующие условные обозначения: индикатор HL1 – индикатор №1, индикатор HL2 – индикатор №2, индикатор HL64 – индикатор №64. Конструктивно индикаторы №1...№8 образуют собой гирлянду (далее – гирлянда №1), соответственно индикаторы №9...№16 образуют гирлянду №2 и т.д. Индикаторы №58...№64 – гирлянда №8. Считаем, что конструктивно все индикаторы в гирлянде расположены в один ряд. Применительно к ёлке: на левой стороне целесообразно разместить гирлянды с нечётными номерами, на правой – с чётными.

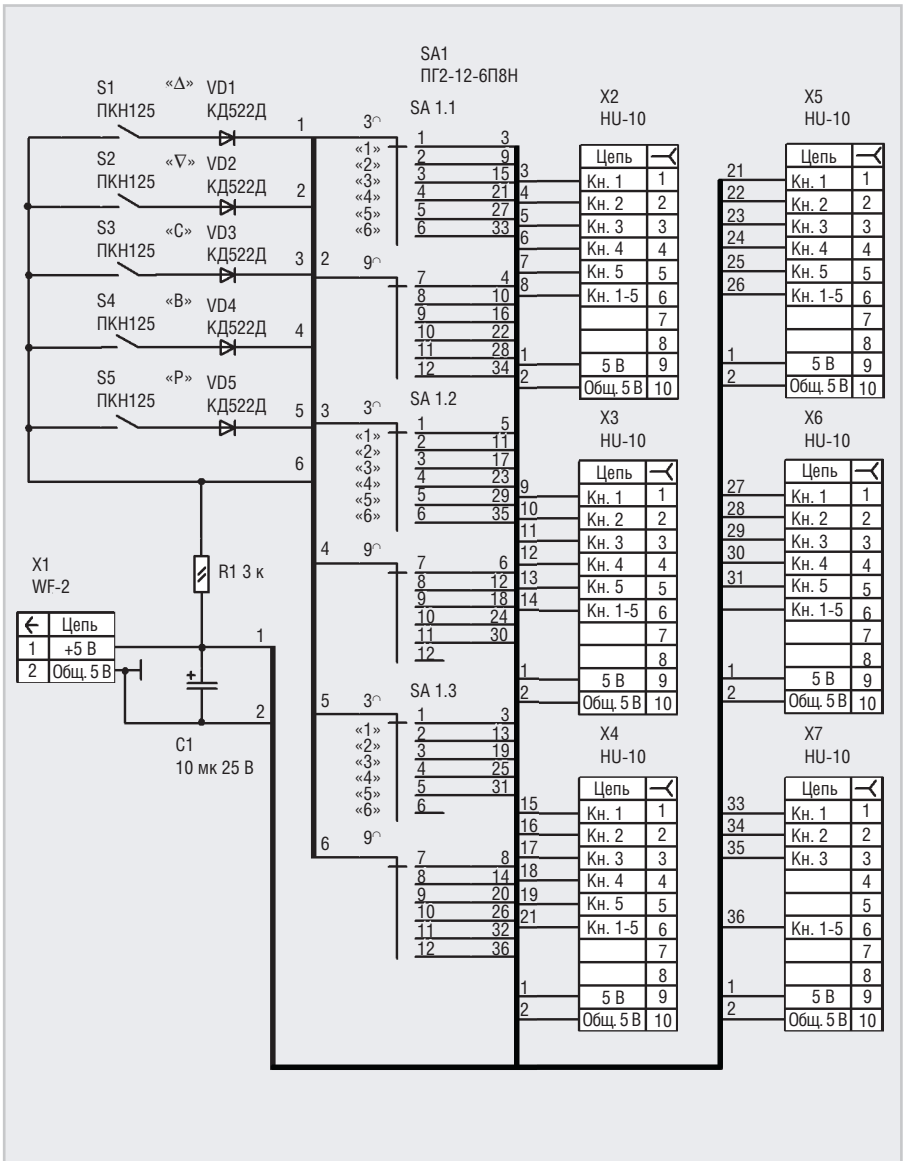


Рис. 4. Принципиальная схема платы клавиатуры

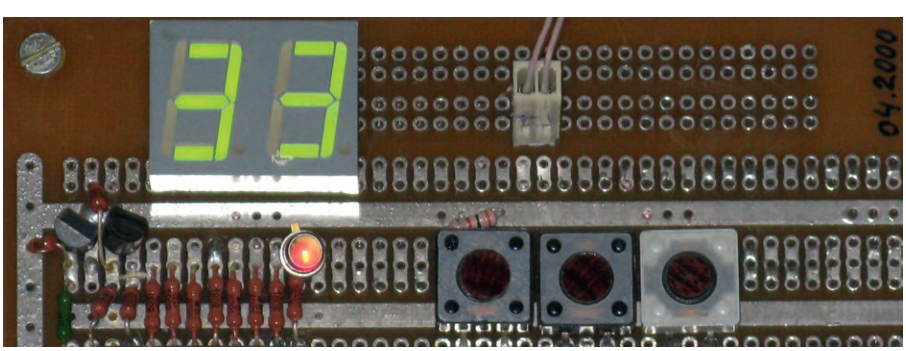


Рис. 5. Интерфейс управления контроллера яркости

Алгоритм работы контроллера №1 следующий. Сразу после подачи питания устройство готово к работе. Номер исполняемого светового эффекта задаётся кнопками S1, S2 (точка h у индикатора HG2 выключена). Далее необходимо нажать кнопку S4 (B), при этом включится точка h в индикаторе HG2 дисплея. Кнопками S1, S2 нужно задать скорость переключения индикаторов в выбранном световом эффекте. Исполнение эффекта начинается после нажатия кнопки S3 (C). Для исполнения другого светового эффекта (или для изменения скорости переключения индикаторов в исполняемом) необходимо нажать кнопку S3 (C) (остановить исполняемый световой эффект). Далее необходимо выполнить описанные ранее операции по установке номера светового эффекта и заданию скорости переключения индикаторов.

На семисегментном индикаторе HG1 буква B и цифра 8, а также буква D и цифра 0, индицируются одинаково. Поэтому при индицировании букв B и D на семисегментном индикаторе HG1 включается точка h.

Рассмотрим основные, функциональные узлы принципиальной схемы устройства. Рабочая частота микроконтроллера DD2 задаётся генератором с внешним резонатором ZQ1 на 10 МГц. С порта PB микроконтроллер DD2 управляет индикаторами гирлянд №1...№8. Соответственно, гирлянды управляются ключами, выполненными на транзисторах VT3...VT10. Данные ключи управляются с выводов синхронного регистра DD1и выводов 9 и 11 микроконтроллера DD2. Резисторы R3...R10 – токоограничительные для индикаторов HL1...HL64. Все индикаторы в контроллере №1 работают в режиме динамической индикации. Коды для включения индикаторов при функционировании динамической индикации поступают на вход порта PB микроконтроллера DD2. Регистр DD1 управляет ключами VT1...VT8. Для функционирования клавиатуры задействован вывод 8 микроконтроллера DD2. Питающее напряжение поступает на контроллер с соединителя X1. Конденсатор C5 фильтрует пульсации в цепи питания +5 В. Сразу после подачи питания на выводе 1 микроконтроллера DD2 через RC-цепь (резистор R2, конденсатор C3) формируется сигнал системного аппаратного сброса микроконтроллера. При инициализации во все разряды портов микроконтроллера DD1 записываются логические 1. Ключи на транзисторах VT3...VT10 закрыты, индикаторы HL1...HL64 выключены.

Программное обеспечение микроконтроллера DD2 реализует алгоритм работы задаваемых световых эффектов в режиме динамической индикации. Задача по формированию временно́го интервала для включения индикаторов каждой гирлянды (или интервал переключения индикаторов и гирлянд) решена с помощью прерываний от таймера T/C1 и счётчиков на регистрах r8 (sek1) и r13 (min1). Таймер T/C1 формирует запрос на прерывание. Счётчики на регистрах r8 и r13 подсчитывают количество, устанавливается необходимый флаг (нулевой разряд регистра r19 (flo)). Скорость переключения индикаторов регулируется

Световые эффекты, реализуемые контроллером №1

Номер светового эффекта	Число (символ) индицируемый на индикаторе HG1	Название светового эффекта	Описание светового эффекта
1	0	Мерцающая ёлка	Сначала включаются чётные номера индикаторов (нечётные выключены), потом нечётные номера (чётные выключены). Если индикаторы расположить в виде массива (или матрицы) так же, как на принципиальной схеме (см. рис. 1), то получается имитация (эффект) мерцания звёздного неба
2	1	Переключаемая ёлка	Поочерёдное включение и выключение всех индикаторов в гирлянде
3	2	Бегущий огонёк №1	В каждой гирлянде один включённый индикатор «пробегает» по всей гирлянде в одном направлении. Например, в гирлянде №1 – от индикатора №1 к индикатору №8, в цикле. Сначала включается индикатор №1, потом №2 (№1 при этом выключается) и т.д. В гирлянде №2 – от индикатора №9 к индикатору №17 и т.д.
4	3	Бегущий огонёк №2	В каждой гирлянде два включённых индикатора «пробегают» по всей гирлянде в одном направлении. Например, в гирлянде №1 – от индикатора №1 к индикатору №8, в цикле. Сначала включается индикатор №1, потом №2, затем индикатор №1 выключается, а индикатор №3 включается и т.д.
5	4	Бегущий огонёк №3	В каждой гирлянде три включённых индикатора «пробегают» по всей гирлянде в одном направлении. Например, в гирлянде №1 – от индикатора №1 к индикатору №8, в цикле. Сначала включаются индикатор №1, потом индикатор №2, затем индикатор №3. Индикатор №1 выключается, а индикатор №4 включается и т.д.
6	5	Переключаемые гирлянды №1	Поочерёдное включение сначала всех гирлянд с чётными номерами, а затем – с нечётными (чётные при этом выключаются) и наоборот
7	6	Переключение группы в каждой гирлянде	Поочерёдное включение групп индикаторов в каждой гирлянде (в группе по четыре индикатора). Например, для гирлянды №1 сначала включаются индикаторы №1…№4, потом включаются индикаторы №5…№8, индикаторы №1…№4 при этом выключаются и т.д.
8	7	Бегущая лента	Сначала в гирлянде № 1 включается индикатор №1, затем №2, потом №3 и так до №8. Потом то же самое происходит в гирлянде №2 (сначала включается индикатор №9, затем №10, потом №11 и так до №16). Получается имитация бегущей ленты. После того как лента «проползает» по всем гирляндам (после включения индикатора №64 в гирлянде №8) все гирлянды гаснут. Далее цикл повторяется опять: в гирлянде №1 включается индикатор №1, затем №2 и т.д.
9	8	Бегущий огонёк №4	В каждой гирлянде один выключенный индикатор «пробегает» по всей гирлянде в одном направлении, а затем – в обратном (реверс). Например, в гирлянде №1 от индикатора №1 к индикатору №8, в цикле, а потом от индикатора №8 к индикатору №1. Сначала выключается индикатор №1 (все остальные индикаторы в данной гирлянде включены), потом №2 (№1 при этом включается) и так до индикатора №8. Затем индикатор №8 включается и снова выключается №1 и т.д.
10	9	Бегущая гирлянда	Включённая гирлянда «пробегает» по всей ёлке в одном направлении, от гирлянды №1 к гирлянде №13, в цикле. Сначала включается гирлянда №1, потом включается гирлянда №2, а гирлянда №1 при этом выключается и т.д.
11	A	Переключаемые гирлянды №2	Поочерёдное включение гирлянд. Затем общее выключение. Сначала включается гирлянда №1, затем №2, потом №3 и так до №13. Потом все гирлянды выключаются и т.д.
12	B	Переключаемые гирлянды №3	Поочерёдное включение гирлянд. Затем общее выключение. Сначала включается гирлянда №1, затем №2, потом №3 и так до №8. Потом гирлянда №8 выключаются, затем №7 и так до №1. Затем всё повторяется в цикле
13	C	Переключаемые гирлянды №4	Сначала включаются гирлянды, расположенные на левой стороне ёлки. Это гирлянды №1…№4. Гирлянды на правой стороне ёлки (№5…№18) выключены. И наоборот: гирлянды на левой стороне ёлки выключаются, а на правой включаются
14	D	Переключаемые гирлянды №5	Сначала включаются все гирлянды, затем идёт поочерёдное выключение: гирлянда №1, затем №2, потом №3 и так до №8. Потом все гирлянды снова включаются и т.д.
15	E	Бегущий огонёк №4	Одиночный «огонь» (один включённый индикатор) «пробегает» по всем гирляндам в одном направлении от индикатора №1 гирлянды №1 до индикатора №64 гирлянды №8. Затем цикл повторяется
16	F	Бегущий огонёк №5	Одиночный «огонь» (один включённый индикатор) «пробегает» по всем гирляндам в одном направлении от индикатора №1 гирлянды №1 до индикатора №64 гирлянды №8. Потом в обратном направлении от индикатора №64 гирлянды №8 до индикатора №1 гирлянды №1. Затем цикл повторяется

путём изменения числа speed, загружаемого в регистр r13 (min1).

Программа состоит из трёх основных частей: процедуры инициализации, основной программы, работающей в замкнутом цикле, и подпрограммы обработки прерывания от таймера T/C1. В подпрограмме обработки прерывания осуществляется формирование временно́го интервала для включения индикаторов, опрос клавиатуры, работа динамической индикации, а также происходит выполнение всех световых эффектов, реализованных в устройстве. В памяти данных микроконтроллера DD1 с адреса 60H по 69H организован буфер отображения для динамической индикации. По адресу 60H размещён байт номера отображаемого светового эффекта. По адресу 61H размещено число, задающее скорость переключения. Данные байты после перекодировки, в режиме динамической индикации, выводятся на дисплей устройства. 62H...69H – адреса, где хранится текущее значение для индикаторов HL1...HL64 (гирлянд №1...№8). Доступ к данным в адресном пространстве с помощью адресных указателей следующий. Адреса гирлянд №1...№8 и байты номеров светового эффекта и скорости загружаются в Y-регистр во фрагментах программы, где происходит выполнение светового эффекта. Z-регистр задействован только в фрагменте динамической индикации. Разработанная программа на ассемблере занимает порядка 2 килобайт памяти программ (flash-память программ) микроконтроллера, то есть память заполнена полностью.

В контроллерах №1...№5 использованы резисторы С2-33Н-0.125, но подойдут любые другие с такой же мощностью рассеивания и погрешностью 5%. Конденсаторы C1...C3, C5 и C6 – типа К10-17а, C4 – типа К50-35. Конденсаторы C5 устанавливаются между цепью +5 В и общим проводником микроконтроллера DD2. Конденсаторы C6 устанавливаются между цепью +5 В и общим проводником регистра DD1. Семисегментные индикаторы HG1 и HG2 – типа HDSP-F501. Индикаторы HL1...HL64 – типа КИПД40С20-Л4-П7. Для гирлянд можно подобрать абсолютно любые индикаторы, но желательно с $I_{пр}$ = 10 мА.

Рассмотрим работу контроллера яркости (см. рис. 3). Он предназначен для подачи питающего напряжения и управления им на гирлянды контроллеров световых эффектов. Контроллер имеет следующие технические характеристики:

- 99 шагов регулирования;
- диапазон регулирования уровня сигнала 25 дБ;

- напряжение питания 5 В;
- переменная составляющая выходного напряжения (пульсация) ≈50 мВ.

Как уже отмечалось, для задания параметров в нём необходимо галетный переключатель SA1 платы клавиатуры установить в положение «6». В контроллере яркости есть три основных функциональных узла. Это генератор ШИМ-сигнала, выполненный на базе микроконтроллера DD1, сглаживающий LC-фильтр и усилительный каскад, выполненный на транзисторе VT1. Индикатор HL1 управляется с вывода 11 микроконтроллера DD1. С порта B микроконтроллер DD1 управляет клавиатурой (кнопки S1...S3 платы клавиатуры) и динамической индикацией. Динамическая индикация собрана на транзисторах VT1, VT2 и цифровых индикаторах HG1 и HG2. Резисторы R4...R11 – токоограничительные для сегментов указанных индикаторов. Коды для включения индикаторов, при функционировании динамической индикации, поступают на порт B микроконтроллера DD1. Для функционирования клавиатуры задействован вывод 6 микроконтроллера DD1. ШИМ-сигнал с вывода 15 микроконтроллера DD1 через резистор R12 поступает на LC-фильтр (L1, C5) и далее на базу эмиттерного повторителя (транзистор VT1).

В интерфейс управления контроллера яркости входят клавиатура (кнопки S1...S3 платы клавиатуры), индикатор HL1 и индикаторы HG1 и HG2. На индикаторах HG1 и HG2 индицируется относительное значение выходного напряжения (число от 0 до 99).

Кнопки клавиатуры имеют следующее назначение:

- S1 (Δ) – увеличение на единицу относительного значения выходного напряжения (в %) (при удержании данной кнопки в нажатом состоянии более двух секунд значение выходного напряжения, индицируемое на дисплее, увеличивается на пять единиц за одну секунду;
- S2 (∇) – уменьшение на единицу относительного значения выходного напряжения (в %) (при удержании данной кнопки в нажатом состоянии более двух секунд значение выходного напряжения, индицируемое на дисплее, уменьшается на пять единиц за одну секунду;
- S3 (C) – выключение контроллера яркости (при этом выключается индикатор HL1, а выходной сигнал контроллера яркости (контакт 1, соединитель X2) принимает значение напряжения, равное нулю).

Сразу после подачи питания инициализируются регистры, счётчики, стек, таймеры T/C0 и T/C1, сторожевой таймер, порты ввода/вывода. При инициализации индикатор HL1 отключён. На индикаторах HG1 и HG2 индицируются нули. Для перехода в рабочий режим необходимо кнопками S1 (Δ) и S2 (∇) установить необходимое значение выходного напряжения. При значении выходного напряжения, отличном от нуля, будет включён индикатор HL1. Для выключения необходимо нажать на кнопку S3 (C). При этом на выходе установится нулевое значение выходного напряжения.

Программа состоит из трёх основных частей: инициализации, основной программы, работающей в замкнутом цикле, и подпрограммы обработки прерывания от таймера T/C0 (соответственно, метки INIT, SE1, S0). В основной программе происходит инкремент и декремент заданного значения ШИМ (заданного значения выходного напряжения). В подпрограмме обработки прерывания от таймера T/C0 происходит опрос клавиатуры и перекодировка двоичного числа значений времени в код для отображения информации на семисегментных индикаторах и отображения разрядов в динамической индикации. В памяти данных микроконтроллера с адреса $60 по $61 организован буфер отображения для динамической индикации. Каждый байт из функциональной группы в цикле, в подпрограмме обработки прерывания таймера T/C0 (метка S0), после перекодировки выводится в порт B микроконтроллера.

При нажатии на кнопку S1 относительное значение выходного напряжения на дисплее увеличивается на единицу. Одновременно запускается счётчик, организованный на R2, формирующий интервал в две секунды. Если кнопка удерживается более двух секунд, значение, индицируемое на дисплее, увеличивается на пять единиц за одну секунду. Интервал времени, в течения которого происходит увеличение времени, организован в R1. При отпускании кнопки S1 все указанные счётчики обнуляются.

Совершенно аналогичным образом организована работа кнопки S2, нужной для уменьшения относительного значения выходного напряжения, индицируемого на дисплее. При нажатии на кнопку S2 текущее значение, индицируемое на дисплее, уменьшается на единицу. Если кнопка удерживается более двух секунд, значение, индицируемое на дисплее, уменьшается на пять единиц за одну секунду. Счётчики приведённого алгоритма для кнопки S2 организованы, соответственно, в регистрах R3 и R4. В регистре R22 осуществляется выбор разрядов в динамической индикации. При инициализации в R22 заносится число 0b00000001. При каждом обращении к подпрограмме обработки прерывания единица сдвигается влево, подготавливая включение следующего разряда. В подпрограмме также осуществляется проверка: не вышла ли единица за пределы разрядной сетки, то есть после числа 0b00000100 в R22 загружается снова 0b00000001. Все флаги, которые используются при работе программы, выполнены на регистрах R24 и R25. Назначение каждого флага приведено в тексте программы. Интерфейс управления контроллера яркости, выполненный на макетной плате, представлен на рисунке 5.

Контроллер яркости фактически собран из тех же элементов, что и контроллеры №1...№5. Применены конденсаторы C1...C3, C6 типа К10-17а. Конденсатор C4 – типа К50-35, конденсатор C5 – типа К50-24. Конденсатор C6 устанавливаются между цепью +5 В и общим проводником микроконтроллера DD1. В схемах применены резисторы типа С2-33Н-0.125. Дроссель L1 выполнен на магнитопроводе типа МП140. Типоразмер магнитопровода – К28×16×9. Обмотка дросселя содержит 150 витков провода ПЭТВ-2 0,28. Семисегментные индикаторы HG1 и HG2 – типа HDSP-F501. Индикатор HL1 – типа ЗЛ341К красного цвета, можно подобрать абсолютно любой с $I_{пр}$ = 10 мА.

Литература

1. www.atmel.com.
2. *Шишкин С.* «Бегущие огни» на микроконтроллере AT89C4051. Радио. 2010. №11. С. 46–48.
3. *Голубцов М.С., Кириченкова А.В.* Микроконтроллеры AVR: от простого к сложному. Изд. 2-е испр. и доп. М. СОЛОН-Пресс. 2005. С. 304.

Выставка
ЭЛЕКТРОНИКА
Урал



ЭЛЕКТРОНИКА—УРАЛ 2017

III МЕЖДУНАРОДНАЯ СПЕЦИАЛИЗИРОВАННАЯ ВЫСТАВКА

28-30 НОЯБРЯ

ЕКАТЕРИНБУРГ, ЦМТЕ

- Электронные компоненты и комплектующие
- Источники питания
- Программное обеспечение и услуги
- Оборудование и технологии для производства электроники

ПРОХОДИТ ОДНОВРЕМЕННО С ВЫСТАВКОЙ «ПТА-УРАЛ 2017»

WWW.PTA-EXPO.RU

ЕКАТЕРИНБУРГ
(343) 270-23-76
info@pta-expo.ru

ОРГАНИЗАТОР
Экспоэлектроника

МОСКВА
(495) 234-22-10
info@pta-expo.ru

Реклама

Проектирование малошумящего усилителя на 10 ГГц

Винсент Гриджис, Legrand France

При разработке малошумящих высокочастотных усилителей необходимо правильно учитывать различные факторы, влияющие на работу устройства. В статье описывается комплексный подход к процессу разработки и моделирования малошумящего усилителя при помощи современных программных средств.

Малошумящие усилители (МШУ) играют ключевую роль в работе приёмного тракта радиоустройств и необходимы для усиления слабых сигналов, уровень мощности которых зачастую едва превышает фоновый уровень шума. При этом важно сохранить соотношение сигнал/шум на приемлемом уровне. В большинстве приёмников наибольший вклад в общий коэффициент шума вносится входными элементами приёмного тракта, описанными в уравнениях Фрииса, определяющих коэффициент шума в многокаскадной системе.

Главная задача, стоящая перед разработчиками МШУ, – минимизировать вносимый усилителем шум путём учёта таких факторов, как согласование импеданса, выбор компонентов усилителя (в частности, малошумящих транзисторов) и подбор параметров смещения. У доступных на рынке малошумящих полевых транзисторов этого диапазона, при условии оптимальных параметров смещения и согласования импедансов источника и нагрузки, коэффициент шума может достигать 0,3 дБ. МШУ, используемые в любительской радиоэлектронике, обладают коэффициентом шума порядка 0,7 дБ. Разница в 0,4 дБ возникает из-за вносимых на участке между антенной и МШУ потерь, во многом связанных с неидеальностью входных согласующих цепей и особенностями волноводного перехода.

Совершенствование процесса проектирования каждого из блоков может обеспечить значительное повышение общих характеристик радиоэлектронного устройства. В данной статье будет рассмотрено применение NI AWR Design Environment и, в частности, модуля Microwave Office, при проектировании малошумящего усилителя на 10 ГГц (см. рис. 1) с улучшенными характеристиками в X-диапазоне.

Подробно остановимся на следующих этапах проектирования:

- выбор транзистора;
- выбор подложки и покрытия;
- выбор геометрии волноводного перехода;
- создание полосового фильтра и выходного каскада;
- проектирование корпуса для подавления паразитных явлений.

Выбор транзистора

В данном проекте был выбран транзистор фирмы Renesas модели NE3515S02 [1]. Он доступен на рынке, а его характеристики вполне соответствуют поставленным требованиям: минимальный коэффициент шума на частоте 10,4 ГГц близкий к 0,3 дБ, коэффициент усиления 12 дБ. Транзистор обеспечивает хороший уровень потерь на отражение при согласовании на минимум коэффициента шума (Gopt). S-параметры транзистора и данные об уровне шумов, полученные на основе измерений, доступны для загрузки на сайте разработчика в виде файлов формата s2p [2].

На основе этих данных в Microwave Office были рассчитаны и построены на диаграмме Смита контуры коэффициента шума (NF) и потерь на отражение (RL) для транзистора, работающего при смещении $V_{си}$ = 2 В и $I_{си}$ = 10 мА (см. рис. 2). Как видно из рисунка 2, входной импеданс транзистора NE3515S02 рассчитан на его применение в МШУ X-диапазона. Область пересечения контуров RL (синяя линия) и NF (красная линия) соответствует ожидаемому уровню шума ~0,4 дБ и потерям на отражение в ~10 дБ. Помимо разработки согласующей цепи, преобразующей характеристический импеданс системы 50 Ом в требуемый импеданс источника, должны учитываться и иные факторы для минимизации вносимых входной согласующей цепью потерь.

Источниками потерь в печатных платах могут быть различные её элементы, включая диэлектрические и медные проводящие слои. При выборе материалов платы ключевыми параметрами, определяющими характеристики устройства на высоких частотах, являются диэлектрическая постоянная, тангенс угла потерь и толщина диэлектрика. Диэлектрическая постоянная может меняться в зависимости от частоты, температуры или иных факторов, что оказывает негативное влияние на характеристики широкополосных высокочастотных аналоговых схем. Дисперсия диэлектрической постоянной (то есть зависимость её от частоты) может быть вызвана особенностями материалов печатной платы, такими как: поляризация диэлектрика, внутренние потери или даже неодно-



Рис. 1. МШУ на 10 ГГц, спроектированный при помощи NI AWR Design Environment

родность поверхности медного проводящего слоя.

Между потерями в диэлектрике, потерями в проводнике и потерями на излучение есть определённая взаимосвязь. При одинаковой толщине диэлектрика более широкие линии передачи обладают меньшим характеристическим импедансом и, как правило, диэлектрические потери в них выше, чем в линиях меньшей ширины. Напротив, в последних характеристический импеданс выше, поэтому в них преобладают потери в проводнике. Потери на излучение зависят от конфигурации схемы, конструкции, толщины материала, диэлектрической постоянной и частоты. Рассогласование импеданса, вызванное изменением ширины линий передачи, также является значимым источником потерь на излучение.

С учётом информации, доступной в спецификациях транзистора, и данных об импедансах различных линий передачи, используемых в печатной плате, был выбран материал с медным покрытием RO4003C компании Rogers Corporation толщиной 305 мкм. Этот керамический материал обладает малыми потерями, является экономичным, рекомендован к использованию широким рядом производителей печатных плат и удовлетворяет требованиям, предъявляемым к проектируемому устройству.

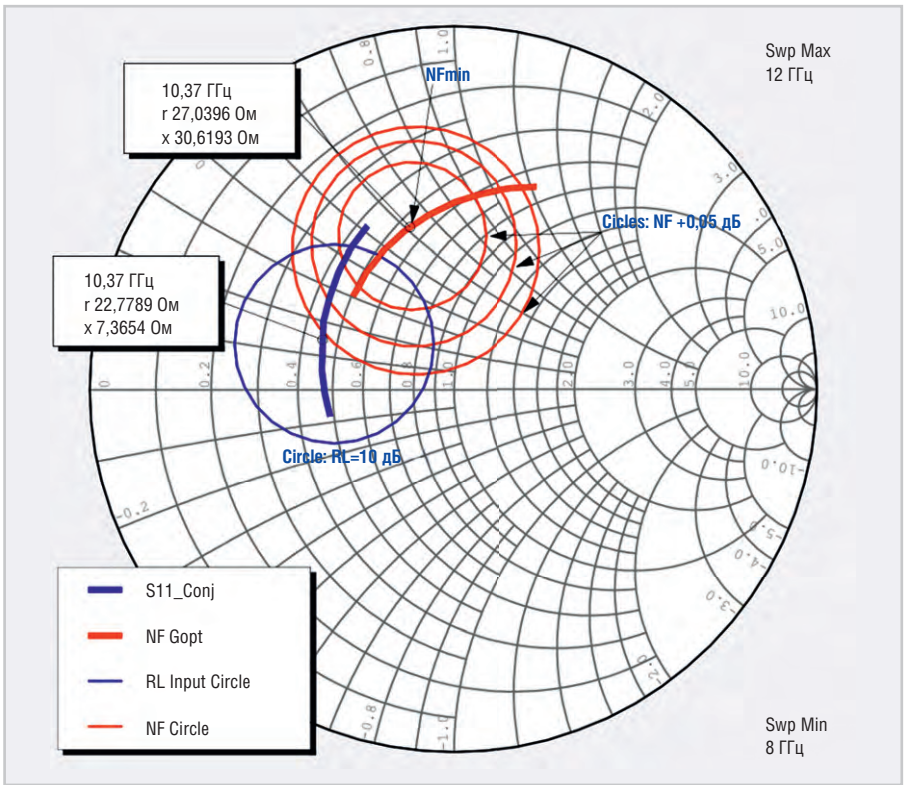


Рис. 2. Результаты расчёта коэффициента шума (красные линии) и потерь на отражение (синие линии)

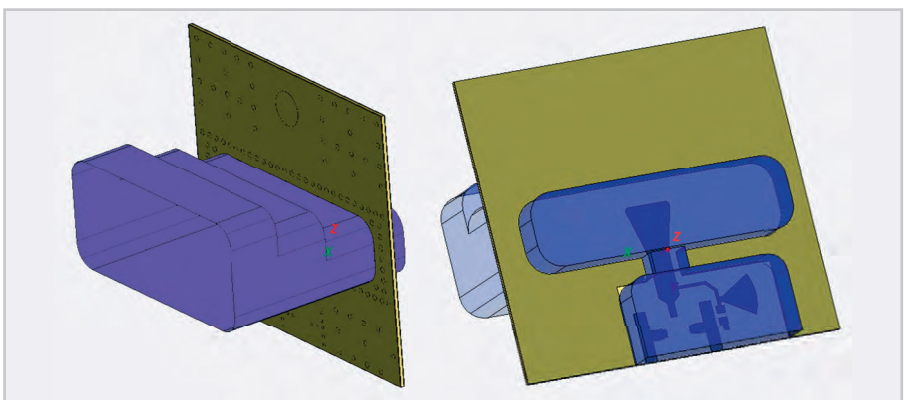


Рис. 3. Оптимизированная геометрия волноводного перехода

Широкополосный волноводный переход с малыми потерями

Входной каскад МШУ играет важнейшую роль в обеспечении преобразования входного импеданса системы (обычно 50 Ом) к оптимальному импедансу транзистора Gopt, при этом необходимо уделить внимание минимизации вносимых потерь. В данном проекте для уменьшения потерь и физических размеров было решено использовать переходник волновод-микрополосковая линия.

Общепринятой практикой при разработке МШУ (DB6NT [3], HB9BBD [4]) является проектирование усилителя и переходника по отдельности с согласованием каждого на стандартный характеристический импеданс 50 Ом. Тем не менее, у такого подхода есть ряд недостатков, включая узкополосные эффекты согласования, чувствительность к производственным допускам и потери в согласующих цепях. Альтернативным решением является проектирование волноводного перехода таким образом, чтобы его выходной импеданс был равен оптимальному импедансу транзистора на опорной плоскости микрополосковой линии для наименьшего коэффициента шума. Поскольку значение этого импеданса комплексное, при моделировании согласования необходимо уделить особое внимание возможному вращению опорной плоскости, что может привести к неоптимальному подбору импеданса источника и, как следствие, более высокому коэффициенту шума.

На рисунке 3 представлена оптимизированная геометрия переходника. Использование ступенчатой структуры позволило уменьшить импеданс волновода со стороны микрополосковой линии. Использование нескольких ступеней, а также оптимальной геометрии зонда и расположения короткозамкнутой задней стенки волновода, позволило получить более широкую рабочую полосу усилителя.

Моделирование проводилось при помощи Analyst™ – трёхмерного симулятора на основе метода конечных элементов. Один порт был размещён на входе волновода, другой – на опорной плоскости устройства. После некоторых корректировок импеданса преобразователя, геометрии зонда и положения задней стенки волновода был получен результат, показанный на рисунке 4. Моделирование подтвердило достижимость высоких требуемых параметров и возможность использования такого типа конструкции при согласовании Gopt транзистора в полосе от 9 до 12 ГГц с отклонением

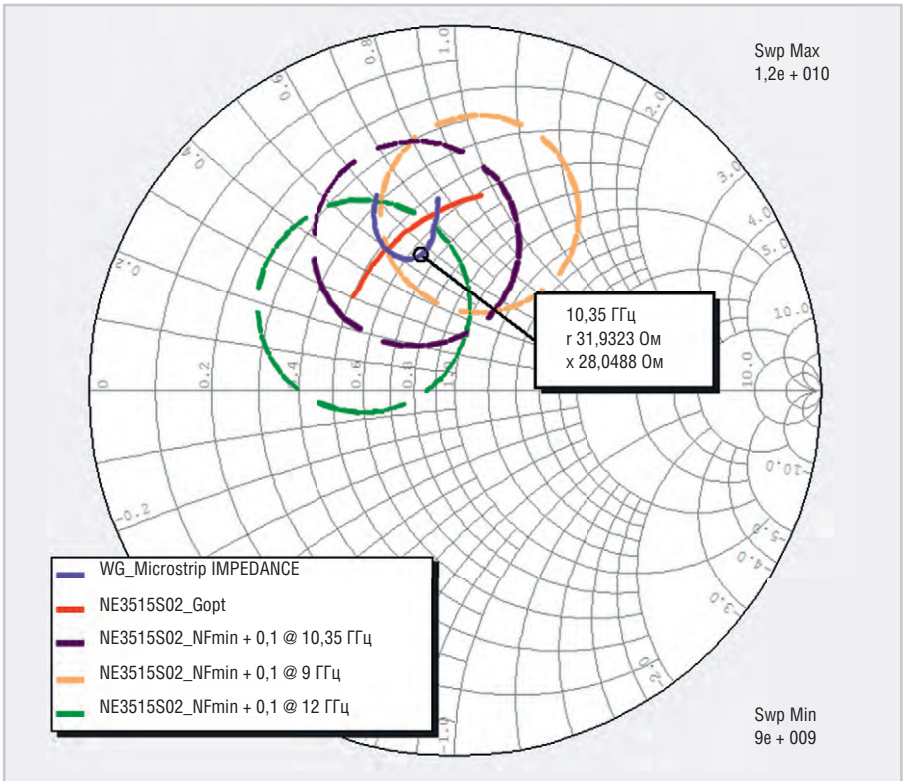


Рис. 4. Результаты моделирования волноводного перехода при помощи Analyst™

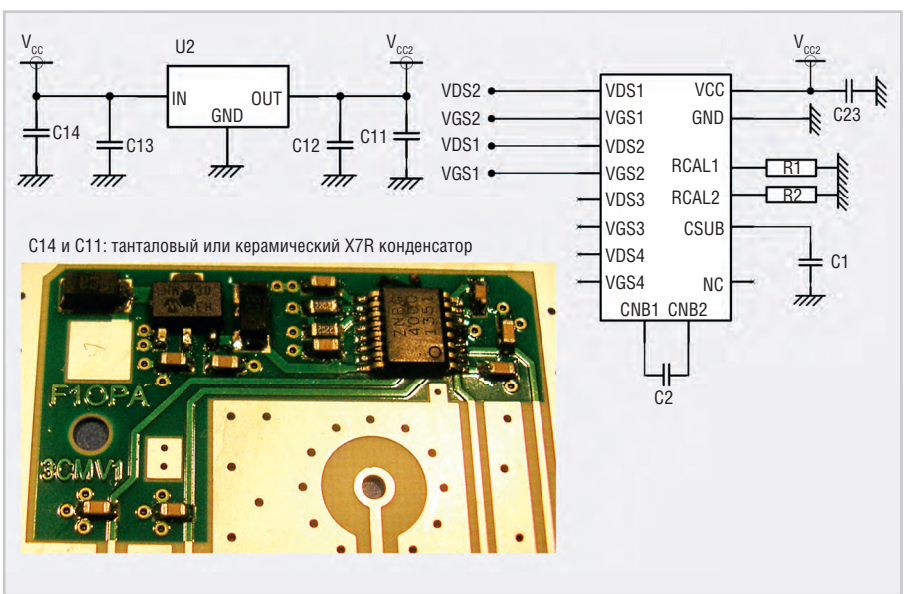


Рис. 5. Контроллер смещения транзистора с линейным регулятором напряжения для повышения диапазона входного напряжения

от минимального коэффициента шума всего в 0,1 дБ.

Разрабатываемый МШУ является двухкаскадным. Параметры смещения транзистора по постоянному току также значительно влияют на коэффициент шума. Основными требованиями к цепи смещения являются обеспечение напряжения питания в диапазоне от 8 до 14 В и возможность подстройки тока каждого транзистора. Помимо этого, цепь смещения не должна быть причиной нестабильного поведения устройства на высоких частотах, а также занимать слишком много места на печатной плате. В данном случае было принято решение использовать специальный контроллер смещения транзистора ZNBG4000 с линейным регулятором напряжения для увеличения диапазона входного напряжения (см. рис. 5). Подстройкой номиналов резисторов R1 и R2 можно контролировать значение тока, протекающего в каждом из каскадов, и добиться оптимального коэффициента шума.

Моделирование планарной структуры

После создания входного преобразователя необходимо провести проектирование планарных структур (см. рис. 6). В данном проекте МШУ используется конструкция с двумя каскадами усиления (общий коэффициент усиления более 20 дБ) и полосовым фильтром на выходе для подавления внеполосного усиления.

Моделирование и оптимизация проводились в Microwave Office, сначала – на основе аналитических моделей распределённых линий передачи, затем – при помощи трёхмерного планарного электромагнитного (ЭМ) симулятора AXIEM для верификации и финальной подстройки. Использование AXIEM позволило получить значительно более точные результаты и учесть взаимодействия между печатными и механическими элементами схемы.

Проектирование полосового фильтра (см. рис. 7) в основном определялось общими требованиями к рабочей полосе МШУ, включая учёт совместной работы двухкаскадного усилителя и фильтра, отклик которого зависит от таких параметров, как выбранная геометрия, материал и возможные технологические отклонения.

Выходной переход

Последний этап проектирования высокочастотных элементов МШУ – создание выходного перехода, который в данном случае является выходным коаксиальным разъёмом, расположенным перпендикулярно плоскости печатной платы. Такая конструкция содержит разрыв в линии передачи между выходом полосового фильтра и разъёмом. Без согласующей цепи результаты ЭМ моделирования показали неудовлетворительный уровень потерь на отражение – порядка –6 дБ. Использование простого ступенчатого преобразователя (см. рис. 8), оптимизированного при помощи Analyst, обеспечило более приемлемое значение возвратных потерь менее –20 дБ.

Проектирование корпуса

При работе в X-диапазоне важно помнить о влиянии конструкции корпуса на характеристики устройства ввиду непредвиденных взаимодействий между элементами, а также резонансными эффектами. Резонансной частоте в данном случае соответствует частота, при которой целое число полуволн уклады-

вается в линейные размеры экранирующего корпуса. Внутри корпуса может возникнуть волна, если её узлы (точки с нулевой амплитудой) совпадают с положением проводящих стенок корпуса, то есть структура представляет собой резонатор. Например, в металлическом корпусе 2 × 0,5 дюйма возникает резонанс на частоте около 12 ГГц [5].

Экранирование наиболее эффективно, когда используется совместно с другими способами подавления паразитных эффектов: заземление, фильтрация, конструктивные решения для печатной платы. К сожалению, зачастую разработчики оставляют экранирование «на потом» и рассматривают его в качестве последнего средства, поскольку экраны могут устанавливаться только по завершении проектирования самого устройства. Тем не менее, если заложить предполагаемые параметры экранирования на начальном этапе проектирования, можно получить гораздо более эффективное и выгодное решение этой проблемы.

Зачастую в корпус помещается поглощающий радиоволны материал для подавления электромагнитных полей, вызывающих паразитные возбуждения. Тем не менее, такие факторы, как температура и влажность, с течением времени значительно снижают надёжность поглотителей при работе в неблагоприятных условиях. В данном проекте для подавления нежелательных возбуждений было решено использовать специальное покрытие ключевых элементов МШУ, чтобы предотвратить возможное возникновение направленных мод, определяемых геометрией корпуса. На рисунке 9 подробно показаны детали корпуса.

Входной переходник-преобразователь импеданса входного каскада МШУ и выходной коаксиальный разъём были размещены на грани, противоположной крышке корпуса, контактирующей с заземляющей плоскостью печатной платы. Сама плата размещается между двумя частями металлического корпуса и крепится при помощи болтов. Для обеспечения механической точности и хорошей воспроизводимости элементов производство составных частей корпуса выполнялось на станке с числовым программным управлением (ЧПУ).

После изучения различных видов покрытия, разработчиками был выбран SURTEC 650. Данное покрытие сертифицировано и соответствует требовани-

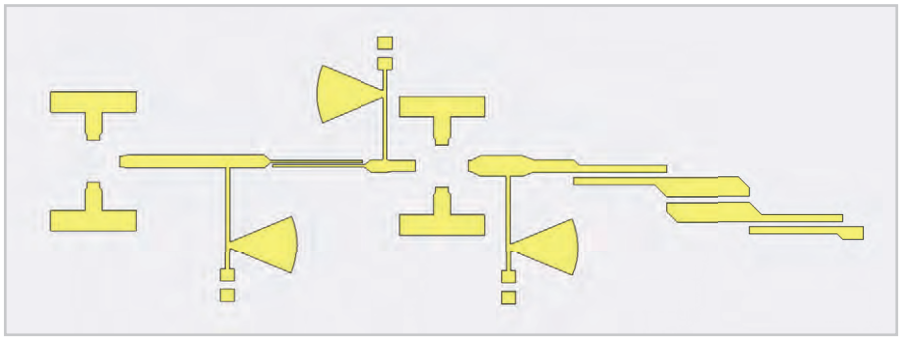


Рис. 6. Проектирование планарной структуры

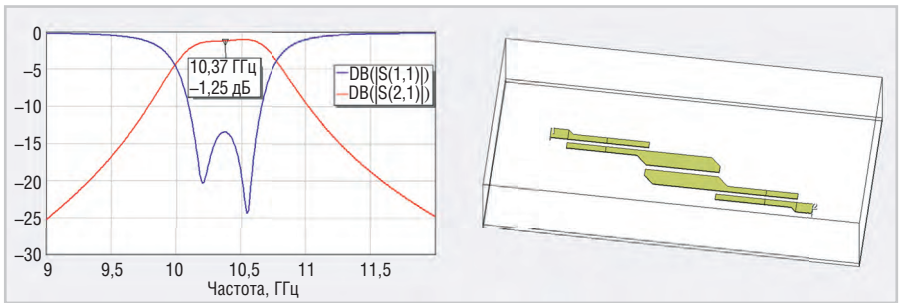


Рис. 7. Полосовой фильтр с рабочей полосой, определяемой различными параметрами материала и техпроцесса

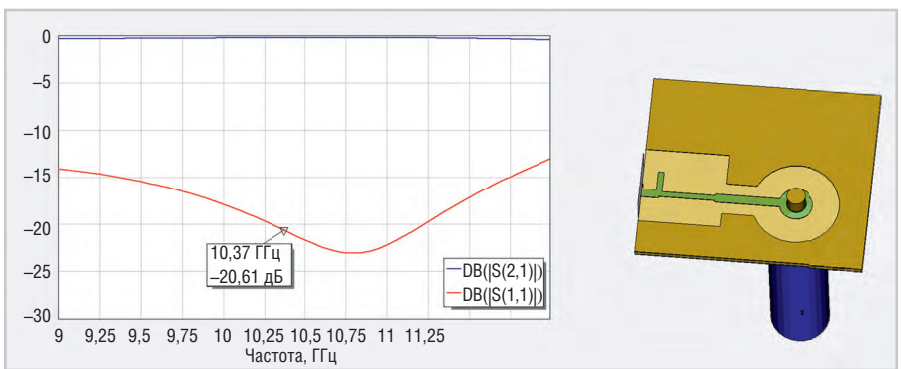


Рис. 8. Выходной преобразователь, оптимизированный с помощью Analyst™

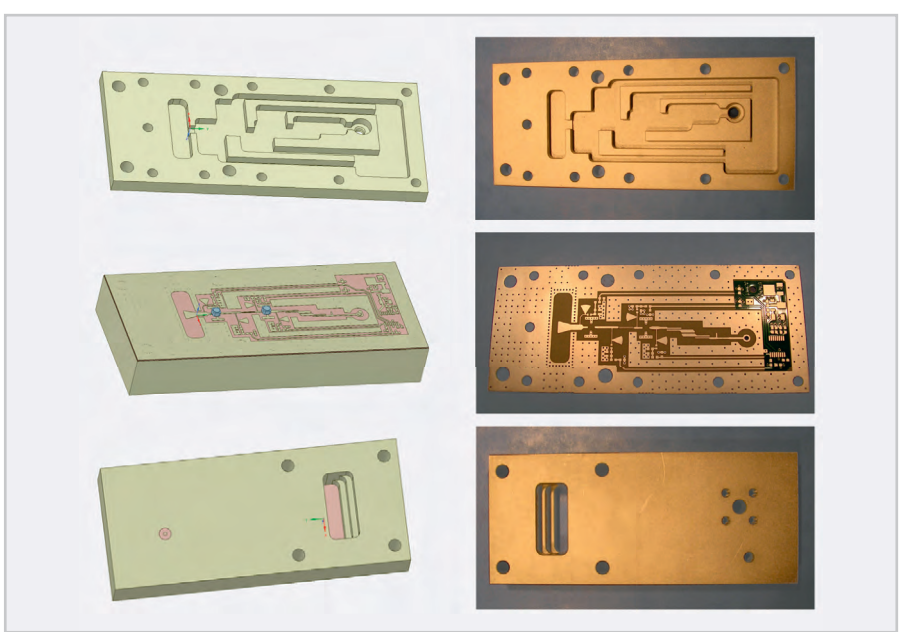


Рис. 9. Части корпуса, спроектированного для подавления паразитных возбуждений

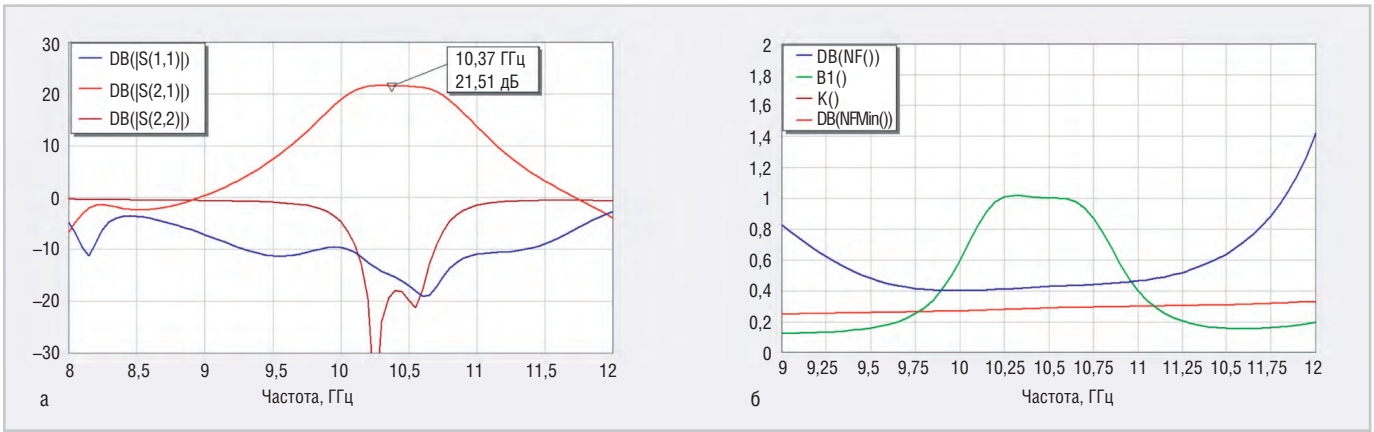


Рис. 10. Итоговые результаты моделирования в Microwave Office: а) моделирование усиления; б) моделирование коэффициента шума и стабильности

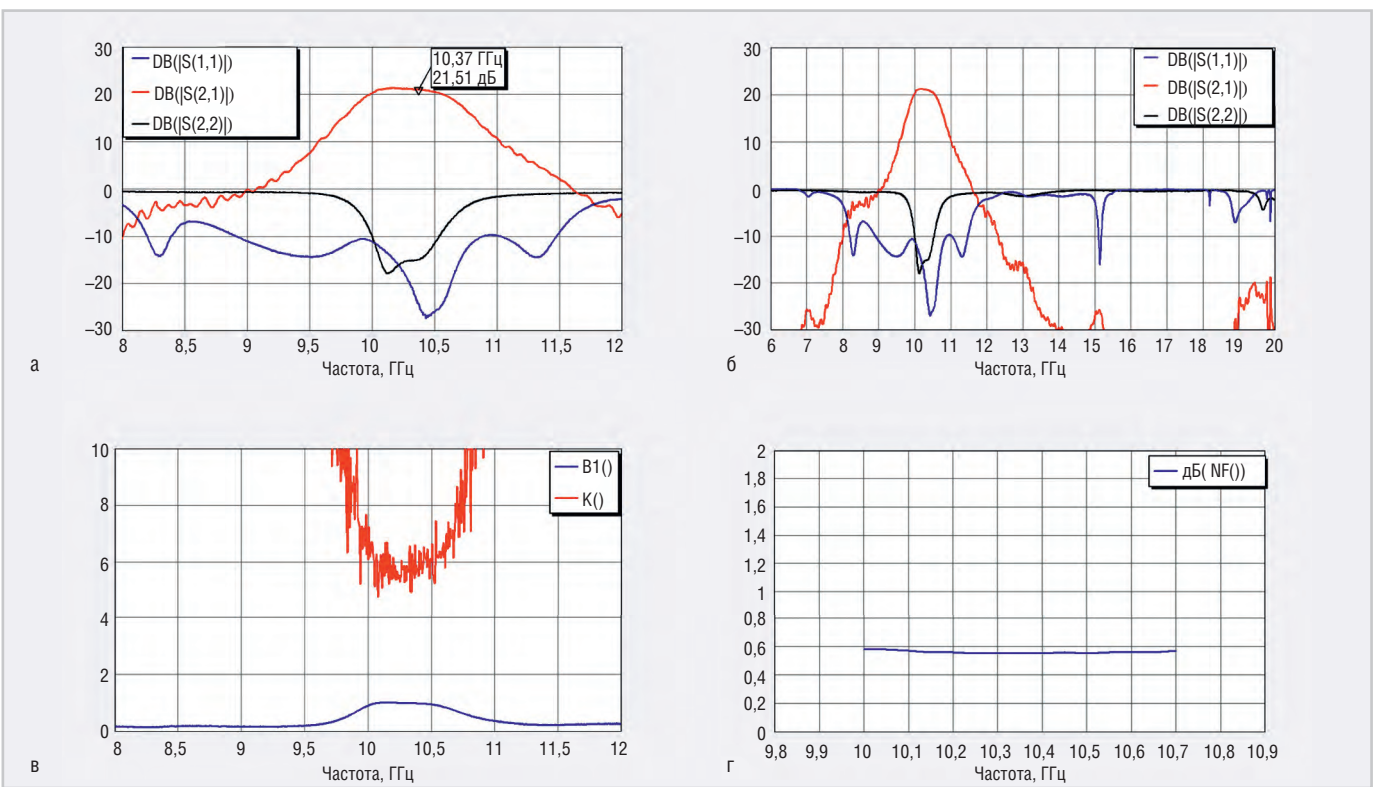


Рис. 11. Сравнение результатов моделирования и измерений: а) усиление прототипа; б) усиление прототипа в широком диапазоне; в) стабильность прототипа; г) коэффициент шума прототипа

Характеристики МШУ

Параметр	Минимальное значение	Типичное значение	Максимальное значение
Частота, ГГц	10	10,35	10,7
Рабочая полоса, МГц	–	700	–
Коэффициент усиления, дБ	20	–	–
Потери на отражение на частоте 10,35 ГГц, дБ	10	15	–
Коэффициент шума, дБ	–	0,6	–
Напряжение питания, В	7	–	14
Ток питания, мА	–	35	–

ям Европейского Союза по обеспечению безопасности здоровья и окружающей среды, а его влияние на параметры устройства пренебрежимо мало и не поддаётся измерению. Основным преимуществом является защита от окисления, обеспечивающая стабильную работу устройства на протяжении длительного периода времени.

Результаты моделирования

Для моделирования полного отклика усилителя данные каждого из блоков, полученные при помощи AXIEM и Analyst™, были импортированы в виде S-параметров в Microwave Office. Такая методика позволяет очень быстро и легко оптимизировать каждую из подсхем независимо друг от друга.

Возможен и другой подход, при котором все компоненты могли бы моделироваться и оптимизироваться одновременно по всей конструкции МШУ в виде иерархически организованных ЭМ-структур, поддерживаемых в NI AWR Design Environment.

Итоговый результат моделирования (см. рис. 10) получился более чем удовлетворительным и хорошо соответствующим спецификации во всей рабочей полосе. Стоит отметить, что потери во входном волноводе и эффекты неоднородности поверхности проводящих

линий полагались пренебрежимо малыми и при моделировании не учитывались.

Результаты измерений

На основе созданной конструкции были собраны и измерены 10 прототипов устройства для анализа разброса результатов. При этом ни для печатной платы, ни для деталей корпуса никакие параметры более не подстраивались. Данные типового измерения (см. рис. 11) продемонстрировали, что результаты моделирования и измерений очень близки. Коэффициент шума превысил ожидаемый на 0,1...0,15 дБ, однако по-прежнему находился в заданных пределах (меньше 0,6 дБ) в полосе 700 МГц. Как и было предсказано при моделировании, значение потерь на отражение подтвердило применимость согласованного проектирования волноводного перехода, а стабильность работы устройства обеспечивается использованием качественно спроектированного корпуса, предотвращающего возникновение паразитных возбуждений.

Характеристики разработанного МШУ представлены в таблице.

Заключение

Для получения требуемых характеристик МШУ при разработке оказалось достаточно всего одной итерации проектирования. Возможность получения хорошего результата с первой попытки демонстрирует способность NI AWR Design Environment моделировать сложные высокочастотные структуры, используя подходящий для каждой конкретной задачи инструмент, будь то схемотехническое, планарное или трёхмерное электромагнитное моделирование. Ключом к успеху является понимание специфики поставленной задачи и выбор правильного инструмента для её решения.

Литература

1. http://www.cel.com/pdf/datasheets/ne3515S02.pdf
2. http://www.cel.com:8080/parts.do?command=load&idRootPart=2036#
3. The Challenge of LNAs for 10 GHz: D. Fässler, HB9BBD – DUBUS 2015
4. MKU LNA 102 S EME: kuhne-electronic
5. http://www.digikey.com/en/articles/techzone/2013/jan/rf-shielding-the-art-and-science-of-eliminating-interference

НОВОСТИ МИРА

Предпочтения РФ в поставщиках ЭКБ для «Союза-5» изменится не в пользу американцев

Предпочтения РФ в поставщиках электронно-компонентной базы для новой российской ракеты-носителя «Союз-5» изменится не в пользу американцев. Иностранную помощь планируется получать, в первую очередь, от Франции. Об этом сообщил в интервью радиостанции «Эхо Москвы» официальный представитель Роскосмоса Игорь Буренков.

Он пояснил, что у России есть определённые сложности в разработке электронно-компонентной базы для ракеты, поскольку на территории страны необходимые отрасли приборостроения только восстанавливаются после того, как ранее они долгое время не функционировали.

Официальный представитель Роскосмоса также подчеркнул, что ракета «Союз-5» является «своего рода ответом на современные вызовы».

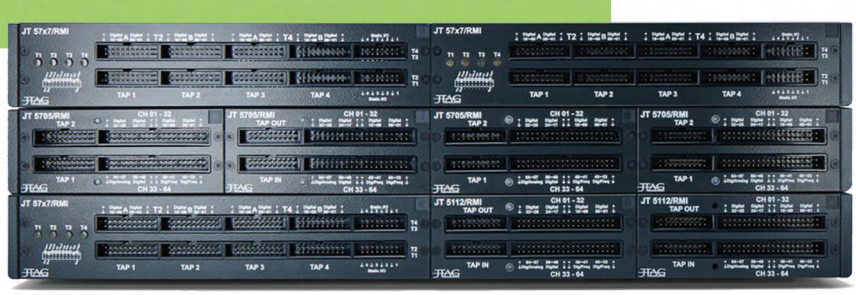
Радио «Эхо Москвы»

www.jtagtechnologies.ru

JTAG TECHNOLOGIES



Любое количество TAP-портов (JTAG-портов)
Любое количество цифровых IO-каналов
Любое количество аналоговых IO-каналов



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

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

Реклама

ИМПОРТОЗАМЕЩЕНИЕ

Моделирование теплообмена в микроэлектронном устройстве

Татьяна Маркова (markova@flowvision.ru),
Антон Плаксин (plaksin@eremex.ru)

Проведение тепловых расчётов является важной и неотъемлемой частью процесса разработки и конструирования надёжной аппаратуры. В статье представлено описание методики моделирования и анализа тепловых режимов электронных устройств с помощью отечественных программных продуктов Delta Design, КОМПАС-3D и FlowVision.

При разработке радиоэлектронных устройств всё большее распространение получают информационные технологии автоматизированного проектирования, которые позволяют решать широкий спектр задач, таких как: автоматическая трассировка платы, исследования температурно-влажностных режимов, при которых работает аппаратура, моделирование вибропрочностных характеристик, характеристик надёжности и т.д.

Современные программные комплексы (ПК) вычислительной гидро- и газодинамики позволяют моделировать трёхмерный нагрев элементов платы и отвод тепла в окружающую среду с учётом пассивного или принудительного охлаждения. Трёхмерное распределение температуры позволяет получить подробную информацию о тепловых свойствах платы, сравнить значения температур в различных вариантах исполнения моделируемых устройств. Расчётные значения температур сравниваются с требуемыми величинами, что позволяет оценить работу всего радиоэлектронного устройства и при необходимости внести корректировки в его конструкцию, тем самым уменьшая риски отказа в результате перегрева.

Интеграция продуктов Delta Design, КОМПАС-3D и FlowVision

Система Delta Design позволяет схемотехникам и проектировщикам решать целый комплекс задач по созданию проекта печатной платы (см. рис. 1):

- создание и ведение базы данных радиоэлектронных изделий;
- создание электрической принципиальной схемы;
- проведение аналогового и цифрового моделирования электрической схемы;
- разработка конструкции печатной платы;
- расстановка компонентов и трассировка проводников печатной платы;
- выпуск комплекта конструкторской документации;
- подготовка комплекта файлов для производства печатной платы (например, комплект файлов Gerber и Drill).

Для внедрения в автоматизированный процесс проектирования тепловых расчётов был выбран отечественный программный комплекс вычислительной гидрогазодинамики FlowVision, который позволяет производить расчёты температур элементов конструкции платы и корпуса и моделировать циркуляцию воздушных потоков внутри устройства.



Рис. 1. Цикл проектирования печатной платы

Общая схема взаимодействия КОМПАС-3D, Delta Design и FlowVision представлена на рисунке 2.

Разработанную в системе Delta Design плату можно конвертировать в геометрическую 3D-модель с помощью встроенного в КОМПАС-3D конвертера ECAD-КОМПАС (в файл типа «.idf»). Если при этом библиотеки компонентов были синхронизированы, то компоненты автоматически разместятся на плате в 3D-формате. Из КОМПАС-3D все компоненты устройства экспортируются в один из форматов поверхностного представления геометрии, поддерживаемых FlowVision, например в формат «.stl». На основе файлов «.stl» формируется геометрическая модель проекта FlowVision. Кроме того, в FlowVision из отчёта Delta Design в табличном формате Excel передаются данные об элементах платы: материалы компонентов и основные источники тепла со значениями рассеиваемой мощности.

По полученным результатам теплового моделирования инженер может принять решение о необходимости модификации устройства (изменение расстановки элементов, конструкции корпуса и т.д.). После внесения топологических изменений и уточнения информации о свойствах материалов и мощностях основных источников тепла выполняется повторное моделирование.

Целью и результатом интеграции ПК FlowVision в систему Delta Design является автоматизация процесса создания печатной платы и РЭА с проведением тепловых расчётов и необходимых доработок, предотвращающих избыточный перегрев и обеспечивающих высокую надёжность функционирования устройства.

Возможности FlowVision

Программный комплекс вычислительной гидродинамики FlowVision позволяет моделировать циркуляцию воздуха с учётом лучистого и

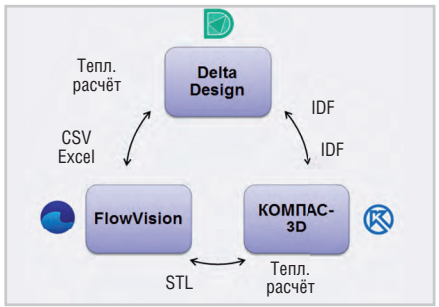


Рис. 2. Схема интеграции FlowVision в процесс разработки РЭА в системе Delta Design и КОМПАС-3D

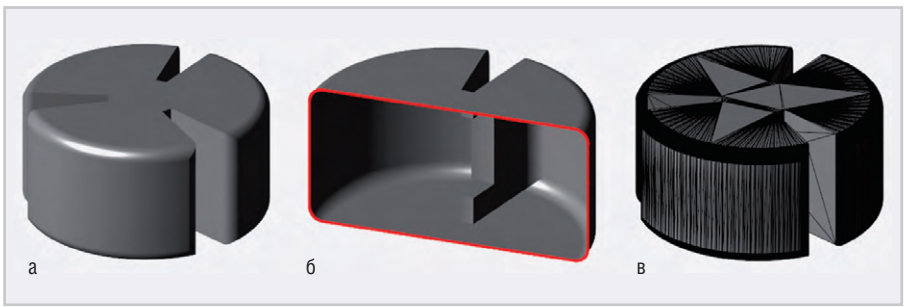


Рис. 3. Геометрическая модель на примере катушки: а – твердотельная ; б – поверхностная, в – сеточная

конвективного теплообмена, обеспечивая задание свойств материалов, мощностей тепловыделения источников тепла в задачах внешнего обтекания элементов конструкции, а также моделировать сопряжённый теплообмен между элементами устройства и окружающей средой в стационарном и динамическом процессах работы устройства.

FlowVision позволяет импортировать элементы конструкции устройства в форматах «.wrl», «.stl», «.mesh» и др. Проект FlowVision создаётся либо на базе одного файла геометрической модели, либо на базе списка файлов с помощью пакетного импорта файлов, что позволяет автоматизировать процесс вставки и создания расчётной геометрической модели. Геометрия элементов в системе КОМПАС-3D представляет собой твердотельный элемент, тогда как в FlowVision это уже замкнутая сеточная поверхность (см. рис. 3).

При создании геометрической сборки в FlowVision возможно использование как непосредственного контакта между деталями, так и тактирование компонентов через зазор, или же использование перекрытия между компонентами.

Способ размещения компонентов конструкции в FlowVision выбирается в соответствии с постановкой задачи: выполнение расчётов внутри и снаружи элементов (сопряжённый теплообмен) или расчётов внешнего обтекания.

В случае использования зазоров между элементами в FlowVision существует специальная «Модель зазора», которая позволяет рассчитать непосредственную передачу тепла между зазорообразующими поверхностями или же промоделировать необходимую прослойку между ними, типа герметика или клея, задавая соответствующие коэффициенты теплопроводности в зазоре с учётом высоты слоя.

Замена геометрического элемента непосредственно в процессе расчёта существенно сокращает время на моделирование и корректировку текущей версии конструкции. Так, например, в FlowVision можно решать задачи оптимизационного моделирования положения тех или иных элементов конструкции в заданных пределах. На рисунке 4 показано возможное перемещение катушки в процессе моделирования, результатом которого является нахождение её оптимального положения по отношению к другим элементам устройства, удовлетворяющего требованиям компоновки и тепловым характеристикам конструкции.

При решении задачи оптимизации в FlowVision замену геометрических элементов и обработку результатов можно производить либо вручную, каждый раз создавая различные варианты и запуская моделирование, либо посредством интеграции со специальными ПК, где задание параметров оптимизации и обработка результатов будут проходить автоматически в пакетном режиме (например, ПК ИОСО и др.).

Свойства веществ в FlowVision можно задавать вручную для каждого варианта расчёта или использовать базу данных веществ (БВ) FlowVision, наполняя её, при необходимости, новыми веществами с соответствующими теплофизическими свойствами.

Тепловыделение в FlowVision задаётся источниками с соответствующей объёмной (Вт/м^3) и поверхностной (Вт/м^2) мощностью. Количество источников определяется постановкой задачи и может меняться в процессе расчёта. Для решения нестационарных задач тепловыделение можно задавать как функцией от времени или от условий работы устройства (например, при отключении источников при достижении критической температуры на плате).

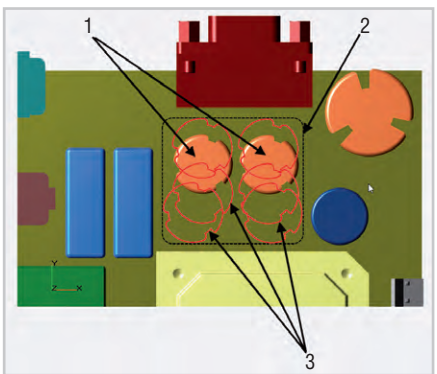


Рис. 4. Пример решения задачи оптимизации расположения компонентов платы:
1 – перемещаемые объекты; 2 – допустимая область перемещения; 3 – возможные варианты расположения объектов

Тепловой расчёт в FlowVision

На рисунке 5 схематично показаны этапы создания геометрической модели от разводки платы РЭУ, спроектированной в системе Delta Design, до импорта элементов конструкции устройства из КОМПАС в виде сеточных поверхностей в FlowVision.

Стоит отметить, что из КОМПАСа, практически напрямую, без каких-либо упрощений, файлы геометрической модели в формате «.stl» импортируются в FlowVision, что позволяет работать как с упрощёнными геометрическими моделями элементов печатной платы, так и с реальными, с учётом всех геометрических особенностей элементов устройства.

На рисунке 6 показана плата с выделенными на ней тепловыделяющими компонентами: резистор, реле, конденсаторы и блок питания.

Сама плата располагается в корпусе (см. рис. 7), внутренняя поверхность которого формирует замкнутую

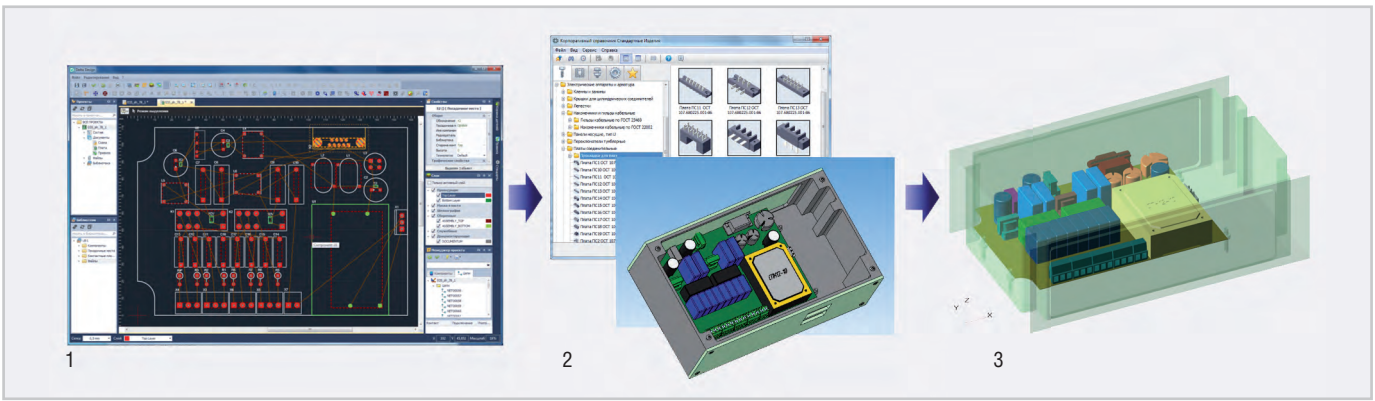


Рис. 5. Этапы создания геометрической модели: 1 – Delta Design, разводка и размещение элементов на плате; 2 – КОМПАС, 3D-модель с использованием библиотек компонентов; 3 – FlowVision, поверхностная геометрическая модель

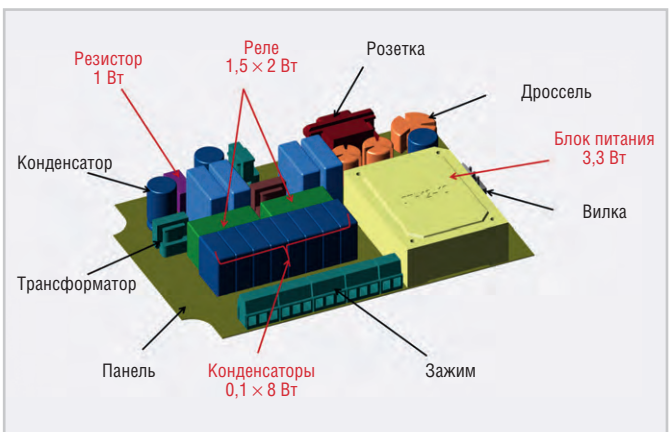


Рис. 6. Геометрическая модель платы в FlowVision

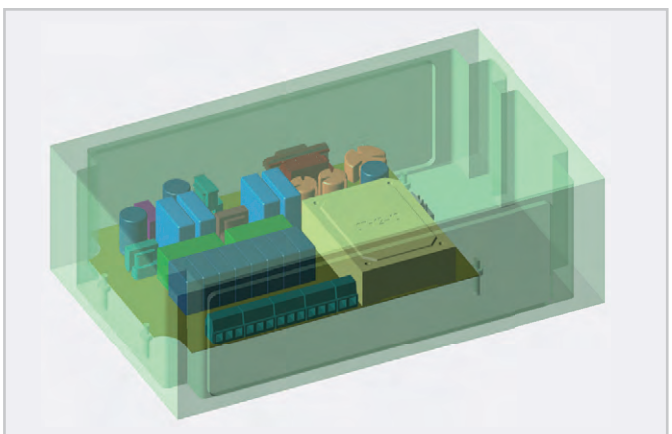


Рис. 7. Корпус с расположенной внутри платой

воздушную расчётную подобласть. Теплообмен на стенках корпуса с окружающей средой определяется температурой этой среды и коэффициентом теплоотдачи между корпусом и средой.

В моделируемой воздушной среде решаются трёхмерные уравнения Навье-Стокса с учётом гравитационной силы и уравнение энергии. Моделирование учитывает сопряжённый теплообмен между блоком питания, резистором и реле с окружающим воздухом с соответствующим заданием объёмных источников тепловыделения внутри каждого элемента, для которых определены соответствующие свойства материалов. Тепловыделение на конденсаторах полагается равномерным по поверхности. Все остальные стенки – адиабатические.

В FlowVision используется прямоугольная, динамически адаптируемая расчётная сетка. Построение сетки происходит автоматически по задаваемой пользователем функции размера ячейки. Для более тщательного разрешения течения вблизи стенок, вокруг всех элементов платы строится более подробная сетка с помощью инструмента адаптации – локального уменьшения размера сетки (см. рис. 8).

Первые результаты расчёта показали плохую циркуляцию воздуха внутри корпуса и между элементами платы при нормальных значениях температур компонентов платы и воздуха, что свидетельствует о недостаточном охлаждении и непригодности данной конструкции устройства. На рисунках 9 и 10 представлены трёхмерные распределения линий тока воздуха и температура элементов платы.

Анализ результатов показал, что при расчётах не был учтён лучистый теплообмен от нагреваемых поверхностей, величина которого в подобных задачах весьма существенна.

Для улучшения циркуляции воздуха было принято решение включить в конструкцию корпуса устройства вентиляционные отверстия. Это было реализовано в проекте FlowVision посредством задания профиля щелей на боковых поверхностях корпуса с помощью модификаторов геометрий, что позволило продолжить предыдущий расчёт. Геометрия щелей и их компоновка на корпусе показаны на рисунке 11. Профиль щели на боковой поверхности корпуса представляет собой трёхмерный геометрический объект, созданный в КОМПАСе и импортируемый в FlowVision. Массив щелевых элементов создаётся как одной сборочной 3D-моделью в КОМПАСе, так и импортированием одного типового элемента с последующим его «размножением» непосредственно в FlowVision.

Результаты моделирования теплового расчёта с учётом лучистого теплообмена и нового корпуса с вентиляционными отверстиями представлены на рисунках 12 и 13.

Полученные результаты показали, что добавление в конструкцию корпуса вентиляционных отверстий улучшило циркуляцию воздуха, что в совокупности с учётом процессов лучистого теплообмена позволило ещё на стадии моделирования снизить температуру всех компонентов платы до приемлемого уровня.

Заключение

На приведённом примере моделирования нагрева окружающей среды и элементов электрической платы источниками тепловыделения удалось проиллюстрировать возможности использо-

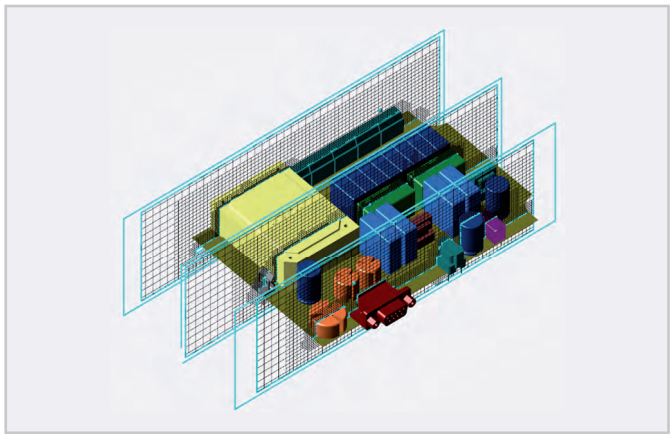


Рис. 8. Расчётная сетка FlowVision в нескольких сечениях

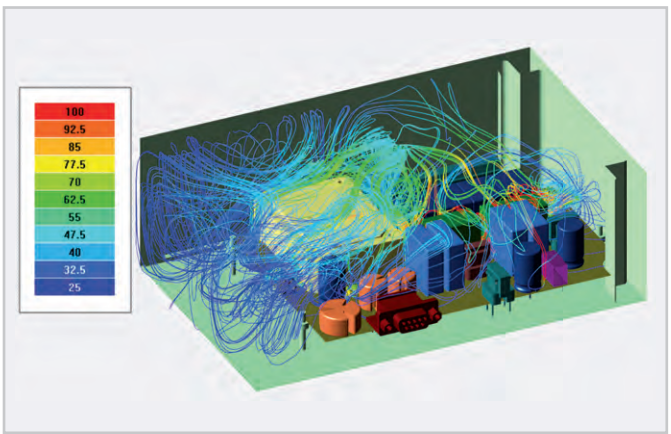


Рис. 9. Линии тока воздуха и их температура, °С

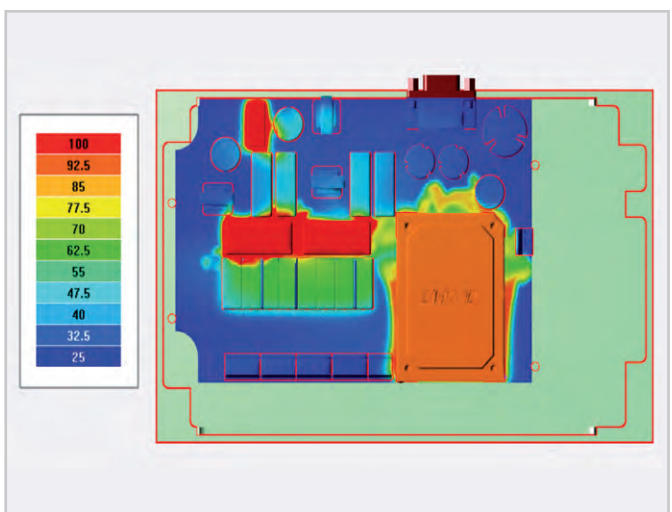


Рис. 10. Температура поверхности компонентов платы, °С

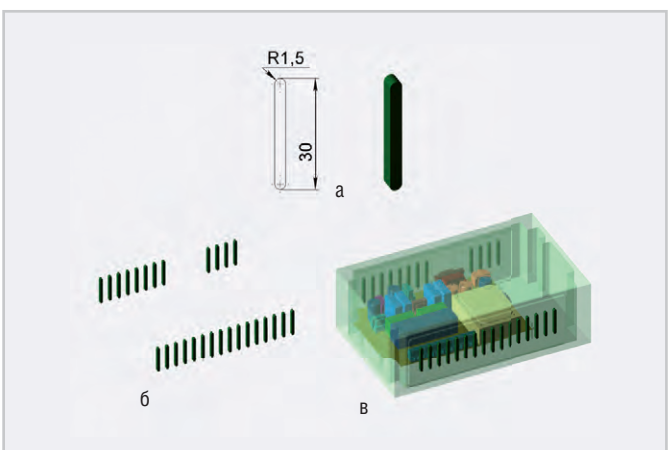


Рис. 11. Изменение конструкции корпуса с учётом вентиляционных отверстий: а – геометрическая модель отверстия; б – массив геометрических моделей отверстий; в – корпус с отверстиями в сборе

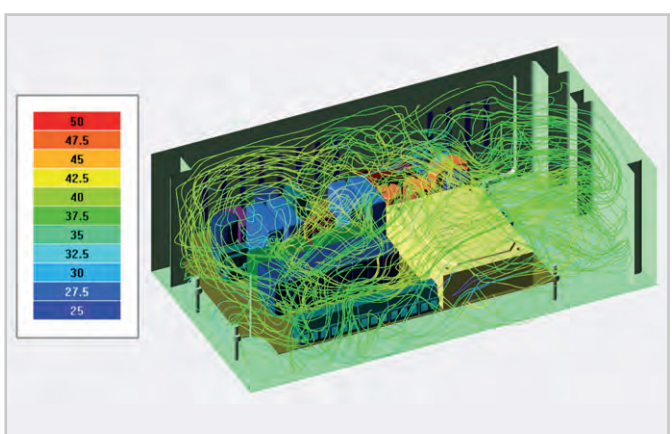


Рис. 12. Линии тока воздуха и их температура в корпусе с вентиляционными отверстиями

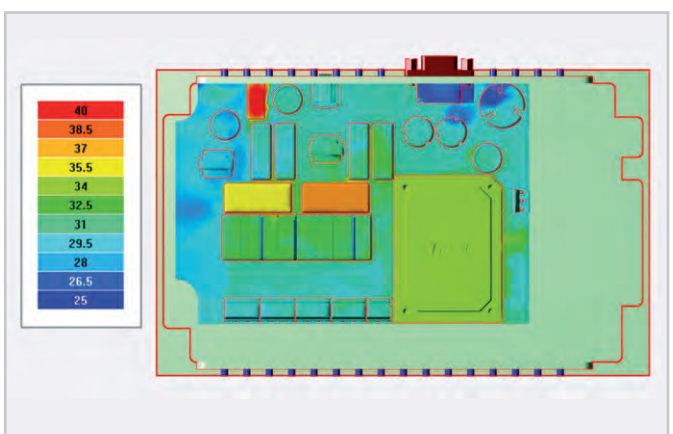


Рис. 13. Температура поверхности компонентов платы в корпусе с вентиляционными отверстиями

вания ПК вычислительной гидродинамики FlowVision в процессе разработки радиоэлектронных устройств. Применение данного ПК позволяет улучшить тепловые показатели моделируемого устройства, повысить его надёжность и автоматизировать весь комплекс работ по проектированию печатных плат РЭА.

Возможности FlowVision позволяют не только решать задачи по моделированию теплообмена между компонентами платы, но и проводить оптимизацию для улучшения тепловых показателей устройства за счёт быстрого изменения геометрической компоновки, свойств веществ и значений мощностей тепловыделяющих элементов.

Совместное использование трёх отечественных программных продуктов (ПК вычислительной гидродинамики FlowVision, САПР электронных устройств Delta Design и системы трёхмерного моделирования КОМПАС-3D) даёт возможность инженерам, особенно в ответственных областях применения, решать поставленные задачи без привлечения иностранного ПО.

Литература

1. FlowVision – руководство пользователя. Режим доступа: https://flowvision.ru/webhelp/fvru_30905/ (проверено 19.05.2017).

ИМПОРТОЗАМЕЩЕНИЕ

О правилах проектирования для регионов печатной платы

Сергей Сорокин (sergey@prosoft.ru),
Олег Сысоев (ol.sysoeff@gmail.com)

В статье рассматриваются возможные проблемы, связанные с заданием формы региона и правил, действующих внутри этого региона.

При проектировании топологии печатного монтажа на отдельных слоях или участках платы могут задаваться специальные многоугольные области:

- области металлизации;
- области с различным стеком слоёв (гибко-жёсткие или керамические платы);
- области, где запрещено размещение компонентов или трассировка соединений;
- области с ограничением высоты размещаемых компонентов;
- области, в которых разрешено размещение только определённых компонентов или трассировка только определённых цепей (например, для разделения аналоговой и цифровой частей схемы).

Бóльшая часть перечисленного связана с особенностями конструктивно-технологического исполнения изделия. Этот список можно продолжить: ограничения по тепловому режиму, требованиям прочности и т.д.

Обязательный этап проектирования печатной платы – задание конструктивно-технологических ограничений, то есть правил, которые должны строго соблюдаться при проектировании. Эти правила могут быть различными не только для различных групп объектов (компонентов, цепей, межслойных переходов), но и для различных участков платы – регионов.

Соблюдение правил проектирования в каждом конкретном месте может иметь с точки зрения конструктора различную важность. Так, например, ширина проводника может быть установлена исходя из плотности тока, а может быть продиктована соображениями оптимизации стоимости изготовления. Соответственно, сужение проводника в первом случае может привести к выгоранию зауженного участка при эксплуатации устройства, а во втором – к некоторому удорожанию себестоимости изделия. Уменьшение величины зазоров между проводниками ведёт к увеличению уровня электромагнитных перекрёстных помех, однако не для всех цепей этот параметр является одинаково критичным.

Поэтому при ручном проектировании соблюдение (или нарушение) заданных правил зачастую является сознательным выбором конструктора. Руководствуясь собственными предпочтениями, он может в каких-то местах заузить проводник или уменьшить зазор, проигнорировав сообщение программы о нарушении.

В отличие от человека, автоматические процедуры строго выполняют все заданные ограничения. Если, например, правила не разрешают сужать проводник при подходе к контактной площадке, ширина которой меньше ширины проводника, то автоматический трассировщик либо подведёт трассу к контактной площадке с нарушениями, либо не подведёт вовсе (вариант поведения зависит от трассировщика).

Такая негибкость автоматических трассировщиков, безусловно, отражается на конечном результате, что является одной из причин малоуважительного отношения к ним некоторых конструкторов. «Автомату» для получения приличных решений следует давать как можно больше свободы, задавая ограничения на грани возможностей производства. При ручной трассировке ошибки и некорректности в задании ограничений компенсируются необязательностью их строгого выполнения, ведь корректировка правил, если это необходимо, осуществляется «по месту» – прямо в процессе трассировки.

Как правило, необходимость в задании дополнительных (менее жёстких) правил для регионов связана с невозможностью выполнения трассировки без нарушений на каком-либо участке платы в соответствии с теми правилами, которые заданы для остальной платы. При создании дополнительных правил в регионах следует помнить, что резкое изменение ширины проводника приводит к резкому изменению волнового сопротивления, что нежелательно для высокочастотных сигналов. Также нежелательно существенно уменьшать ширину проводников и диаметр межслойных переходов силовых цепей на участках, близких к корню дерева цепи (ширина проводника может зависеть от его расположения в дереве цепи).

Смысл введения дополнительных правил состоит не в запрете проводить широкие проводники с большими зазорами между ними и использовать большие переходные отверстия, а в том, чтобы узаконить внутри региона такие нарушения, как некоторое уменьшение ширины проводников, зазоров и диаметра переходов. Это означает, что правила, заданные для регионов, следует трактовать не как обязательное требование уменьшения ширины проводников и зазоров, а как разрешение послабления ограничений. Этим разрешением программа должна пользоваться лишь в случае необходимости, и в данном регионе это не будет считаться ошибкой.

В САПР TopoR есть понятие минимальной и номинальной ширины проводника, а также минимального и номинального зазоров. Зазоры между проводниками при наличии свободного пространства автоматически увеличиваются вплоть до номинальных. Отклонение ширины проводника от номинальной допускается, но штрафуется. Подобный механизм представляется более гибким, чем введение региональных послаблений. Кроме того, его применение не требует вычислений границ региона, обоснованное нахождение которых является весьма нетривиальной задачей.

Сложность этой задачи – ни в задании правил в регионах и проверке их выполнения, а в возможных проблемах в обеспечении выполнения этих правил при проектировании. Например, не всегда можно, ассоциируя регион изменения правил с каким-либо компонентом, задать в качестве региона мини-

мальный прямоугольник, охватывающий этот компонент.

Для перехода к трассировке с другими правилами необходимо наличие буферной зоны, минимальные размеры которой зависят от соотношений правил и вида трассировки (ортогональная, под 45° или под произвольным углом) [1]. В этой буферной зоне нежелательно присутствие контактов других компонентов и межслойных переходов.

Пример

Для платы заданы правила: ширина проводников – 0,4 мм, зазоры между ними – 0,4 мм, при этом имеется компонент с четырёхсторонним расположением контактов, причём ширина контактов – 0,2 мм и зазоры между ними также 0,2 мм. Для того чтобы не фиксировались нарушения при подходе к такому компоненту, нужно задать некоторый регион, включающий данный компонент, где разрешены правила 0,2/0,2 мм.

Четыре ряда контактов по краям фрагмента – имитация перехода к правилам 0,4/0,4 мм. С задачей трассировки

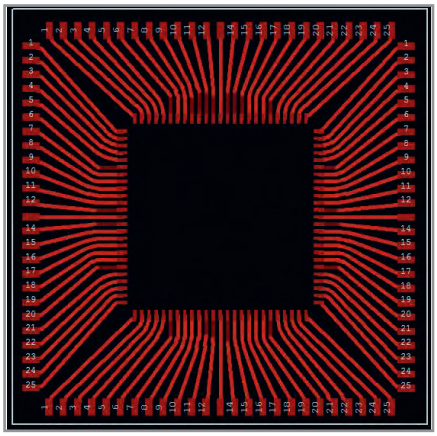


Рис. 1. Any-angle трассировка буферной зоны

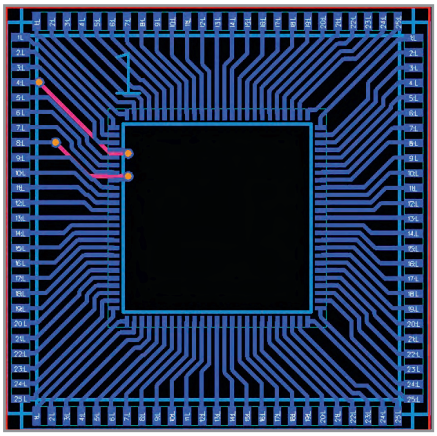


Рис. 2. Трассировка буферной зоны под углом 45°

буферной зоны легко справляется трассировщик any angle (см. рис. 1), почти справляется (4 межслойных перехода) трассировщик, допускающий трассы под 45° (см. рис. 2) (желательно некоторое увеличение зоны для гарантированной разводки трасс на одном слое), и не справляется ортогональный трассировщик (80 межслойных переходов) (см. рис. 3). Для возможности ортогональной однослойной разводки такого фрагмента требуется гораздо больше свободного пространства (в данном случае в два раза больше – см. рис. 4), иначе при ортогональной разводке в угловых областях фрагмента конфликтуют вертикальные и горизонтальные отрезки трасс.

Более плотную топологию можно получить, если регион сделать прямоугольным (см. рис. 5), однако для этого опять-таки требуется расчёт.

На рисунке 6 показан фрагмент топологии, полученной в САПР Allegro 17.2. Красные стрелки указывают на сужения проводников на границе



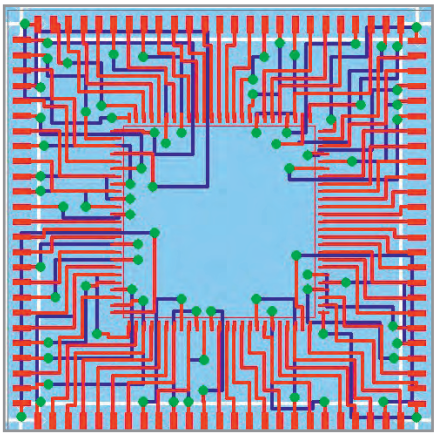


Рис. 3. Ортогональная трассировка буферной зоны

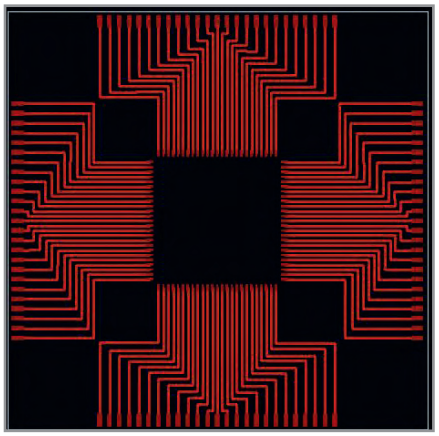


Рис. 4. Ортогональная однослойная трассировка квадратной буферной зоны

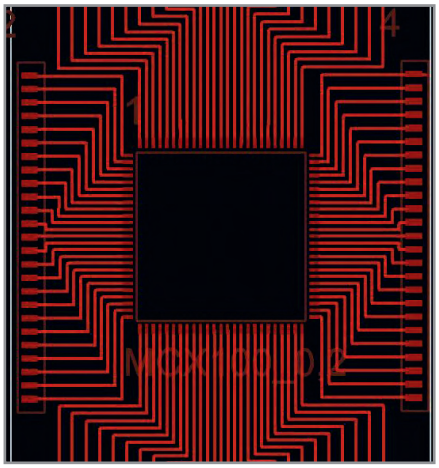


Рис. 5. Ортогональная однослойная трассировка прямоугольной буферной зоны

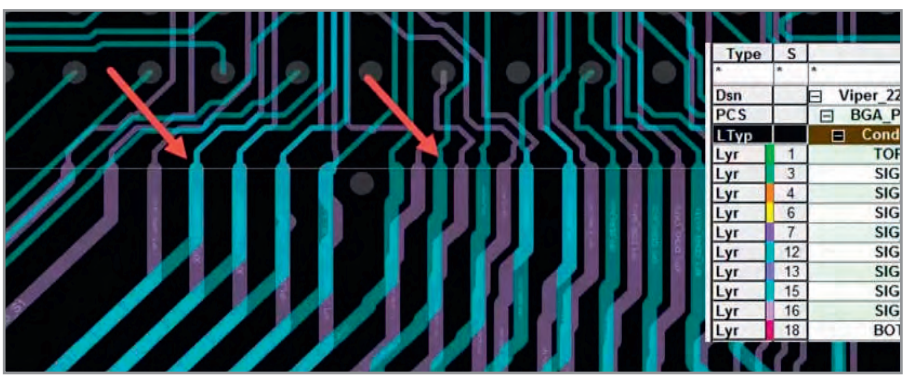


Рис. 6. Регион в САПР Allegro 17.2.

региона. Если буферную зону чуть увеличить (расширить границы региона), то мелких изломов проводников в непосредственной близости от границы региона было бы существенно меньше. Если регион чуть уменьшить, буферная зона будет слишком мала для трассировки.

Выводы

1. Периметр региона на некотором слое не должен быть меньше суммы ширины и зазоров входящих в регион проводников. Соответственно, если регион, в котором допускается уменьшение проектных норм, имеет меньшие размеры, то однослойная трассировка без нарушений невозможна.
2. Задание границ региона для изменения правил проектирования должно базироваться на расчёте, учитывающем соотношения правил внутри и снаружи региона, а также вид трассировки (ортогональная, под 45° или под произвольным углом).
3. Если регионы – это области с более плотным расположением элементов топологии (контактов), то такие области лучше не задавать вручную, а вычислять автоматически.

Литература

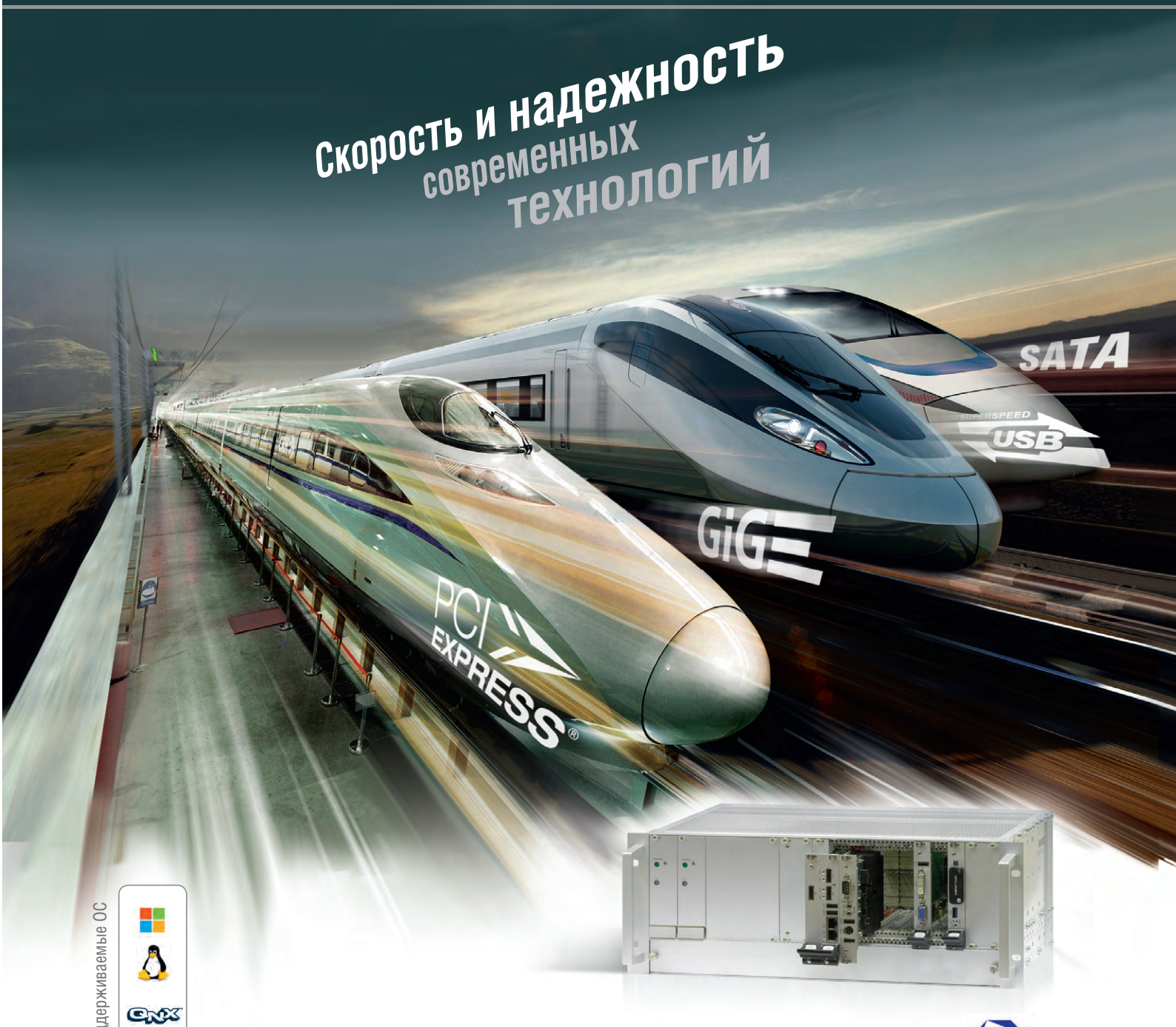
1. *Бессонов А.В., Кнюп К.А., Лячек Ю.Т., Попов Ю.И.* Определение минимальной ширины канала между парой компонентов при топологической трассировке. // Известия СПбГЭТУ «ЛЭТИ». 2013. № 10. С.31–34.



Fastwel

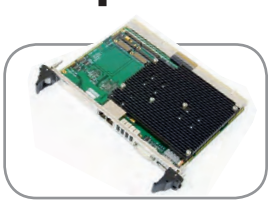
Российская электроника для ответственных применений

Скорость и надежность современных технологий



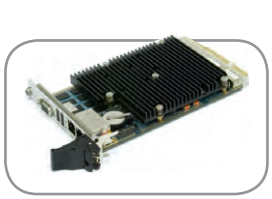
Поддерживаемые ОС

CompactPCI 2.0, 2.16, 2.30, Serial



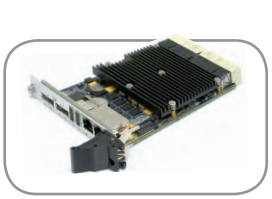
CPC503

Intel Core i7
с поддержкой модулей
расширения XMC/PMC



CPC508

Intel Atom
с мезонином 2×CAN,
2×RS-422/485, 2×USB



CPC510

Intel Core i7
2×PCIe x8, 4×PCIe x4
для межмодульной
коммутации



CPC512

Intel Core i7
1×Gbe, 2×PCIe x8, 4×PCIe x4
для межмодульной
коммутации

ProSoft®
WWW.PROSOFT.RU

ОФИЦИАЛЬНЫЙ ДИСТРИБЬЮТОР

МОСКВА
(495) 234-0636
info@prosoft.ru

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

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

Реклама

НОВОСТИ МИРА

Всероссийский конкурс «Лучшие разработки молодых исследователей и инженеров в области силовой электроники»

В рамках выставки «Силовая электроника» в третий раз пройдёт Всероссийский конкурс «Лучшие разработки молодых исследователей и инженеров в области силовой электроники».

Организаторы конкурса: департамент радиоэлектронной промышленности Министерства промышленности и торговли Российской Федерации; компания «ПРИМЭКСПО» / ITE Санкт-Петербург; НИУ «МЭИ», Ассоциация «Электропитание».

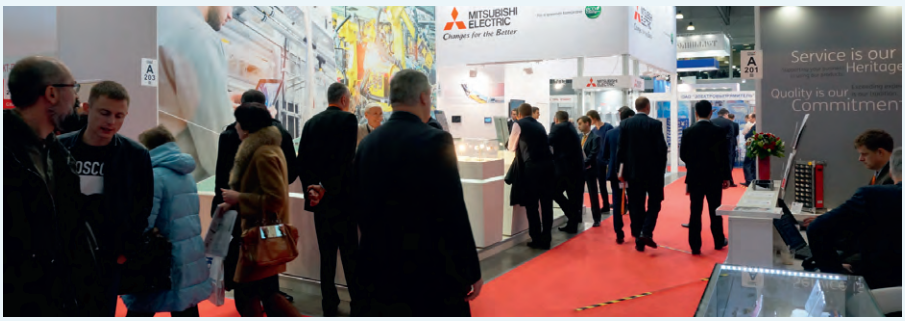
Конкурс является открытым и бесплатным.

Цель конкурса – стимулировать творческую деятельность молодых исследователей и инженеров в развитии систем и устройств силовой электроники.

На конкурс представляются работы, имеющие практическую реализацию.

Информационный партнёр конкурса – научно-технический журнал «Электропитание».

Номинации конкурса:



- Одно- и трёхфазные инверторы, работающие с сетью.
- Электропривод, электрические машины, трансформаторы.
- Системы управления преобразователями электроэнергии.
- Источники и преобразователи электроэнергии для автономных объектов.
- Системы электропитания на основе возобновляемых источников энергии.
- Бесконтактные зарядные устройства и системы.
- Силовая электроника для систем освещения.

Соискателями наград конкурса являются молодые исследователи и инженеры, включая научного руководителя, работающие в штате университета, государственного промышленного предприятия, закрытого или открытого промышленного акционерного общества, которым в год проведения конкурса исполнилось не более 35 лет. Коллектив, выдвигаемый на соискание наград конкурса, может состоять не более чем из 5 человек.

Заявки на участие с докладом принимаются до 10 октября 2017 г. по электронной почте ponamareva@list.ru.

Подробнее о конкурсе – на сайте выставки powerelectronics.ru.

14-я Международная выставка «Силовая Электроника» пройдёт с 24 по 26 октября в Москве в МВЦ «Крокус Экспо».

Для бесплатного посещения выставки необходимо пройти регистрацию на сайте и распечатать именной бедж.





interlight
MOSCOW

powered by light + building

7 – 10 ноября 2017
ЦВК «Экспоцентр», Москва
Павильоны 1, 7, 8 и **Форум**

Международная выставка

- Техническое и декоративное освещение
- Уличное, складское и офисное освещение
- Электротехника
- Автоматизация зданий и умный дом
- Световой дизайн

Получите бесплатный билет
www.interlight-moscow.ru

messe frankfurt

Реклама

Новые возможности в Altium Designer 17.1

Егор Чириков (chirikov@rodnik.ru)

Наряду с появлением ряда новых и интересных функциональных возможностей, которые развивают существующие технологии, в новой версии Altium Designer содержится большое количество исправлений и улучшений системы в целом. В данной статье пойдёт речь о наиболее значимых изменениях, призванных повысить эффективность работы по проектированию печатных плат.

Изменения в ActiveRoute и Glossing

Появившийся в 17-й версии Altium Designer инструмент ActiveRoute предлагает новую технологию автоматизированной интерактивной трассировки, реализующую эффективный алгоритм прокладки дорожек. Достаточно выбрать группу соединений, и ActiveRoute создаст высококачественную трассировку выбранных цепей, сэкономив много времени по сравнению с ручной маршрутизацией. ActiveRoute поддерживает все современные методы проектирования печатных плат, включая трассировку дифференциальных пар и правила разводки в пределах «комнат».

В последнем обновлении ActiveRoute получил ряд ценных улучшений, включая:

- дополнительные возможности выбора создаваемого маршрута;
- усовершенствование функции Route Guide, которая позволяет разработчику указать предпочтительный путь трассировки для выбранного набора соединений (теперь Route Guide допускает использование дорожек с максимальной шириной, пятикратно превышающей значение по умолчанию);
- новую панель сообщений «Messages» (см. рис. 1). Информация, отображаемая на панели, стала более подробной и понятной.

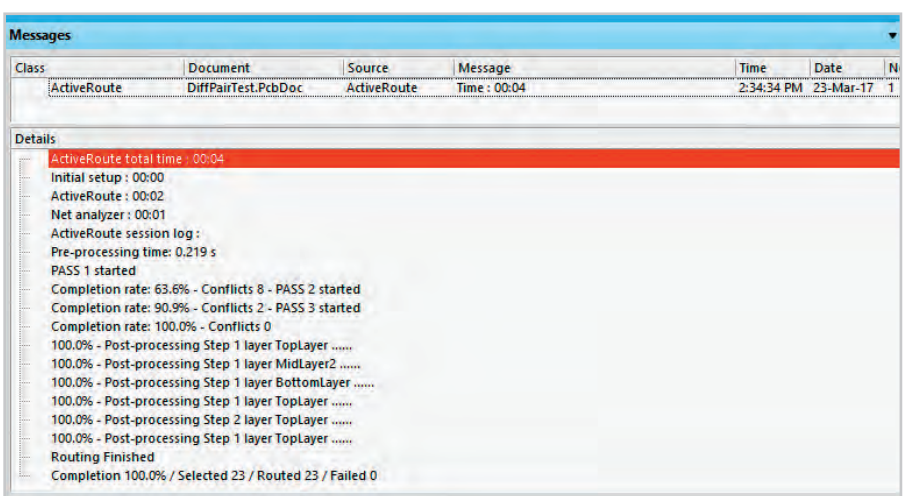


Рис. 1. Панель сообщений «Messages»

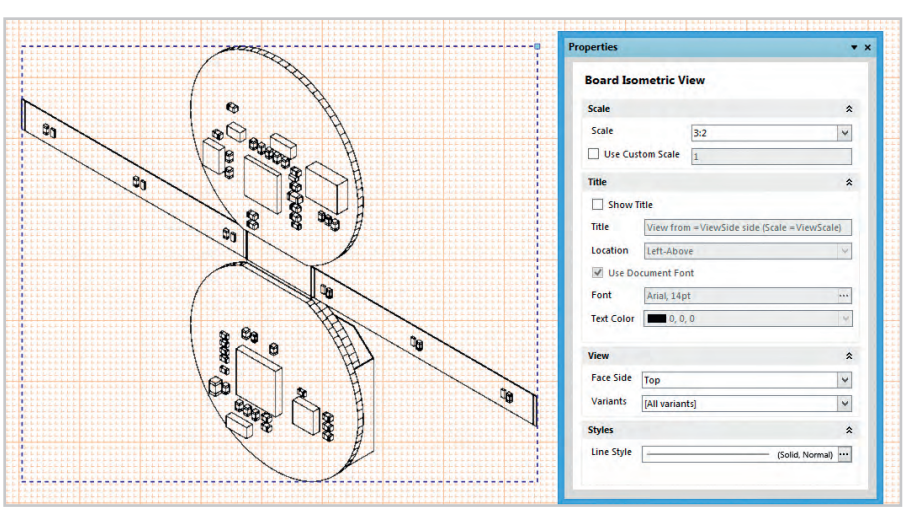


Рис. 2. Изометрический вид печатной платы

Существенные изменения коснулись и инструмента Glossing. В новой версии программы дорожки, созданные с помощью инструмента ActiveRoute, автоматически сглаживаются. Glossing тщательно анализирует выбранные маршруты, выравнивает и сокращает их. Помимо этого, в технологии Glossing:

- расширены возможности выбора части дорожки. Теперь для обозначения конца нужной части дорожки можно выбрать контактную площадку или проходное отверстие;
- учитывается трассировка, заданная в Route Guide, и по возможности сглаживаются дорожки в пределах указанной области;
- модернизирован алгоритм сглаживания с учётом правил подключения к контактным площадкам SMD-элементов;
- при сглаживании дифференциальных пар будет создаваться предпочтительный зазор в местах, где это допустимо;
- поддерживаются перемычки;
- дорожки Subnet Jumper обрабатываются как фиксированные;
- в пределах «комнат» теперь соблюдаются правила маршрутизации зазоров и дифференциальных пар.

Новая функция Retrace

В новой версии Altium Designer добавлена команда – Retrace Selected. В то время как Glossing пытается сократить общую длину маршрута и уменьшить количество углов, Retrace повторно применяет предпочтительные требования к ширине и зазорам для существующего маршрута. Теперь можно легко уменьшить или увеличить ширину проведённых дорожек или ширину и зазор между дифференциальными парами в выбранном наборе цепей.

Retrace анализирует выбранные маршруты и обновляет их согласно заданным спецификациям. Поскольку эта операция выполняется на отдельном участке цепи или дифференциальной пары, Retrace будет пытаться создать требуемые зазоры, но не сможет раздвигать окружающие объекты. Таким образом, обновление трассировки выполняется только на тех участках, где не возникает противоречий.

В целом, операции Retrace и Glossing очень похожи, так как оба инструмента используют одно и то же программное ядро, но:

- Glossing сохраняет ширину дорожек, а Retrace изменяет её на предпочтительную;
- Glossing максимально возможно сокращает длину дорожек и количество углов, а Retrace сохраняет направление дорожки, изменяя только её параметры.

Если для создания маршрута с заданными параметрами недостаточно места, Retrace создаст маршрут с максимально близкими параметрами, используя всё свободное пространство.

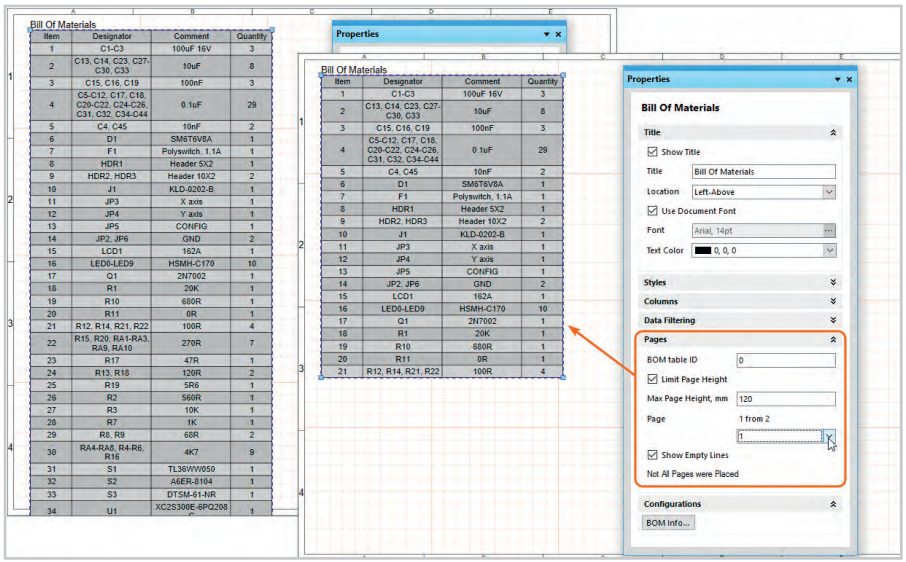


Рис. 3. Разделение таблицы BOM

Улучшения в Draftsman

В версии Altium Designer 17.1 представлен ряд новых функций и усовершенствований в редакторе чертежей Draftsman. Новшества включают в себя возможность обозначения шероховатости и допусков в соответствии с ГОСТ, изометрический вид платы, возможность разделять спецификацию на несколько таблиц и многое другое.

Наряду с другими видами чертежей, которые могут быть автоматически построены в Draftsman, пользователям теперь доступен изометрический вид (см. рис. 2). Изометрическая проекция печатной платы помещается на чертеже с помощью команды «Place –

Внедрение САПР - дело непростое.
Хотите купить не просто диск, а сразу получить систему, готовую к эффективному использованию?

Altium Designer
от НПП «Родник»:
все включено!

• Altium Designer
• Комплект библиотек
• Техническая поддержка
• Обучение
• Внедрение на предприятии

Altium

С 1991 года РОДНИК СИСТЕМНЫЙ ИНТЕГРАТОР

Тел.: +7 (499) 613-7001, www.rodnik.ru

Реклама

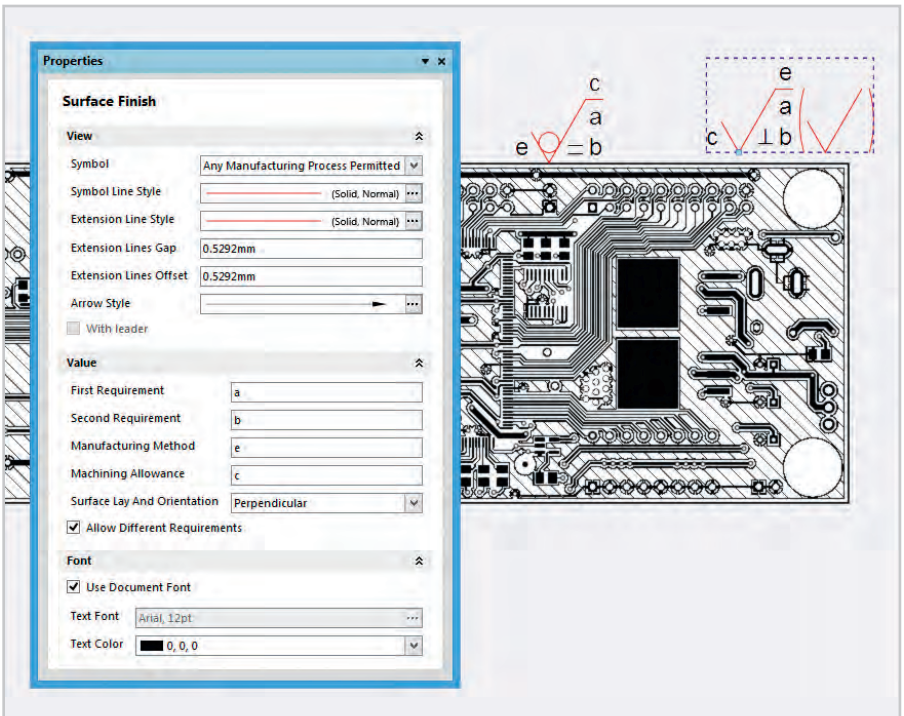


Рис. 4. Обозначение шероховатости

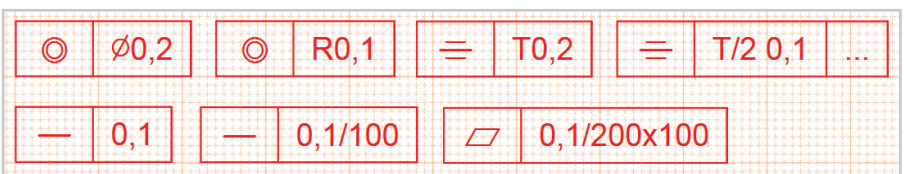


Рис. 6. Обозначения допуска в Feature Control Frames

Board Isometric View». Параметры размещённого изометрического вида можно отредактировать на панели свойств чертежа Properties. В раскрывающемся меню «View – Face Side» имеется возможность выбора стороны, относительно которой будет отображаться проекция.

Перечень Bill of Materials (BOM) для сложных проектов печатных плат обычно имеет большое количество позиций, которые не всегда возможно сгруппировать в таблицу, умещающуюся на одном листе. Вместо того, чтобы прибегать к масштабированию шрифтов и таблиц или созданию нескольких пользовательских таблиц, в панели Properties появилась функция «Split BOM» которая позволяет разбивать таблицу BOM на несколько страниц (см. рис. 3).

Редактор чертежей теперь позволяет размещать графические символы шероховатости и связанные с ними параметры в соответствии с международным стандартом ISO 1302: 2002 (см. рис. 4). Графические символы сопровождаются специальными текстовыми кодами, определёнными стандартом ISO, которые вводятся на панели свойств чертежа Properties при добавлении объекта Surface Finish.

В новой версии Draftsman предоставляется возможность размещения и настройки символов допусков промышленного стандарта, которые определяют технологические свойства находящихся на чертеже объектов. Элементы обозначения допусков, которые могут быть добавлены к документам Draftsman соответствуют стандартам, разработанным Американским обществом инженеров-механиков (ASME), в частности, стандарту ASME Y14.5-2009.

Обозначение допусков в Draftsman реализовано двумя новыми инструментами:

1. Datum Feature – идентификационные объекты в соответствии с ГОСТ 2.308 (см. рис. 5), которые могут быть прикреплены на чертеже к линии, точке или оси, кромке платы, компонента или отверстия.
2. Feature Control Frames – информационные объекты для обозначения данных о допусках формы и расположения поверхности. Такое обозначение может состоять из двух и более частей (см. рис. 6):

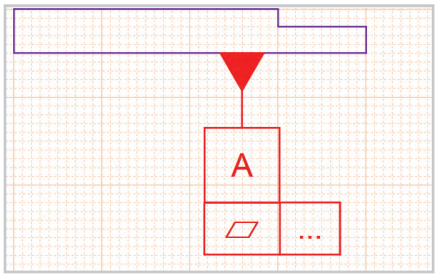


Рис. 5. Буквенное обозначение поверхности, с которой связан допуск

- в первой части – знак допуска по таблице в соответствии с ГОСТ;
- во второй – числовое значение допуска в миллиметрах;
- в третьей и последующих – буквенное обозначение базы (баз) или буквенное обозначение поверхности, с которой связан допуск расположения.

Прочие изменения

В версии 17.1 добавлена возможность выборочного игнорирования нарушений правил Design Rule Check (DRC) из панели «PCB Rules And Violations и Messages». При игнорировании нарушения можно ввести информацию о том, кто, когда и почему это сделал.

Усовершенствована проверка полигонов при запуске DRC. Теперь даже при отключении правила, первыми проверяются полигоны. Если в конструкции, содержащей отложенные или изменённые (но не перезалитые) полигоны, обнаружены нарушения, то выводится предупреждение о том, что DRC может быть некорректным.

В данном обновлении произведены и другие усовершенствования, коснувшиеся улучшения пользовательского интерфейса и повышения стабильности работы программы.

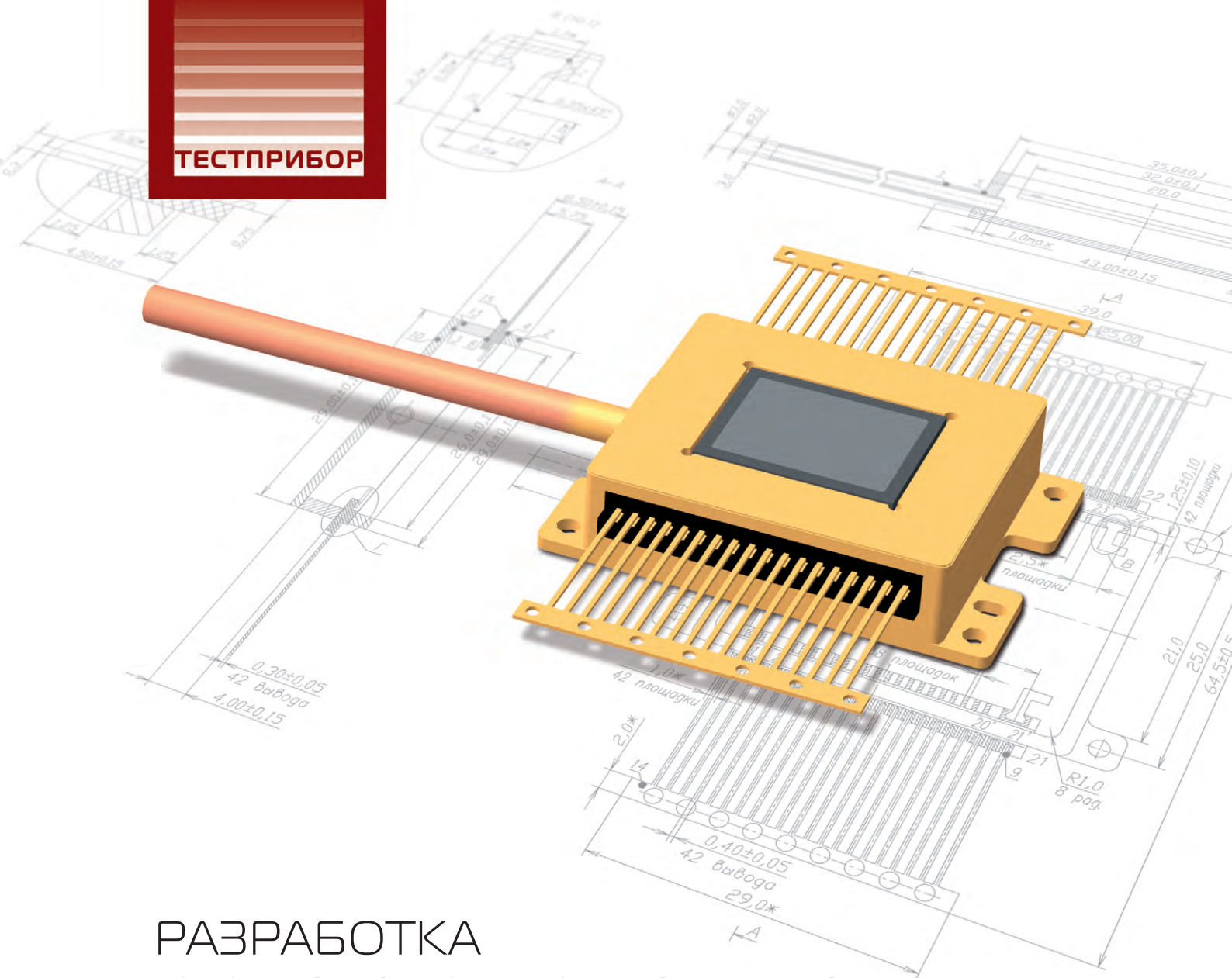
Заключение

В версии Altium Designer 17.1 были решены многие вопросы, поднятые пользователями в системе обратной связи BugCrunch сообщества AltiumLive. Новые функции позволяют оптимизировать процесс создания проектной документации и в целом ускорить процесс разработки в Altium Designer.

Литература

1. Печатные платы: Справочник. Под ред. К.Ф. Кумбза. Техносфера. 2011.
2. *Сабунин А.Е.* Altium Designer. Новые решения в проектировании электроники.
3. https://vk.com/altium_ru
4. https://www.altium.com

ТЕСТПРИБОР



РАЗРАБОТКА И ИЗГОТОВЛЕНИЕ КОРПУСОВ ДЛЯ ИЗДЕЛИЙ МИКРОЭЛЕКТРОНИКИ ПО ИНДИВИДУАЛЬНЫМ ТРЕБОВАНИЯМ

125480, г. Москва, ул. Планерная, д. 7А ■ телефон/факс: (495) 657-87-37 ■ testpribor@test-expert.ru ■ www.test-expert.ru

Реклама

Работа с контуром печатной платы

Алексей Якубенко (support@idstrade.com)

Формирование контура печатной платы является базисом, без знания которого трудно представить себе разработку электронного устройства. С развитием среды Altium Designer появляются новые возможности, информация о которых не сразу становится доступной разработчикам. Данная статья продемонстрирует конструкторам все возможные варианты формирования и редактирования контуров печатных плат.

Формирование контура платы

Для формирования контура печатной платы (далее – ПП или плата) в среде Altium Designer предусмотрены три способа:

1. Ручной способ (применяется в двухмерном режиме планирования платы);
2. С помощью границы (применяется в двухмерном режиме трассировки);
3. На основе 3D-модели (применяется в трёхмерном режиме).

Рассмотрим все три способа.

Ручной способ формирования контура ПП

Чтобы сформировать контур платы ручным способом, в первую очередь необходимо перейти в двухмерный режим планирования, выполнив команду *View –> Board Planning Mode* или нажав горячую клавишу «1». После этого необходимо выполнить команду *Design –> Redefine Board Shape*, в результате чего редактор плат перейдёт в режим формирования контура. По сути, плата является таким же полигоном, как и все остальные полигональные элементы Altium Designer. Поэтому формирование контура платы ничем не отличается от формирования контура полигона. Первый щелчок левой клавиши мыши задаёт начальную точку. Каждый последующий щелчок, в зависимости от режима формирование угла, формирует один отрезок, два отрезка под углом или два отрезка с дугой сопряжения.

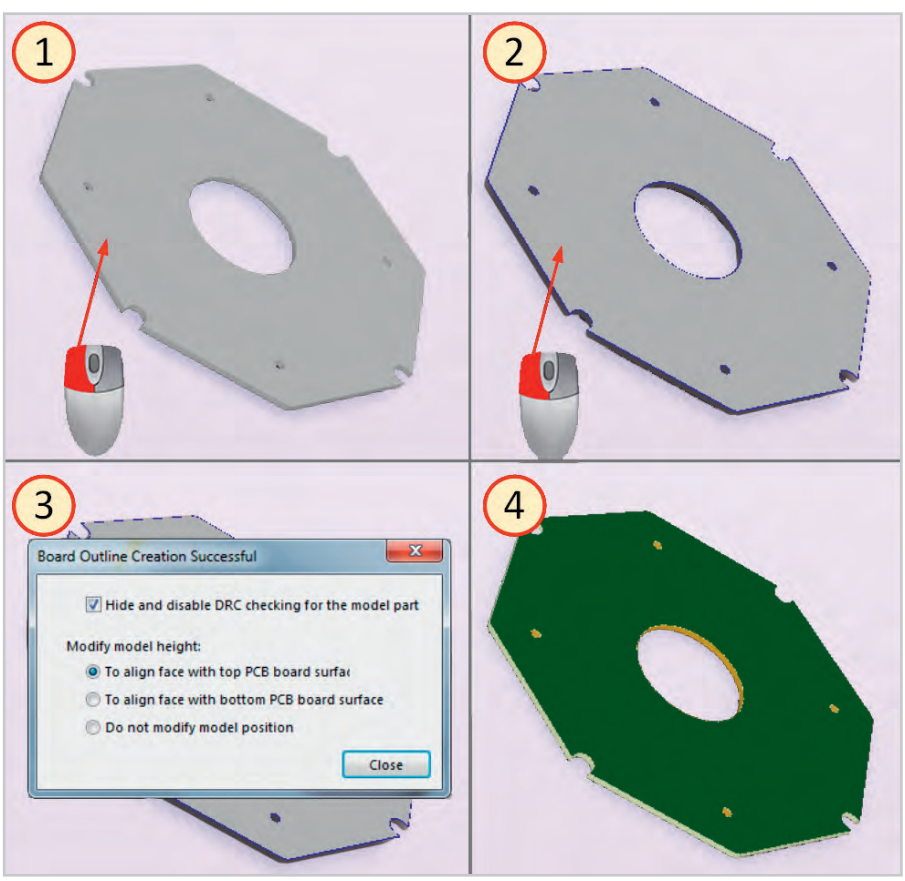


Рис. 1. Формирование контура ПП на основе 3D-модели

Чтобы закончить формирование контура платы, необходимо нажать правую клавишу мыши. В результате контур платы будет сформирован, а Altium Designer выйдет из режима формирования контура.

Формирование контура ПП с помощью границы

Формирование контура платы с помощью границы производится в двухмерном режиме трассировки, который включается командой *View –> 2D Layout Mode* или горячей клавишей «2». Граница платы формируется в одном из механических слоёв с помощью отрезков или дуг, доступных в меню *Place*. Граница платы должна представлять собой замкнутый контур. После того как граница сформирована, необходимо выбрать все её элементы и выполнить команду *Design –> Board Shape –> Define from selected objects*, что приведёт к созданию контура печатной платы.

Очень часто платы разрабатываются под определенный корпус. В таких случаях форма платы определяется конструкторами механической части. Описанный способ формирования контура платы особенно удобен в тех случаях, когда граница платы передаётся разработчику электронной части в виде файлов в формате DXF или DWG. Данные из этих форматов импортируются в один из механических слоёв. После этого полученная граница с помощью описанной выше команды *Design –> Board Shape –> Define from selected objects* с лёгкостью преобразуется в контур платы.

Формирование контура ПП на основе 3D-модели

Форма платы может передаваться разработчику электронной части не только в виде формата DXF или DWG, но и в виде 3D-модели в формате STEP. В таком случае особенно удобен способ формирования контура ПП на основе 3D-модели.

При этом способе все действия производятся в трёхмерном режиме, который включается с помощью команды *View –> 3D Layout Mode* или «горячей» клавишей «3».

Чтобы сформировать контур ПП, в первую очередь необходимо вставить



Новый интерфейс

Модульное конструирование

Высокое быстродействие

ALTIUM DESIGNER 18

ПЕРЕХОДИ НА НОВЫЙ УРОВЕНЬ ПРОЕКТИРОВАНИЯ УЖЕ СЕЙЧАС

iDS implemetation & development EDA CAD SYSTEMS LIMITED

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

Реклама

Срок действия специального предложения ограничен.

Предложение действительно на приобретение новых полнофункциональных рабочих мест Altium Designer.

Altium®

и расположить 3D-модель в рабочем поле редактора печатных плат с помощью команды *Place –> 3D Body*. После этого необходимо выполнить команду *Design –> Board Shape –> Define from 3D body*, в результате чего среда Altium Designer перейдёт в режим формирования контура платы, а курсор изменит свой вид.

В этом режиме (см. рис. 1) первым щелчком левой клавишей мыши необходимо выбрать вставленную модель. После этого при наведении курсора на одну из её плоскостей, выбранная плоскость будет подсвечиваться. Определившись с плоскостью, необходимо совершить на ней второй щелчок левой клавишей мыши. После этого откроется окно *Board Outline Creation Successful*, которое информирует о том, что построение контура платы прошло успешно, и предлагает на выбор опции, связанные с дальнейшими действиями с 3D-моделью. «Галочка» *Hide and disable DRC checking for the model part* позволяет включать или отключать видимость модели и её проверку на правила. Меню *Modify model height* позволяет определить, как позиционировать 3D-модель:

- *To align face with top PCB board surface* – выровнять плоскость построения по верхней стороне платы;
- *To align face with bottom PCB board surface* – выровнять плоскость построения по нижней стороне платы;
- *Do not modify model position* – не менять позицию модели.

После нажатия в окне *Board Outline Creation Successful* кнопки *Close* построение контура ПП будет завершено.

Редактирование контура платы

Для редактирования контура ПП также существует несколько способов:

- управление сегментами и вершинами;
- непосредственное изменение контура платы;
- изменение границы платы.

Управление сегментами и вершинами

Данный способ доступен в двухмерном режиме планирования платы.

Для того чтобы отредактировать контур платы, манипулируя сегментами и вершинами, необходимо выполнить команду *Design –> Edit Board Shape*. Редактор плат перейдёт в режим редактирования контура, по периметру платы появятся маркеры. Все дальнейшие действия полностью аналогичны действиям по редактированию контура полигона. Если требуется передвинуть сегмент (отрезок или дугу), то нужно навести на него курсор. Выбранный сегмент подсветится, а курсор примет форму двунаправленной стрелки. После этого нужно зажать левую клавишу мыши и перетянуть сегмент на новую позицию. Если нужно отредактировать сегмент, то необходимо навести курсор на центральный маркер и после того, как курсор изменит свой вид, зажать левую клавишу мыши и перетянуть маркер на новую позицию. При этом, в зависимости от текущего режима редактирования сегментов, он либо переместится, либо преобразуется в дугу, либо преобразуется в две прямые, расположенные под определённым углом. Переключение между режимами производится циклично нажатием сочетания клавиш *«Shift» + «Пробел»*.

Таким же образом можно отредактировать вершину – навести курсор на маркер вершины и после того как курсор изменит свой вид, зажать левую клавишу мыши и перетянуть маркер на новую позицию. При этом, в зависимости от режима редактирования сегментов, вершина либо будет перемещена на новую позицию, либо будет преобразована в фаску, либо будет преобразована в дугу сопряжения. Переключение между режимами также производится циклично нажатием сочетания клавиш *«Shift» + «Пробел»*.

Чтобы закончить редактирование контура, необходимо щёлкнуть левой клавишей мыши в любом месте окна редактора плат, кроме контура платы.

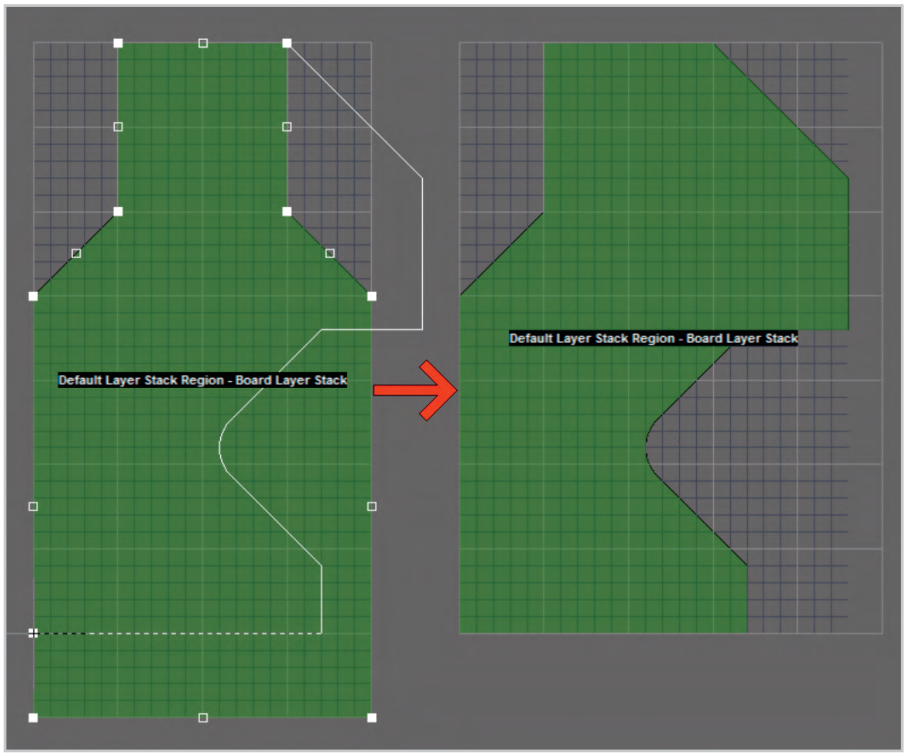


Рис. 2. Непосредственное изменение контура платы

Непосредственное изменение контура платы

Данный способ редактирования контура платы также доступен в режиме планирования платы. Он полностью аналогичен редактированию контура полигона.

Чтобы приступить к редактированию, необходимо выполнить команду *Design –> Modify Board Shape*. Редактор плат перейдёт в режим редактирования контура, а по периметру платы снова появятся маркеры. Однако в данном случае манипулировать маркерами или сегментами не нужно. Вместо этого необходимо «перерисовать» часть контура платы. Чтобы начать формировать новую часть контура, необходимо щёлкнуть левой клавишей мыши по контуру (см. рис. 2). Каждый последующий щелчок (так же, как и при формировании контура полигона), в зависимости от режима формирования угла, создаёт один отрезок, два отрезка под углом или два отрезка с дугой сопряжения. Чтобы завершить формирование изменяемой части, необходимо снова щёлкнуть левой клавишей мыши на контуре платы.

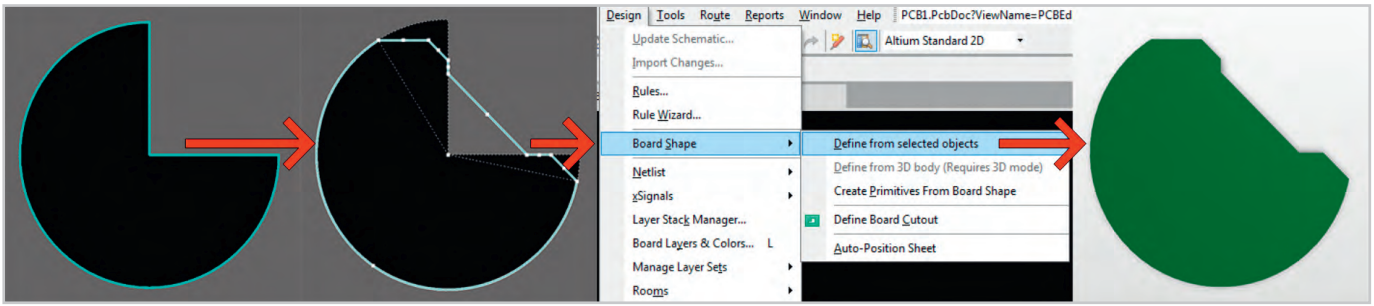


Рис. 3. Изменение контура ПП через изменение границы

Редактор плат автоматически выйдет из режима редактирования контура, а контур платы изменится.

Изменение границы платы

Поскольку граница платы располагается, как правило, в одном из механических слоёв, то данный способ редактирования контура платы доступен в двухмерном режиме трассировки. Суть заключается в том, что нужно сначала изменить требуемым образом границу платы, потом – выбрать все элементы границы и выполнить команду *Design –> Board Shape –> Define from selected objects* (см. рис. 3). При этом необходимо помнить, что граница платы должна быть замкнута.

Перемещение

Контур платы можно перенести. Для этого нужно перейти в двухмерный режим планирования платы и запустить команду *Design –> Move Board Shape*. В результате курсор изменит свой вид, а контур печатной платы будет «привязан» к курсору. Остаётся лишь щёлкнуть левой клавишей мыши на новой позиции, и контур платы переместится (см. рис. 4).

Команда *Design –> Move Board* работает аналогичным образом, с той лишь разницей, что при её использовании перемещается не только контур платы, но и всё её содержимое, включая топологию и модели электронных компонентов.

Вырезы в плате

Вырез в плате является полигональным объектом, поэтому для него доступны все соответствующие действия по формированию и редактированию полигонов.

Формирование вырезов ПП

Формирование вырезов в плате производится в двухмерном режиме трассировки платы. Чтобы приступить к формированию выреза, необходимо выполнить команду *Design –> Board Shape –> Define Board Cutout*. Редактор печатных плат Altium Designer перейдёт в режим формирования выреза, а курсор изменит свой вид. Дальнейшие действия стандартны для полигональных объектов. Первый щелчок левой клавиши мыши задаёт начальную точку. Каждый последующий щелчок формирует один отрезок, два отрезка под углом или два отрезка с дугой сопряжения. Чтобы закончить формирования выреза, необходимо щёлкнуть правой клавишей мыши.

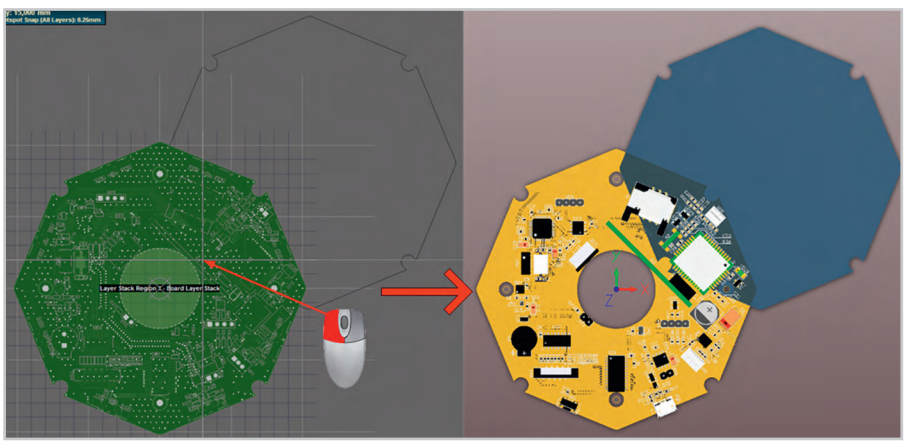


Рис. 4. Перемещение контура ПП

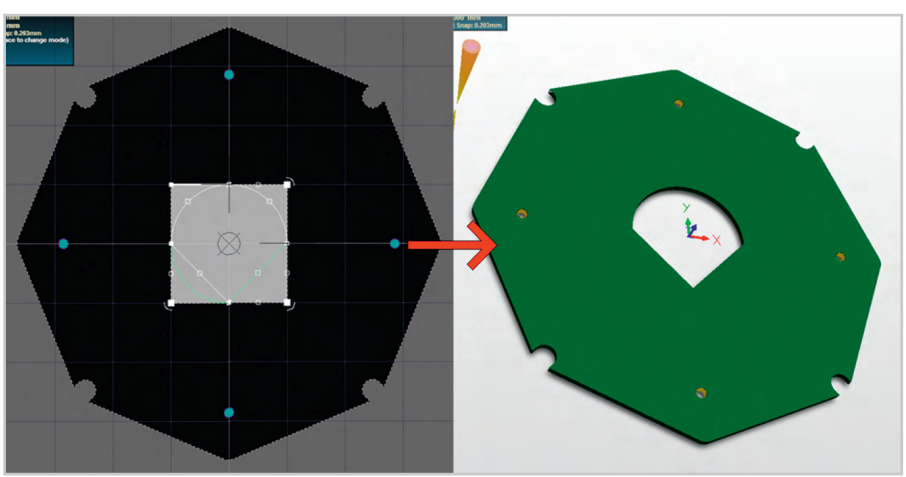


Рис. 5. Редактирование выреза через манипуляции вершинами и сегментами

Редактирование вырезов в плате

Редактирование контура выреза производится также в двухмерном режиме трассировки. Для этого существует три способа:

- манипулирование вершинами и сегментам;
- непосредственное изменение периметра;
- ручное изменение координат.

Чтобы отредактировать вырез через манипуляции вершинами или сегментами, достаточно просто выделить его левым щелчком мыши. Вырез подсветится, а по его периметру появятся маркеры. Дальнейшие действия полностью аналогичны работе с полигонами – перемещая сегменты или маркеры, мы получим новую форму выреза (см. рис. 5).

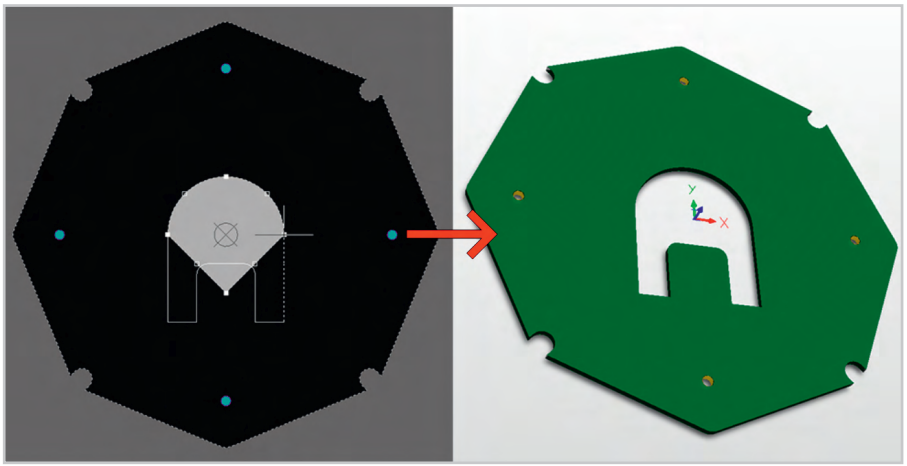


Рис. 6. Редактирование выреза через непосредственное изменение контура

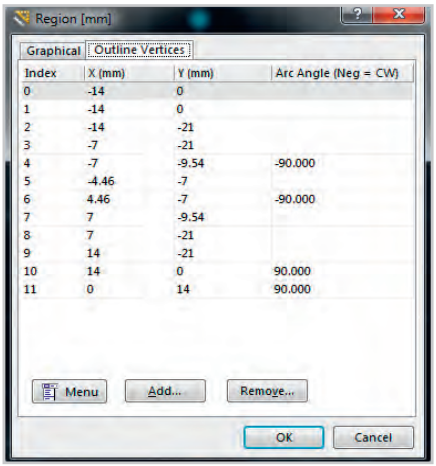


Рис. 7. Таблица координат вершин выреза

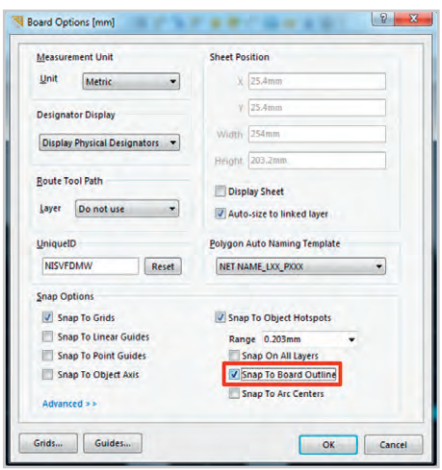


Рис. 8. Включение привязки курсора к контуру платы

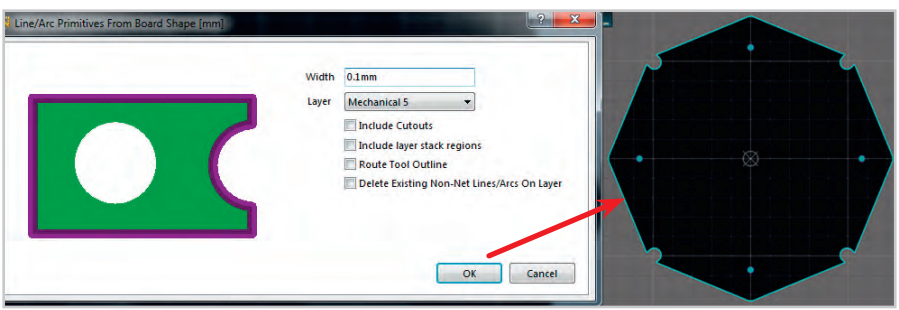


Рис. 9. Формирование границы ПП автоматическим способом и окно настроек

Чтобы непосредственно отредактировать периметр выреза, необходимо выделить его щелчком левой клавиши мыши, потом по нему же щёлкнуть правой клавишей мыши, и в открывшемся меню выбрать и запустить команду *Polygon Actions –> Modify Polygon Border*. После этого первый щелчок левой клавишей мыши необходимо совершить на периметре выреза, задав тем самым начальную точку изменяемой части периметра. Далее серией щелчков левой клавишей мыши нужно сформировать новый периметр. Последний щелчок необходимо совершить на периметре выреза в конечной точке изменяемой части, что приведёт к появлению новой формы выреза (см. рис. 6).

Для ручного изменения координат выреза необходимо открыть окно его свойств – *Region*, затем перейти на вкладку *Outline Vertices* (см. рис. 7). Здесь всё стандартно для полигональных объектов. На вкладке приведена таблица координат вершин выреза. В столбце *Index* отображаются последовательные номера вершин. В столбцах *X* и *Y* – координаты по осям *X* и *Y*, соответственно. Если сегмент является дугой, то в столбце *Arc Angle* отображается его угол. Здесь можно изменять координаты вершин, углы дуговых сегментов, добавлять новые вершины или удалять существующие.

Редактирование свойств выреза

Помимо координат вершин существует ещё ряд свойств выреза, доступных для изменения. Их можно найти в окне *Region* на вкладке *Graphical*.

С помощью «галочки» *Locked* можно включить или выключить блокировку выреза платы. С помощью выпадающего меню *Kind* вырез платы можно преобразовать в вырез полигона (*Polygon Cutout*) или в полигон заливки (*Copper*). С помощью меню *Solder Mask Expansion* можно включить вскрытие в слое маски. С помощью меню *Past Mask Expansion* можно включить формирование окна в трафарете паяльной пасты, хотя для выреза платы это и не является актуальным.

Формирование границы платы

Для работы над топологией ПП вполне достаточно её контура и связанных с ним правил. Однако при передаче данных на производство, зачастую необходимо также передавать данные о границе контура, например, в одном из gerber-файлов. И если эта граница отсутствует, то её нужно каким-либо образом сформировать. Это можно сделать двумя способами – вручную или автоматически.

Ручной способ формирования границы уже описан ранее в данной статье. Разница лишь в том, что теперь нужно сформировать не контур платы на основе её границы, а границу – на основе контура. В остальном всё то же самое – нужно обрисовать контур с помощью линейных или дуговых примитивов. Подробно останавливаться не будем. Добавим лишь, что будет не лишним включить привязку курсора к контуру печатной платы, что достигается включением «галочки» *Snap To Board Outline* в области *Snap Options* окна свойств платы *Board Options* (см. рис. 8).

Ручной способ формирования границы платы в механическом слое удобен в случаях простейших форм. С развитием и микроминиатюризацией современной электроники всё больше плат имеют сложные формы. В таких случаях на помощь приходит возможность автоматизированного формирова-



Рис. 10. Формирование границы по периметру выреза

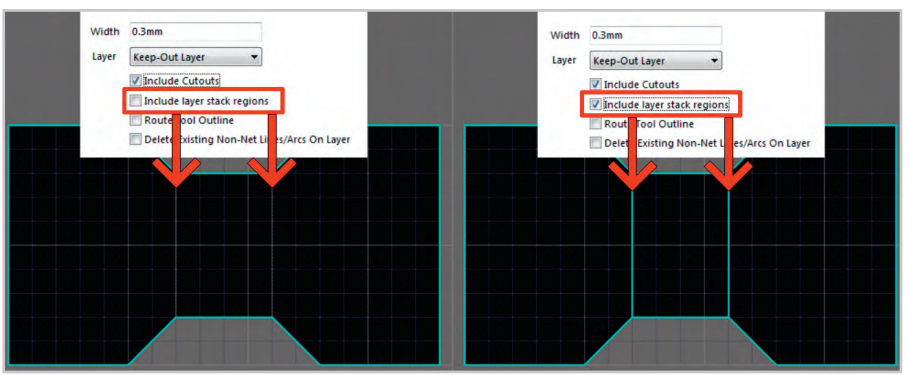


Рис. 11. Формирование границы по линиям разделения регионов

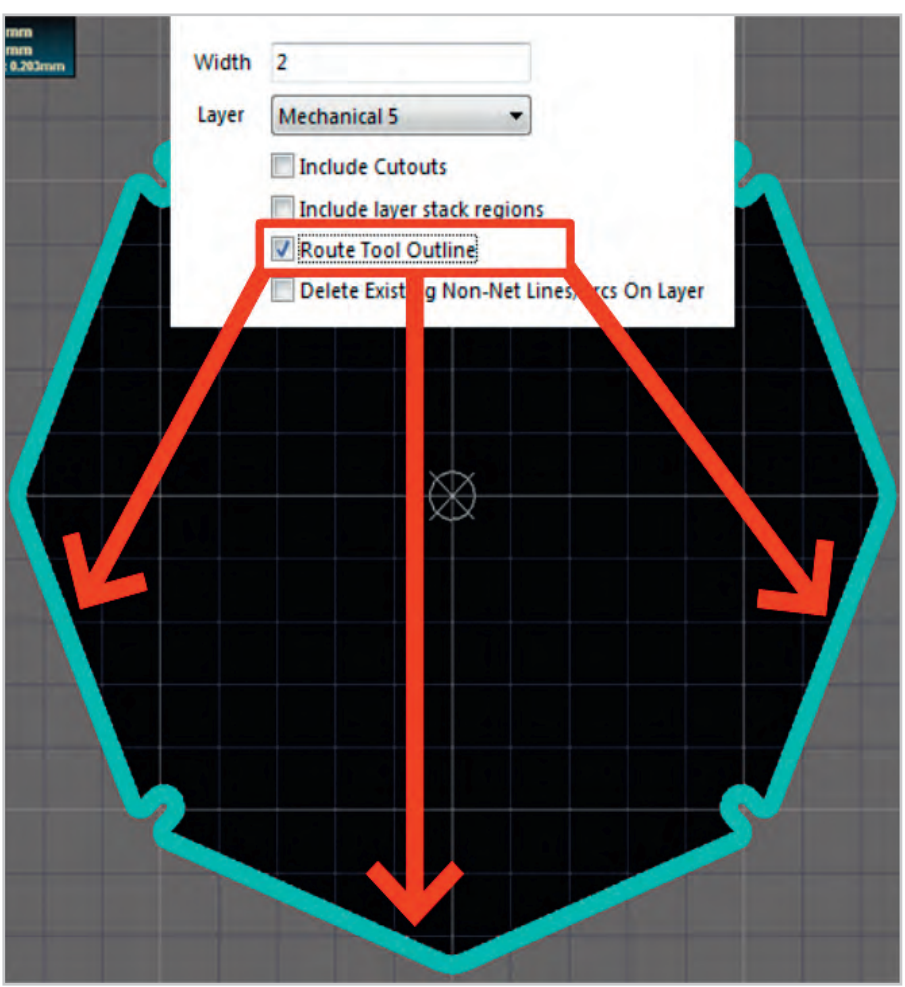


Рис. 12. Формирование пути фрезеровки

ния контура платы. Для этого предназначена команда *Design –> Board Shape –> Create Primitives From Board Shape*. После её выполнения откроется окно настроек *Line/Arc Primitives From Board Shape* (см. рис. 9).

В левой части данного окна приведено схематическое изображение применяемых настроек, в правой – настройки. В окне ввода *Width* задаётся ширина примитивов, из которых будет сформирована граница платы. Ниже находится выпадающий список *Layer*, в котором выбирается слой для расположения границы. Границу платы крайне желательно располагать в отдельном, выделенном для этого, слое. Как правило, это один из механических слоёв. После нажатия кнопки *OK* это окно закроется, а в выбранном слое будет сформирована граница платы из примитивов заданной толщины (см. рис. 9 – правая часть).

Если на плате присутствуют вырезы, то включение «галочки» *Include Cutouts* позволяет формировать границу не только по внешнему контуру платы, но и по периметру выреза (см. рис. 10).

Если плата содержит два и более региона с различными наборами слоёв (например, гибко-жёсткая плата), то «галочка» *Include layer stack regions* позволяет включить формирование границы в том числе и по линиями разделения регионов (см. рис. 11).

Если необходимо сформировать не контур платы, а путь, по которому должна пройти фреза, чтобы получить заданный контур, то нужно включить «галочку» *Route Tool Outline* (см. рис. 12).

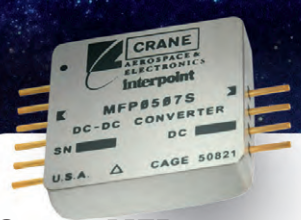
Если на плате в том слое, где нужно сформировать границу, присутствуют лишние примитивы, то, вместо того чтобы удалять их вручную, можно включить «галочку» *Delete Existing Non-Net Lines/Arcs On Layer*. Это позволит автоматически удалить ненужные элементы перед формированием границы платы.

Заключение

Электронная промышленность и технологии проектирования ПП (САПР) стремительно развиваются. Порой разработчик не успевает разобраться во всех нововведениях, которые предлагает ему разработчик инструментов проектирования. В данной статье были кратко представлены все основные инструменты по работе с контуром печатной платы.



Радиационно-стойкие DC/DC-преобразователи типа POL



Серия MFP

Основные характеристики

- Диапазон рабочих температур –55…+125°C
- КПД до 92% с понижением при 30% нагрузке
- Диапазон входных напряжений от 3 до 6 В
- Пять выводов с предустановленными напряжениями 0,64; 0,8; 1,6; 2,5 и 3,3 В
- Регулировка выходного напряжения от 0,8 до 3,5 В
- Ток нагрузки до 7 А
- Стойкость к воздействию одиночных заряженных частиц с ЛПЭ 85 МэВ·см^2 /мг
- Уровни дозовой стойкости 30, 50 и 100 крад (Si)

CRANE AEROSPACE & ELECTRONICS
Interpoint™ Products

PROSOFT®

Реклама

ОФИЦИАЛЬНЫЙ ДИСТРИБЬЮТОР

(495) 234-0636 ▪ INFO@PROSOFT.RU ▪ WWW.PROSOFT.RU

НОВОСТИ МИРА

Цифровая трансформация промышленности: в поисках стратегии

Представители российского подразделения компании PTC, в рамках международной промышленной выставки «ИННОПРОМ-2017» впервые в России презентовали результаты исследования «Индекс зрелости для Индустрии 4.0» (Industrie 4.0 Maturity Index), проведённого совместно с Академией наук Германии Acatech.

Презентация Industrie 4.0 Maturity Index состоялась в рамках заседания Стратегического совета по инвестициям в новые индустрии, прошедшего под председательством министра промышленности и торговли РФ Дениса Мантурова.

Разработкой индекса руководил проектный центр Industrie 4.0 Maturity Center, созданный на базе Академии наук Германии Acatech, которая является колыбелью Индустрии 4.0. Именно здесь разрабатывается дорожная карта в области технологий промышленного Интернета вещей. Академия оказывает помощь федеральному правительству Германии в формировании стратегии технологического развития страны.

Индекс был создан в рамках междисциплинарного консорциума, в который вошли такие партнёры, как Институт управления в промышленности (FIR e. V. at RWTH Aachen), PTC Inc., Infosys и TÜV SÜD. Многолетний практический опыт позволил PTC предоставить релевантную экспертизу для исследований Acatech. Область уникальной экспертизы PTC – управление цифровизацией производства и автоматизацией НИОКР.

Основная цель подготовки индекса – помочь предприятиям определить, на какой стадии развития цифровизации оно находится в данный момент и как правильно выстроить дорожную карту цифровизации и стратегию перехода к Индустрии 4.0.

Индекс позволяет провести анализ технологического уровня развития предприятия, его организационной структуры и перспектив с точки зрения внутренней корпоративной культуры. Шесть стадий развития показывают, как в данной компании могут собираться, анализироваться и использоваться данные. Такой подход позволяет учитывать междисциплинарность промышленного Интернета вещей, а также связь с ИТ-системами, ресурсами, бизнес-организациями и корпоративной культурой.

«Как бы мы ни называли этот процесс – Индустрия 4.0, Интернет вещей или как-то иначе – важно помнить, что технологии существуют не ради технологий: они нужны, чтобы бизнес развивался и зарабатывал, – объясняет Кристиан Хокен, генеральный директор проектного центра Industrie 4.0 Maturity Centre. – Технологии на рынке уже есть, но не менее важно понимать, как перестроить организацию, изменить культуру, повысить потенциал сотрудников. И тот, кто первым войдёт в эту сферу, кто уже начал использовать цифровые возможности и решения, связанные с большими данными, окажется впереди. Индекс зрелости помогает определить, какой путь цифровизации будет наиболее перспективен для отдельного предприятия».

Индекс зрелости Индустрии 4.0

Qualcomm выбрала Keysight Technologies для реализации контрольно-измерительных решений 5G

Компания Keysight Technologies, Inc. объявила о начале совместных работ с компанией Qualcomm Technologies, Inc., дочерним предприятием Qualcomm Incorporated, по реализации технологий 5G. Компания Keysight обладает обширным ассортиментом средств проектирования и тестирования, способным обеспечить разработку микросхем для сотовых устройств следующего поколения.

Новая линейка решений компании Keysight для эмуляции сетей 5G, поддерживаемая новой платформой Keysight для тестирования беспроводного оборудования UXM 5G, позволяет компании Qualcomm Technologies проверять технологии изготовления микросхем и протоколы верхнего уровня, необходимые для оборудования 5G. Масштабируемые решения компании Keysight поддерживают суб-6 ГГц и миллиметровый диапазоны, что предоставляет возможность Qualcomm Technologies анализировать характеристики своих ИС и решать потенциальные проблемы, которые могут возникать в ходе испытаний оборудования 5G.

«По мере того, как консорциум 3GPP ускоряет работу над спецификациями неавтономной архитектуры 5G NR, компания Keysight начинает совместную работу с Qualcomm Technologies и помогает ей в осуществлении программы разработки протоколов и радиочастотных трактов 5G, – сказал Сатиш Дханасекаран (Satish Dhanasekaran), вице-президент и генеральный менеджер отдела тестирования беспроводного оборудования компании Keysight Technologies. – Наши программные и аппаратные платформы обеспечивают масштабируемость и функциональные возможности, необходимые для поддержки проектирования и тестирования оборудования 5G, начиная от этапа подготовки технических требований до проработки окончательных стандартов».

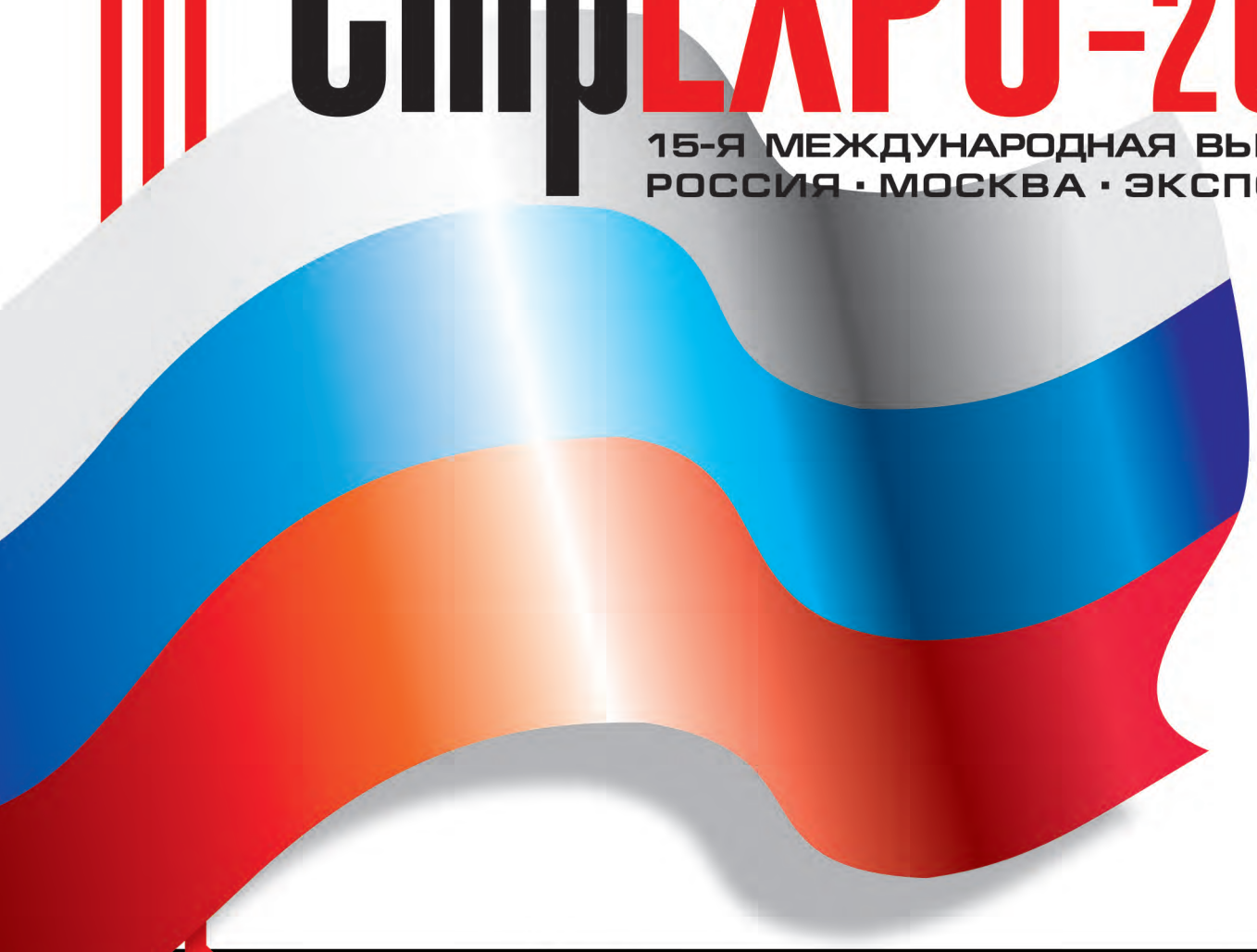
www.dipaul.ru

ЭЛЕКТРОНИКА
КОМПОНЕНТЫ ОБОРУДОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ

ChipEXPO-2017

31.10 – 02.11

15-Я МЕЖДУНАРОДНАЯ ВЫСТАВКА
РОССИЯ · МОСКВА · ЭКСПОЦЕНТР





www.chipexpo.ru

ПРИ ПОДДЕРЖКЕ:

МИНПРОМТОРГ РОССИИ

Ростех

РОСАТОМ

Департамент радиоэлектронной промышленности Министерства промышленности и торговли Российской Федерации

Государственная Дума Федерального собрания Российской Федерации

Департамент науки, промышленной политики и предпринимательства города Москвы

Московская торгово-промышленная палата

ГК "Ростех"

ГК "Росатом"

Реклама

Значение 1937 года в отечественной радиолокации

Владимир Бартенев (bartvg@rambler.ru)

80 лет назад было успешно проведено первое в СССР обнаружение самолёта с помощью электромагнитных волн импульсным радиолокатором. В статье рассматривается история зарождения отечественной радиолокации и неоспоримый вклад талантливых советских учёных в разработку и применение радиотехники для средств воздушной разведки войск противовоздушной обороны (ПВО).

Введение

Если спросить нашего современника, что ему известно о событиях 80-летней давности в нашей стране, он прежде всего ответит, что 1937 год был годом жестоких репрессий сталинского режима. И будет по-своему прав. Да, именно так и было. Но это только одна сторона нашей истории.

А ведь была и другая история, поистине героическая, которая вошла в историческую летопись важнейших мировых событий. Почему же об этой стороне нашей истории мы замалчиваем и забываем. Возьмём хотя бы тот же 1937 год. 80 лет назад летом на самолёте АНТ-25 экипаж под командованием В.П. Чкалова совершил беспосадочный перелёт Москва – США протяжённостью более 9000 км. Это был рекордный перелёт, который принёс мировую славу советскому самолётостроению. Или ещё пример, теперь уже из истории освоения Арктики. Есть в ней особая глава, с которой началась героическая полярная эпопея. 80 лет назад, 21 мая 1937 года полярная воздушная экспедиция АН СССР достигла Северного полюса и высадила на дрейфующий лёд первую в мире научную станцию «Северный полюс-1».

Для статьи об истории радиолокации важен следующий пример 80-летней давности. В своих воспоминаниях академик АН СССР Юрий Борисович Кобзарев писал: «17 апреля 1937 года были впервые проведены успешные испытания импульсного радиолокатора. Это был день рождения импульсной радиолокации» [1]. Это очень важная историческая дата и огромное достижение советской науки. Но мне опять могут возразить, что один из пионеров радиолокации именно в 1937 году был арестован. Непросто ответить на данное возражение. Тем не менее, я постараюсь в своей статье объективно рассмотреть историю зарождения отечественной радиолокации в те грозные предвоенные годы.

Первые эксперименты по радиолокации

Считается, что первыми радиолокаторами как у нас в стране, так и за рубежом были радиолокационные станции (РЛС) непрерывного излучения. Инициатором постановки первых работ было Главное артиллерийское управление (ГАУ) НКО СССР, которое первым поставило задачу создания средств радиообнаружения самолётов и наведения зенитных орудий. В Ленинграде, в Центральной радиолаборатории (ЦРЛ) в октябре 1933 г. была начата работа в этом направлении группой разработчиков во главе с Ю.К. Коровиным, в которую входили: В.А. Тропилло, С.Н. Савин, В.В. Елизарова и А. Треумнов [2]. В экспериментах использовались: передатчик с непрерывным излучением в диапазоне 50...60 см мощностью 0,2 Вт, сверхрегенеративный приёмник с выходом на головные телефоны и параболические зеркальные антенны диаметром 2 м. Первые опыты были проведены 3 января 1934 года. Самолёт обнаруживался на расстоянии до 700 м. Это было первое в стране успешное применение электромагнитных волн для обнаружения самолётов на основе эффекта Доплера.

В истории развития отечественной радиолокации первый опыт ЦРЛ является знаменательным событием, важность его огромна. Этот опыт подтвердил, что электромагнитные волны не только отражаются от самолёта, но и могут быть приняты радиоприёмным устройством на земле.

Вторым заказчиком по радиолокационным системам после ГАУ НКО СССР было Управление противовоздушной обороны Красной Армии (УПВО РККА). По его инициативе в Ленинградском физико-техническом институте, директором которого был академик А.Ф. Иоффе, была создана специальная лаборатория для проведения исследований по радиообнаружению самолётов. Руководителем лаборатории был приглашён выдающийся русский радиофизик, член-корреспондент АН СССР, профессор Д.А. Рожанский. В лаборатории, в соответствии с договором, подписанным 19 марта 1935 г. с УПВО РККА, были начаты исследования, заложившие научные основы методов обнаружения самолётов с использованием импульсного излучения. После смерти Д.А. Рожанского в 1936 г. руководителем лаборатории становится Ю.Б. Кобзарев [3].

О научных направлениях в радиолокации после 1937 г.

Успешные первые опыты в области радиолокации в ЦРЛ в 1934 году на основе непрерывного излучения получили продолжение сразу в нескольких НИИ. Ю.К. Коровиным в ЦВИРЛ создаётся установка «Енот». По договору ГАУ с ЛЭФИ (руководитель А.А. Чернышов) в лаборатории Б.К. Шембеля была создана и испытана радиолокационная установка «Буря». Затем ЛЭФИ, преобразованный в НИИ-9, во главе с М.В. Бонч-Бруевичем по договору с Управлением ПВО разрабатывает установки «Рапид», «Луна», «Мимас», «Б2», «Б3», «Стрелец». Далее к этим работам подключают Украинский физико-технический институт (УФТИ) в Харькове, где Управление ПВО заключает договор с лабораторией электромагнитных колебаний УФТИ во главе с А.А. Слуцкиным. Там разрабатываются установки «Рубин» и «Зенит». Несколько заказов «Вега», «Конус» и «Модель» в рамках проекта П.К. Ощепкова «Электровизор» от УПВО были напрямую направлены на завод им. Коминтерна. Однако такое обилие заказов за два года, с 1934 по 1936 годы, не приносит ощутимых результатов.

Поэтому в 1936 году опытный сектор (руководитель П.К. Ощепков, являвшийся куратором всей этой грандиозной радиолокационной программы), как база развития средств радиообна-

ружения в системе Управления ПВО, был передан в подчинение Научно-испытательному техническому институту (НИТИ) РККА. С этого времени П.К. Ощепков отходит от участия в развитии радиолокации.

По директиве Генерального штаба от 31 декабря 1936 года и решению Наркома обороны К.Е. Ворошилова организационно был решён вопрос дальнейшего развития средств радиолокационного обнаружения самолётов для службы ПВО. Был пересмотрен тематический план НИИСТ РККА на 1937 и последующие годы, в котором чётко были выделены только три направления: первое – завершение разработки РЛС непрерывного излучения (тема «Ревень»), второе – проведение испытаний макета ЛФТИ импульсной РЛС дальнего обнаружения (тема «Редут») и третье – разработка РЛС для зенитной артиллерии (тема «ЗА»). В НИИСТ РККА был организован 6-й отдел во главе с М.И. Куликовым, который сумел завершить создание РЛС непрерывного излучения «Ревень». Первая партия из 45 этих РЛС под шифром РУС-1 была выпущена на заводе им. Коминтерна, принята на вооружение в 1939 году и во время войны с белофиннами прошла боевую проверку.

По второму направлению первый действующий макет импульсной РЛС метрового диапазона «Редут», созданный в ЛФТИ, был успешно испытан на подмосковном полигоне «Донино» НИИСТ РККА в марте–мае 1937 года при активном участии военного инженера А.И. Шестакова из 6-го отдела НИИСТ РККА. В испытательной установке было применено приёмное устройство с двойным преобразованием частоты (второй гетеродин имел кварцевую стабилизацию частоты). В передатчике использовались мощные серийные отечественные радиолампы Г-165, обеспечивающие импульсную мощность 1 кВт. На приём и передачу использовались две антенны типа «волновой канал» (система Удо-Яги). Главный результат испытаний – возможность наблюдения отражённых сигналов от самолёта типа Р-5 до расстояний 15...17 км.

Третье направление для ЗА было реализовано лишь в 1942 году в виде опытной станции орудийной наводки СОН-2от на вновь созданном заводе №465 (директор А.А. Форштер, главный инженер М.Л. Слиосберг).

В развитии отечественной радиолокационной техники импульсная установка «Редут», созданная в лаборатории Ю.Б. Кобзарева по сравнению со станцией непрерывного излучения «Ревень» была значительным шагом вперёд, так как позволяла не только обнаруживать самолёты противника на больших расстояниях, но и непрерывно определять их дальность, азимут и скорость полёта. Кроме того, при круговом синхронном вращении обеих антенн станция «Редут» обнаруживала группы и одиночные самолёты, находившиеся в воздухе на разных азимутах и дальностях, в пределах своей зоны действия. В связи с низкой эффективностью РЛС непрерывного излучения РУС-1 («Ревень) их выпуск на заводе им. Коминтерна был прекращён. Ю.Б. Кобзареву, П.А. Погорелко и Н.Я. Чернецову в 1941 году была присуждена Сталинская премия за вклад в развитие отечественной радиолокации. Уже позже в своих мемуарах академик АН СССР Ю.Б. Кобзарев писал: «Если бы не наша самоотверженная работа в тридцатые годы в лаборатории ЛФТИ и не моё руководящее участие впоследствии, мы не имели бы в армии к началу Великой Отечественной войны радиолокационных станций РУС-2 («Редут»)» [3].

Промышленное внедрение РЛС «Редут» в НИИ-20

После успешных испытаний макета РЛС ЛФТИ назрела необходимость в привлечении к разработке и изготовлению импульсных РЛС типа «Редут» научно-исследовательской организации, имеющей опыт работы в создании сложных радиотехнических систем. В качестве такой организации Правительством был выбран НИИ-20 (бывшее Остехбюро, ныне ВНИИРТ). Комитет Обороны при СНК СССР включил в план НИИ-20 выполнение срочного задания по разработке двух образцов РЛС «Редут», которые должны быть изготовлены и пройти государственные испытания в январе 1940 года. Разработка, регулировка и успешно проведённые испытания первых двух образцов РЛС «Редут» в НИИ-20 были выполнены под руководством и при непосредственном участии А.Б. Слепушкина. 26 июля 1940 года под шифром РУС-2 эти РЛС были приняты на вооружение войск ПВО. Это были двухантенные РЛС с двумя синхронно вращающимися кабинами. По сравнению с



Кобзарев Юрий Борисович (1905–1992)

макетом радиолокационной установки ЛФТИ опытные образцы НИИ-20 были существенно усовершенствованы. В их состав был введён новый мощный передатчик на лампах ИГ-8 с импульсной мощностью 40...50 кВт. Большая заслуга в создании этих мощных ламп принадлежит В.В. Цимбалину из вакуумной лаборатории НИИСТ РККА.

В соответствии с постановлением Комитета Обороны при СНК СССР НИИ-20 было поручено изготовить и сдать Наркомату Обороны ещё 10 комплектов РЛС РУС-2. К 10 июня 1941 года все десять комплектов заказчику были сданы. Эти РЛС вошли в состав ПВО на подступах к Москве.

Шифр «Редут» впервые появляется в названии макета импульсной РЛС, созданного в ЛФТИ в лаборатории Д.А. Рожанского, которого затем сменил Ю.Б. Кобзарев и продолжил работы, успешно их завершив испытанием макета «Редут». Затем под таким же шифром был разработан технический проект в НИИ-20 на установку «Редут» (главный конструктор А.Б. Слепушкин), который завершился созданием двух опытных образцов и принятием на вооружение двухантенного варианта «Редут-40» под шифром РУС-2. Затем был технический проект усовершенствованного одноантенного варианта «Редут-41», который был реализован и принят на вооружение как РУС-2С в двух модификациях: мобильная одноантенная РЛС и стационарная одноантенная блочно-модульная разборно-сборная РЛС, известная в исторической литературе ещё и как «Пегматит».



Коровин Юрий Константинович (1907–1988)

Она имела улучшенные характеристики и была самой массовой в Великой Отечественной войне. В частности, в ней был более мощный передатчик на радиолампах ИЛ-2 (генератор) 100 кВт, и две Г-3000 (модулятор). За успехи НИИ-20 в разработке РЛС дальнего обнаружения РУС-2С группе его инженеров в 1943 году была присуждена Сталинская премия: А.Б. Слепушкину (руководящие работы), И.И. Вольману, И.Т. Зубкову, Л.В. Леонову, Д.С. Михайлевичу, М.С. Рязанскому, В.В. Тихомирову [4].

Трагическая судьба П.К. Ощепкова, пионера отечественной радиолокации

Нельзя не отметить среди пионеров отечественной радиолокации и Петра Кондратьевича Ощепкова. В статье «Современные проблемы развития техники противовоздушной обороны», опубликованной в №2 журнала «Противовоздушная оборона» за 1934 год, П.К. Ощепковым были сформулированы основные принципы радиолокации. Это была первая публикация в СССР по радиолокационной тематике. Своей публикацией он обратил на себя внимание зам. наркома обороны М.Н. Тухачевского и по его приказу возглавил специальное конструкторское бюро (КБ УПВО РККА). На КБ были возложены задачи по созданию предложенной П.К. Ощепковым системы радиообнаружения самолётов «Электровизор». Однако данный проект не был реализован. Судьба П.К. Ощепкова сложилась весьма печально. В середине 1937 года он был отстранён от должности. О мотивах такого поворота судьбы до сих пор ничего не известно. Даже в мемуарах П.К. Ощепкова, вышедших в конце 1960-х годов под названием «Жизнь и мечта» об этом ничего не говорится. Для объективной оценки вклада П.К. Ощепкова в создание радиолокации в СССР я разыскал в Министерстве обороны РФ сборник 1934 года со статьёй «Современные проблемы развития техники противовоздушной обороны». Из 16 страниц статьи только несколько содержат идею П.К. Ощепкова о возможности использования электромагнитных волн для обнаружения самолётов. Вот как он формулирует эту важную задачу [5]: «Из технических вопросов, осуществление которых может полностью разрешить интересующую нас проблему, являются:

1. Сооружение мощного источника до 0,5...1,0 кВт дециметровых и сантиметровых волн;
2. Получение хорошего действия направленности распространения этих волн;
3. Изучение эффекта отражения подобных или других электромагнитных волн от предметов различных форм и различных материалов;
4. Сооружение приёмных устройств с устойчивым приёмом и устройством пеленгации.

Перечисленные технические задачи в этом направлении нужно сейчас считать не только разрешёнными, но и подтверждёнными рядом побочных в этом направлении опытов».

Завершающие строки цитируемого фрагмента статьи свидетельствуют об оптимизме, с которым автор относился к решению проблем радиолокации. Хочу заметить, что этот оптимизм не обосновывается в статье никакими расчётами или оценками.

Попытка убедить читателя статьи в правоте автора поражает: «Приподнимая завесу над этим вопросом, можно с уверенностью сказать, что проблема обнаружения самолётов на больших высотах (до 10 км и выше) на значительных дистанциях (порядка 50 км и более), в условиях, не зависящих от атмосферного состояния и времени суток, на основе использования электромагнитных волн (ультракоротких и дециметровых), будет решена, и это явится одним из замечательнейших вкладов в науку и технику. Это явится доказательством того, что не пройдёт и нескольких лет, как разница между оптикой и электромагнетизмом окончательно исчезнет и появится новое средство – электрооптика. Проблема разрешения видения ночью и в тумане очень близка».

После выхода из печати мемуаров П.К. Ощепкова стало известно, что он был репрессирован дважды: с 1937 по 1939 и с 1941 по 1947 годы. Реабилитирован военной прокуратурой лишь после развала СССР в 1992 году. Радиолокацией он занимался только с 1934 по 1937 гг., о чём он сам пишет в мемуарах на стр. 88: «С августа 1937 года я отошёл от радиолокационных работ, и дальнейшую её историю не мне писать» [7]. Хотя с 1939 по 1941 годы он возобновил работу в Научно-испытательном институте связи и особой техники (НИИСТ РККА), но в это время он занимался не радиолокационной техникой, а приборами ночного видения. В архиве ВНИИРТ удалось отыскать ТЗ на РЛС РУС-2с («Пегматит»). Оно было подписано как раз в промежуток между двумя репрессиями П.К. Ощепкова незадолго до войны. В нём задавались технические требования на первую одноантенную РЛС (самую массовую РЛС в Великой Отечественной войне). Это ТЗ со стороны заказчика подписали начальник НИИСТ РККА бригадный комиссар Муравьёв, главный инженер НИИСТ РККА военный инженер 1-го ранга Верещагин, начальник 6-го отдела НИИСТ РККА бригадный инженер Куликов, начальник 4-й лаборатории 6-го отдела военный инженер 3-го ранга Шестаков. Со стороны же разработчиков РЛС в НИИ-20 стоят подписи главного инженера Азбеля, начальника технического отдела Кравченко, начальника лаборатории 18 Слепушкина и ведущего инженера лаборатории 18 Михайлевича. Подписи П.К. Ощепкова нет как со стороны заказчика, так и со стороны разработчиков РУС-2с.

Почему я остановился столь подробно на вкладе П.К. Ощепкова в развитие отечественной радиолокации. Дело в том, что в последнее время наблюдается явное искажение исторических фактов как в журнальных публикациях, так и в интернете. В журнале «Вестник Концерна ПВО «Алмаз-Антей» (журнал №2, 2015 г., стр. 90) так и написано, цитирую: «В 1938 г. специалистами 6-го отдела М.И. Куликовым, А.И. Шестаковым, Д.С. Стоговым под руководством П.К. Ощепкова в сотрудничестве с академиком А.Ф. Иоффе (ЛФТИ) были сде-

ланы первые радиолокаторы («радиоулавливатели самолётов») «Ревень» и «Редут», в которых впервые в мире был реализован изобретённый инженером П.К. Ощепковым метод обнаружения самолётов с помощью отражённых электромагнитных волн [8, 9]. После прохождения войсковых испытаний они были приняты на вооружение Красной Армии: «Ревень» – в 1939 году как «РУС-1», «Редут» – в 1940 году как «РУС-2». Ни слова о Ю.К. Коровине, А.А. Чернышёве, Б.К. Шембеле, Бонч-Бруевиче, Д.А. Рожанском, Ю.Б Кобзареве, А.Б. Слепушкине, В.В. Тихомирове и др., которые и были создателями первых отечественных РЛС как непрерывного, так и импульсного излучения. В 1938 году П.К. Ощепков никак не мог руководить разработкой РУС-2, так как был репрессирован в 1937 году. Как результат таких публикаций во множестве псевдоисторических книг и сайтах интернета появляются материалы о П.К. Ощепкове, которого там называют отцом русской радиолокации.

В ноябре 1936 года П.К. Ощепков, предчувствуя сгущающиеся над ним тучи, обращается с письмом к И.В. Сталину. В архиве ВНИИРТ имеется копия этого письма. Начинается письмо с критики П.К. Ощепковым эффективности имеющихся средств ПВО, использующих установки «Прожзвук», а затем: «Мы, работники Управления Противовоздушной Обороны РККА, эту задачу поставили принципиально иначе. Как видно из проведённых по заданию Управления ПВО РККА опытов, в условиях полукустарщины нами созданы аппараты, дающие уже сейчас совершенно надёжные обнаружения самолётов в радиусе до 20 км на любой высоте, в любых метеорологических условиях и в любое время суток. Один из образцов, так называемая «Станция», даёт всё перечисленное и ориентированное определение курса. Другой образец «Модель» даёт, кроме этого, совершенно точное определение расстояния до самолёта и направления до него. Аппараты типа «Модель» имеют радиус действия до 100 км и таким образом в зоне протяжением 200 км воздушное наблюдение может вестись всего лишь только одним таким аппаратом с числом обслуживающего персонала два-три человека. Однако этот аппарат предназначается не только как средство обнаружения, но он может также обеспечить управление истребительной авиации по наведению на противника, а также стрельбу зенитной артиллерии по невидимой цели и многое другое, как то: слепая посадка самолётов, определение полётов в сигнальных зонах и т.п. Таким образом, проблема обнаружения самолётов на сколько угодно больших высотах и в любое время суток и любых атмосферных условиях нами разрешена. Теперь эта проблема уже не предмет научно-исследовательских исканий, а предмет заводского оформления и скорейшего применения на практике». Далее он обвиняет начальника Главэспрома Лютова в задержке выполнения его заказов по теме «Электровизор» на заводе им. Коминтерна, квалифицируя это как преступление, и далее излагает рекомендации по мероприятиям, которые необходимо провести. В одном из девяти пунктов рекомендаций он предлагает на крыше строящегося Дворца Съездов установить «вращающийся электромагнитный прожектор телевизионного типа» с радиусом действия 200...300 км.

Не могу не привести заключительную фразу письма Сталину, которая содержит ни на чём не обоснованное утверждение, что «проблема обнаружения теперь разрешена». Напомню, что первые испытания макета РЛС «Редут» ещё не были проведены в 1936 году. Всё это характеризует П.К. Ощепкова как фантазёра, желающего выдать желаемое за действительное.

Заключение

1937 год принёс отечественной радиолокации колоссальный успех [6]. Импульсная аппаратура ЛФТИ показала свою основополагающую роль в развитии новой техники для всех аспектов её военного и народнохозяйственного применения на многие годы вперёд. Пожелание П.К. Ощепкова было исполнено. Бывшее Остехбюро, точнее Московский филиал Остехуправления, в сентябре 1937 года было переименовано в НИИ-20 и впоследствии стало Всесоюзным НИИ радиотехники, а теперь Всероссийским НИИ радиотехники. Именно здесь радиолокация из мечты П.К. Ощепкова превратилась в реальность вплоть до наших дней.

С глубоким уважением я вспоминаю учёных и инженеров, которые не дожили до наших дней, но оставили заметный след в отечественной радиолокации.

Мысленно возвращаясь к истории зарождения радиолокации, невольно хочется обратиться к её пионерам, создателям первых РЛС [10]: Ю.К. Коровину, Б.К. Шембелю,



Рожанский Дмитрий Аполлинариевич (1882–1936)

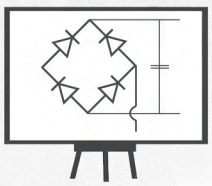
Ю.Б. Кобзареву, А.Б. Слепушкину и другим учёным, инженерам, техникам и рабочим и, конечно же, к руководителям организаций к этому причастных: ЦРЛ – Д.Н. Румянцев; ЛЭФИ – А.А. Чернышев; НИИ-9 – М.А. Бонч-Бруевич; ЛФТИ – А.Ф. Иоффе; НИИ-20 – В.Ф. Захаров; ГАУ НКО – Н.Д. Яковлев; завод № 465 – А.А. Форштер; НИИСТ РККА – К.Х. Муравьёв.

Литература

1. *Кобзарев Ю.Б.* Создание отечественной радиолокации. – М.: «Наука». 2007.
2. История отечественной радиолокации. – М.: ИД «Столичная энциклопедия». 2013.
3. *Бартенев В.Г.* Памяти академика Кобзарева Ю.Б. Журнал «Современная электроника». № 4. 2016.
4. *Бартенев В.Г.* Россия – Родина Радио. – М.: «Горячая линия – Телеком». 2014.
5. *Ощепков П.К.* Современные проблемы развития техники противовоздушной обороны. «Противовоздушная оборона». 1934.
6. *Лобанов М.М.* Начало советской радиолокации. – М., 1975.
7. *Ощепков П.К.* Жизнь и мечта. – М.: «Московский рабочий». 1984.
8. *Безель Я.В.* Этапы развития автоматизированных систем управления авиацией и ПВО. «Вестник Концерна ПВО «Алмаз-Антей». № 2. 2015.
9. *Безель Я.В.* Этапы развития АСУ авиацией и ПВО. Журнал «Воздушно-космическая оборона». № 4. 2014.
10. *Корляков В.В., Бартенев В.Г., Битоков В.К., Григорьев Л.Н.* Всероссийский НИИ радиотехники – 90 лет лидерства. «Вестник Концерна ПВО «Алмаз-Антей». № 2. 2011.

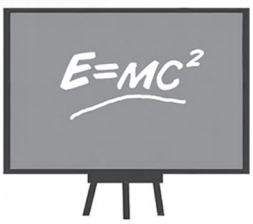
TDK·Lambda

Ведущий производитель модулей и систем электропитания

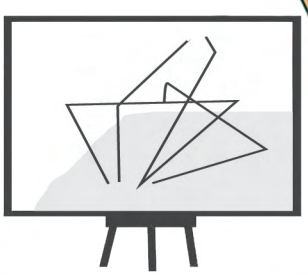


Подходы к построению AC/DC-системы питания могут быть разные…

Простые



Сложные





Иногда абсурдные...



Но оптимальное решение уже есть:



Серия PFE модульных AC/DC-преобразователей:

- Диапазон входных напряжений: ~ 85-265 В
- Коэффициент мощности: 0,95
- Ряд выходных напряжений: 12, 28, 48 В
- Выходная мощность: 300-1000 Вт
- КПД: до 90%
- Напряжение пробоя (вход-выход): 3000 В (DC)
- Тип корпуса: BRICK с металлическим основанием
- Диапазон рабочих температур: –40...+100 °C

АВТОРИЗОВАННЫЙ СЕРВИСНЫЙ ЦЕНТР • ПРОРАБОТКА ТЕХНИЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ • ОБРАЗЦЫ ДЛЯ ТЕСТИРОВАНИЯ • СКЛАД

ProSoft®
WWW.PROSOFT.RU

ОФИЦИАЛЬНЫЙ ДИСТРИБЬЮТОР

МОСКВА
(495) 234-0636
info@prosoft.ru

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

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

Реклама

POWER ELECTRONICS

ufi Approved Event



Организаторы:

primexpo ITE

+7 (812) 380 6003 / 07 / 00
power@primexpo.ru

Получите электронный билет:
powerelectronics.ru

12+

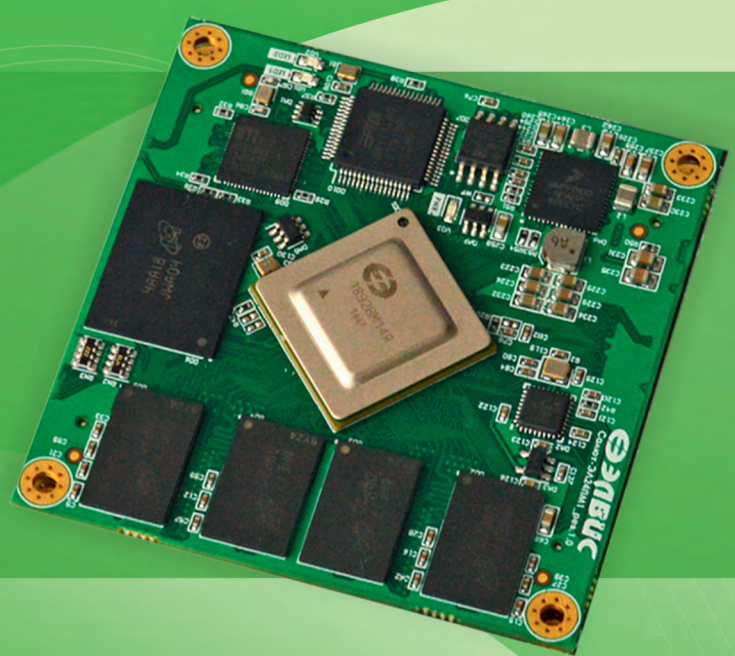
Реклама

АО НПЦ «ЭЛВИС»

Акционерное общество Научно-производственный центр «Электронные вычислительно-информационные системы»

САЛЮТ-ЭЛ24ПМ1

ПРОЦЕССОРНЫЙ МОДУЛЬ НА БАЗЕ РОССИЙСКОЙ СИСТЕМЫ НА КРИСТАЛЛЕ



Процессор 1892ВМ14Я:
- CPU 2xCortex-A9 816 МГц
- DSP 2xELcore-30M 672 МГц
- GPU Mali-300
- Кодек H.264, JPEG

DDR3 2 ГБ, NAND 1 ГБ, eMMC 32 ГБ
Порты ввода/вывода
Питание: +3,3 В
Размеры: 60x60x5,5 мм
Потребление: до 5 Вт

Контакты

Адрес
124498, Москва, Зеленоград, проезд 4922, дом 4, стр. 2

Телефон
+7 (499) 995-00-52

On-line
www.multicore.ru
market@elvees.com

Реклама