

СОВРЕМЕННАЯ ЭЛЕКТРОНИКА

7
2013

В НОМЕРЕ:

- КАК ТЕСТИРОВАТЬ ЦИФРОВУЮ ЭЛЕКТРОНИКУ?
- Z-СЕНСОРЫ – РАЗВИТИЕ ПОЛУПРОВОДНИКОВОЙ МИКРОЭЛЕКТРОНИКИ
- ПОРТИРОВАНИЕ СТЕКА KEIL RL-TCPNet НА MDR32F9Q2I
- СИНХРОНИЗАЦИЯ МАГНЕТРОНОВ
- ДОПОЛНИТЕЛЬНЫЕ ПРИЛОЖЕНИЯ ДЛЯ OrCAD

www.soel.ru



МЫ ПРЕДЛАГАЕМ КОМПЛЕКСНЫЕ РЕШЕНИЯ ДЛЯ НАУКОЕМКИХ ПРОИЗВОДСТВ

**СЕРВИСНОЕ
ОБСЛУЖИВАНИЕ**



КОНСАЛТИНГ



**РАЗРАБОТКА
ПРОЕКТА**



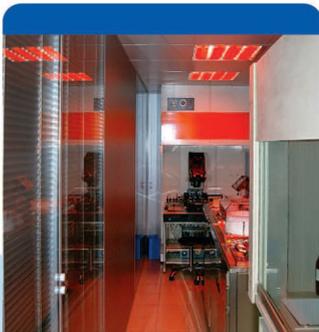
**ИНЖИНИРИНГОВЫЕ
РАБОТЫ**



**ПОДБОР
ОБОРУДОВАНИЯ**



**СТРОИТЕЛЬСТВО
ПРОМЫШЛЕННЫХ
ПОМЕЩЕНИЙ**



**ПРОИЗВОДСТВО
И ПОСТАВКА
ОБОРУДОВАНИЯ**



На базе компании ЭСТО-Вакуум работает Центр Технологических услуг с участками вакуумного и измерительного оборудования, участком фотолитографии.

Для каждого заказчика разрабатывается индивидуальный проект на основе типовых решений.

За 10 лет работы компания разработала и выпустила 4 серии оборудования:
Caroline, Antares, Solvac, Irida.

+7 (499) 710-60-00 www.esto-vacuum.ru marketing@esto-vacuum.ru

Главный редактор
Алексей Смирнов

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

Литературный редактор
Ольга Семёнова

Вёрстка
Марина Петрова, Олеся Фрейберг

Обложка
Дмитрий Юсим

Распространение
Ирина Лобанова
(info@soel.ru)

Реклама
Ирина Савина
(advert@soel.ru)

Издательство «СТА-ПРЕСС»

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



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

Отпечатано: ООО ПО «Периодика»
Адрес: 105005, Москва, Гарднеровский пер.,
д. 3, стр. 4
http://www.printshop13.ru

Перепечатка материалов допускается только
с письменного разрешения редакции.
Ответственность за содержание рекламы
несут рекламодатели.
Ответственность за содержание статей
несут авторы.
Материалы, переданные редакции,
не рецензируются и не возвращаются.
© СТА-ПРЕСС, 2013

7/2013 Contents

MARKET

News from the Russian Market	4
The ESTO-Vacuum Company is 10 Years Old	8
Modern EDA is Becoming Popular Again	10

MODERN TECHNOLOGIES

Modern Development Trends of Statistical Methods of Quality Control	14
<i>Aleksandr Safonov, Leonid Safonov</i>	
How to Test of the Digital Electronics	20
<i>Aleksey Ivanov</i>	
Z-sensors – a Prospective Trend in the Semiconductor Microelectronic's Development	22
<i>Vladislav Zotov, Polina Mironova</i>	

ELEMENTS AND COMPONENTS

Modern 32-bit ARM Microcontrollers Series STM32: Ports GPIO	26
<i>Oleg Val'pa</i>	
Porting of a Stack of Keil RL-TCPNet on the MDR32F9Q2I	30
<i>Andrey Sharonov, Ravil Bikmetov</i>	
High-Voltage Relays and Contactors of Gigavac firm	34
<i>Andrey Lahno</i>	

DEVICES AND SYSTEMS

Digital Measuring Instruments of Power of a 66200 Series	42
<i>Sergey Gudkov, Angelina Shadeyko</i>	

DESIGN AND SIMULATION

Magnetron Synchronization with Resonator and Antenna in Free Space	46
<i>Igor Ivanov, Aleksandr Kurushin</i>	
What is an Autoranging Power Supply?	50
<i>Bob Zollo</i>	
A Creation of SPICE Models of Magnetic Components with use of AccuSim II and Eldo Systems	54
<i>Yurii Zlokazov, Yurii Klimanskiy, Andrey Lohov, Aleksey Rabovoluyk</i>	
Additional Appendices for OrCAD	62
<i>Anatolii Sergeev</i>	

EVENTS

Conference on the Russian Market of Microelectronics: the Way is Necessary Long	68
The Results of the International MEMS-Forum 2013	72
Interlight Moscow Exhibition	74
The First Works in the USSR in the Field of VHF. To the 90 Anniversary of Creation of the Central Radio Laboratory in Leningrad	76
<i>Vladimir Bartenev</i>	
IECQ CAP Wages War Against Counterfeit Components	80

Содержание 7/2013

РЫНОК

- 4 **Новости российского рынка**
- 8 **Компании «ЭСТО-Вакуум» исполняется 10 лет!**
- 10 **Современные САПР снова на марше!**

СОВРЕМЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

- 14 **Современные тенденции развития статистических методов управления качеством продукции**
Александр Сафонов, Леонид Сафонов
- 20 **Как тестировать цифровую электронику?**
Алексей Иванов
- 22 **Z-сенсоры – перспективное направление развития полупроводниковой микроэлектроники**
Владислав Зотов, Полина Миронова

ЭЛЕМЕНТЫ И КОМПОНЕНТЫ

- 26 **Современные 32-разрядные ARM-микроконтроллеры серии STM32: порты общего назначения GPIO**
Олег Вальпа
- 30 **Портирование стека Keil RL-TCPNet на микроконтроллер MDR32F9Q2I**
Андрей Шаронов, Равиль Бикметов
- 34 **Высоковольтные реле и контакторы фирмы Gigavac**
Андрей Лахно

ПРИБОРЫ И СИСТЕМЫ

- 42 **Цифровые измерители мощности серии 66200**
Сергей Гудков, Ангелина Шадейко

ПРОЕКТИРОВАНИЕ И МОДЕЛИРОВАНИЕ

- 46 **Синхронизация магнетронов с выводом энергии в свободное пространство**
Игорь Иванов, Александр Курушин
- 50 **Что такое источник питания с автоматическим выбором диапазона?**
Боб Золло
- 54 **Создание SPICE-моделей магнитных компонентов с использованием систем AccuSim II и Eldo**
Юрий Злоказов, Юрий Климанский, Андрей Лохов, Алексей Рабоволюк
- 62 **Дополнительные приложения для OrCAD**
Анатолий Сергеев

СОБЫТИЯ

- 68 **Конференция по российскому рынку микроэлектроники: путь предстоит длинный**
- 72 **Итоги международного МЭМС-Форума 2013**
- 74 **Выставка Interlight Moscow**
- 76 **Первые работы в СССР в области УКВ. К 90-летию создания Центральной радиолоборатории в Ленинграде**
Владимир Бартнев
- 80 **МЭК против контрафакта**

ПОДПИСКА НА ЖУРНАЛ

Число бесплатных подписчиков журнала «Современная электроника» неуклонно растёт, соответственно растёт и число рассылаемых по почте журналов. Безусловно, нам приятно осознавать рост читательского интереса к нашему журналу. Но вместе с тем, всё больше подписчиков сообщают нам о фактах пропажи журнала на почте или из почтового ящика.



Редакция гарантирует только отправку журнала бесплатному подписчику, но не может гарантировать его доставку.

Риск пропажи журнала можно уменьшить. Во-первых, можно обратиться в отдел доставки вашего почтового отделения и оформить получение журнала до востребования. Во-вторых, можно оформить платную подписку на журнал, и в этом случае почта будет нести ответственность за его доставку.

ПЛАТНАЯ ПОДПИСКА

Преимущества:

- подписаться может любой желающий, тогда как бесплатная подписка оформляется только для специалистов в области электроники. Поступающие в редакцию подписные анкеты тщательно обрабатываются, и часть их отсеивается;
- журнал будет гарантированно доставлен, тогда как при бесплатной подписке редакция гарантирует только отправку, но не доставку журнала;
- эту подписку могут оформить иностранные граждане.

«Роспечать»

Оформить платную подписку можно в почтовом отделении через агентство «Роспечать». Тел.: (495) 921-2550. Факс: (495) 785-1470

Подписаться можно как на 6 месяцев, так и на год. Подписные индексы по каталогу агентства «Роспечать»:

на полугодие – **46459**, на год – **36280**.

Кроме того, можно оформить платную подписку через альтернативные подписные агентства.

«Агентство «ГАЛ»»

Тел.: (495) 981-0324, (800) 555-4748
<http://www.setbook.ru>

«Интер-Почта-2003»

Тел./факс: (495) 500-0060; 788-0060
interpochta@interpochta.ru
<http://www.interpochta.ru>

«Урал-Пресс»

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

Читатели из дальнего зарубежья

могут оформить подписку через агентство

«МК-Периодика»

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

Новости российского рынка

СОБЫТИЯ

20-летний юбилей «Аргуссофт Компани»



7 августа 2013 года в отеле Холидей Инн Сокольники компания «Аргуссофт Компани» отмечала 20-летие дистрибуторской деятельности на рынке электронных компонентов.

Торжественный приём был организован на самом высоком уровне. В фойе для гостей был организован коктейль-приём, а для любителей спорта опытные инструкторы проводили мастер-классы по мини-гольфу.

Праздничная программа прошла в дружественной семейной атмосфере – поздравления от партнёров по бизнесу и ответные слова благодарности руководства Аргуссофт. Особенно порадовали своими креативными поздравлениями-выступлениями сотрудники различных подразделений «Аргуссофт Компани» – видеоколлаж «Матрицы» в оригинальной озвучке был отмечен шквалом аплодисментов.

Впрочем, подарки достались не только юбиляру. Появление на сцене Максима Леонидова сопровождалось овациями. Уже давно ставшие шлягерами музыкальные композиции в исполнении Леонидова зал поддержал зажигательными танцами в стиле рок-н-ролла.

Не обошлось и без информационных сюрпризов.

Было объявлено о создании новой компании – «Компонент Трейдинг», вошедшей в группу компаний «Аргуссофт», и о назначении Соловьёва Алексея Николаевича на позицию директора по стратегическому развитию ГК «Аргуссофт».

В свою очередь Алексей Николаевич поделился информацией о том, что компания «Аргуссофт» в августе этого года подписала дистрибуторское соглашение с ком-

панией Nesscap (Южная Корея), производителем суперконденсаторов (ионисторов). Кроме того, в настоящее время в завершающей стадии находятся переговоры о дистрибуции с рядом известных производителей полупроводников. Результаты этих переговоров будут обнародованы в сентябре 2013 года – следите за новостями.

20 лет компании «Миландр»

В 2013 году отмечает свой 20-летний юбилей компания «Миландр» – ведущий российский разработчик и производитель интегральных микросхем современного технологического уровня.

Компания была создана в 1993 году в городе Зеленограде.

За два десятилетия «Миландру» удалось сделать очень многое. Сегодня компания располагает собственным центром проектирования, выполняющим все этапы, необходимые для создания конкурентоспособных интегральных микросхем: от идеи заказчика – до серийного производства. В арсенале «Миландра» – новое сборочно-измерительное производство, оснащённое высокотехнологичным оборудованием от ведущих мировых компаний-производителей, а также испытательный технический центр микроприборов, обеспечивающий дизайн-центр необходимыми измерениями, тестовыми данными, съёмными параметрами. Ежегодное преумножение научно-технического потенциала и обретение нового опыта ведёт к постоянному улучшению технических и потребительских характеристик выпускаемых интегральных микросхем.

Компания располагает мощной инфраструктурой, занимает стабильное положение и устойчива в финансовом плане.



«Миландр» обладает доверием партнёров и заказчиков, что позволяет уверенно смотреть в будущее и знать, что последующие годы станут ещё более насыщенными, полными событий и новых достижений.

ПРОСОФТ открывает склад СВЧ-компонентов CREE

В результате переговоров с представителем американской компании CREE была достигнута договорённость об открытии первого в Европе склада по СВЧ-компонентам CREE.

Склад начал свою работу в полном объёме с 1 мая 2013 года. Теперь у заказчиков компании ПРОСОФТ появилась уникальная возможность приобретать данную продукцию напрямую в Москве, что значительно сокращает сроки доставки.

Речь идёт о наиболее популярных позициях, которые не подпадают под экспортное лицензирование США. Став первой компанией в восточном полушарии, получившей право на создание склада ведущего мирового производителя СВЧ-компонентов, ПРОСОФТ может отгружать необходимое оборудование максимум за несколько дней.

«Открытие такого склада – действительно знаковое событие для отрасли. Часто российским заказчикам СВЧ-продукции американского производства приходилось мириться с продолжительными сроками поставки компонентов, а иногда с проблемами на таможне или иными неудобствами. Совместно с компанией CREE мы сделали ещё один серьёзный шаг навстречу нашим заказчикам, чему очень рады!» – комментирует руководитель отдела дистрибуции электронных компонентов ПРОСОФТ Александр Балакирев.

Получить дополнительную информацию по заказу СВЧ-компонентов компании CREE со склада в Москве можно у менеджеров отдела дистрибуции по телефону (495) 232-2522.

Элементы и компоненты

СВЧ-экраны для печатных плат

Компания PCB technology предлагает поставку высококачественных СВЧ-экранов для монтажа на печатную плату.

Десятки заказчиков, которые раньше пытались собственными силами изготавливать экраны для своих радиочастотных схем, теперь имеют возможность получить продукт, придающий их изделиям превосходный «фирменный» внешний вид и улучшающий удобство их настройки (за счёт применения съёмных пружинных крышек).

Основное назначение предлагаемых экранов: экранирование электромагнитных

полей и защита от наводок и помех в высокочастотных схемах.

Для изготовления СВЧ-экранов применяются различные материалы: сталь, латунь, нержавеющая сталь или сплав С770 (Нейзильбер) толщиной от 0,1 до 0,5 мм.

Экран, как правило, состоит из рамки (обечайки) и пружинной крышки. На обечайке снизу могут быть выполнены штырьки для фиксации на печатной плате. Сверху на обечайке можно сделать планку, позволяющую устанавливать экраны из поддонов на плату.

Экраны стандартного типоразмера или нестандартной конструкции можно зака-



зать, передав специалистам компании PCB technology чертежи или трёхмерную модель в формате AutoCAD, Solid и др.

Варианты исполнения и стандартные типоразмеры можно посмотреть на сайте компании PCB technology – www.pcbtech.ru.

Более подробную информацию можно получить по бесплатному телефону (800) 333-97-22.

Новости российского рынка

Синтезатор частот 6–12 ГГц

ООО «АДВАНТЕХ» (Advantex), российский разработчик и производитель СВЧ-узлов и систем, представляет новый синтезатор частот – LNO-06M-RF. Анонсируемый синтезатор отличается малым шагом перестройки частоты, небольшими габаритными размерами и возможностью выбора произвольной частоты внешнего опорного сигнала. Прибор основан на синтезе частот с фазовой автоподстройкой (ФАПЧ).



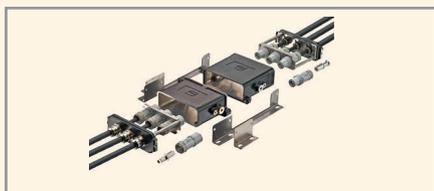
Основные характеристики:

- диапазон частот 6...12 ГГц;
- шаг перестройки < 0,001 Гц;
- фазовый шум –103 дБн/Гц при отстройке 10 кГц @ 9 ГГц;
- выходная мощность +3 дБм;
- неравномерность уровня 3 дБп-п;
- регулировка фазы 360°;
- интерфейс управления SPI;
- габаритные размеры (В × Ш × Г) – 12,5 × 87,5 × 105,0 мм.

www.advantex.ru
Тел.: (495) 721-4774

Соединители Han® 24 HPR EasyCon от HARTING

Новый соединитель Han® 24 HPR EasyCon, отличающийся простотой сборки и надёжностью конструкции, идеально подходит для применения на железнодорожном транспорте.



Сегодня почти все отрасли промышленности требуют простых, быстрых и надёжных решений для подключения различного электрооборудования. Железнодорожный сектор не является исключением. Использование подключаемых двигательных установок в последнее время становится всё более популярным решением для подвижных составов ж/д транспорта. Силовые соединители, при помощи которых реализуется подобное подключение, должны удовлетворять повышенным требованиям, таким как защита от вибраций, быстрое и простое подключение, надёжность рабо-

ты, защита от вредных факторов окружающей среды и помех.

Компания HARTING представила новый соединитель Han® 24 HPR EasyCon, который оптимально удовлетворяет жёстким требованиям для эксплуатации на железнодорожном транспорте. Отличительной особенностью изделия является простота сборки и надёжность конструкции.

Изделие разработано на основе корпусов серии 24 В Han® HPR. Разделение корпуса на основную часть и отсоединяемую крышку приводит к открытости системы, что значительно упрощает сборку, позволяя получить существенное преимущество, особенно для экранированных кабелей.

Han® 24 HPR EasyCon обеспечивает легкий доступ для работы с кабельной оплёткой, а также для закрепления её внутри соединителя благодаря кабельным зажимам. Для фактической передачи энергии используются контакты для больших токов – Han® HC Modular 350 или Han® HC Modular 650.

Компактный дизайн корпуса Han® 24 HPR EasyCon имеет вполне вместительное пространство для расположения проводников – первоочередное требование в секторе железнодорожного транспорта. Диапазон рабочих температур для соединителя составляет –40...+125°C.

Получить более подробную информацию и заказать продукцию HARTING можно через официального дистрибьютора на территории России – компанию ПРОСОФТ.

www.prosoft.ru
Тел.: (495) 234-0636

Crane Aerospace & Electronics: модернизированные DC/DC-преобразователи серии SMTR

Компания CRANE Aerospace & Electronics, поставляющая продукцию под торговой маркой Interpoint™, провела модернизацию популярных DC/DC-преобразователей серии SMTR.



В результате проведённой работы уменьшены влияния каналов друг на друга у моделей с двумя выходными каналами, например, для модели SMTR2815D этот параметр составляет 8%. Порог выходного тока при срабатывании защиты от перегрузки по току повышен до 140% (ранее был 125%). Максимальная емкостная на-

грузка для одноканальных и двухканальных моделей составляет 3000 мкФ. Типичные значения пульсации выходного напряжения для двухканальных моделей SMTR2805D и SMTR2812D составляют 20 и 30 мВ (от пика до пика) при температуре +25°C. В результате проведённых испытаний подтверждено высокое значение радиационной стойкости в области дозовых эффектов: значение поглощённой дозы составляет 100 крад (Si) при мощностях дозы более 250...500 крад (Si)/с и при мощностях дозы ионизирующего излучения менее 30 мрад (Si)/с (ELDRS, Enhanced Low Dose Rate Sensitivity).

Предлагаются модели со значениями поглощённой дозы 30 и 100 крад (Si), обеспечивающие гарантированное отсутствие одиночных эффектов от воздействия одиночных заряженных частиц с ЛПЭ (линейные потери энергии) более 40 МэВ·см²/мг.

Радиационно-стойкие модули серии SMTR могут применяться в аппаратуре низкоорбитальных и геосинхронных космических аппаратов, космических зондах для исследований дальнего космоса.

Заказать продукцию компании Crane Electronics можно у официального представителя в России - компании ПРОСОФТ.

www.prosoft.ru
Тел.: (495) 234-0636

Модуль активной защиты DC/DC-преобразователей в соответствии с DEF-STAN-61-5

Компания XP Power представляет модуль фильтрации и защиты от перенапряжений – DSF226, специально разработанный для применения в сетях постоянного напряжения 28 В оборонного оборудования.



Герметизированный модуль, выполненный в металлическом корпусе, способен обеспечить на выходе мощность до 200 Вт, а по стойкости к воздействиям импульсов напряжений соответствует требованиям военного стандарта DEF-STAN-61-5 part 6 (issue 6) (Великобритания). DSF226 также соответствует международно признанным стандартам MIL-STD-1275A-D, DEF-STAN-59-411 и MIL-STD-461C, регламентирующим уровни излучаемых помех и показатели стойкости к воздействию импульсных помех. Обеспечивается активное подавление

Новости российского рынка

Элементы и компоненты

ние перенапряжений при полной мощности 200 Вт во всём диапазоне рабочих напряжений от 15 до 33 В, включая кратковременные просадки напряжения до 10 В с длительностью 1 с. Выходной канал отслеживает входное напряжение и фиксирует его при 36 В.

Модуль DSF226 способен функционировать в диапазоне температур $-46...+100^{\circ}\text{C}$ на основании корпуса. Выходной сигнал превышения температуры корпуса может использоваться для управления в законченном оборудовании либо отключать выход фильтра.

DSF226 может применяться совместно с DC/DC-преобразователями серий MTC, QSB и ICH, а также предусмотрена возможность объединения с преобразователями серий J (диапазон входного напряжения 4:1) для обеспечения разнообразных выходных каналов.

Габаритные размеры модуля $56,1 \times 36,8 \times 12,9$ мм.

Масса составляет 75 г.

www.prosoft.ru
Тел.: (495) 234-0636

Вариации DC/DC-преобразователей типа POL серии MFP

Crane Electronics, Inc, поставляющая продукцию под торговой маркой Interpoint™, объявила о начале выпуска DC/DC-преобразователей типа POL (Point-Of-Load) серии MFP (Maximum Flexibility Power в корпусе со штыревыми выводами и крепёжными фланцами).

Преобразователи серии MFP, предназначенные для установки рядом с нагрузкой, обеспечивают максимальную гибкость благодаря обширному набору функциональных возможностей. Они разработаны для формирования стабильного напряжения в широком диапазоне температур $-55...+125^{\circ}\text{C}$.

Диапазон выходных напряжений от 0,64 до 3,5 В и ток нагрузки 7 А при входных напряжениях от 3 до 6 В.

Основные характеристики:

- диапазон входных напряжений от 3 до 6 В;
- максимальная длительность 15-вольтового импульса напряжения 1 с;
- нет гальванической развязки между входными и выходными цепями;

- фиксированная частота преобразования – от 280 до 330 кГц;
- несколько предусмотренных выходных напряжений в диапазоне от 0,64 до 3,4 В;
- защита от перенапряжения, короткого замыкания и низкого входного напряжения (отключается при значении входного напряжения 2,75 В);
- КПД до 92%;
- функции дистанционного включения/выключения, внешняя синхронизация (частота от 270 до 340 кГц или 400 кГц), равномерное распределение тока при параллельной работе модулей;
- встроенные помехоподавляющие фильтры на входе и выходе, в результате чего нет необходимости в применении дополнительных внешних компонентов;
- габаритные размеры $30,48 \times 30,48 \times 8,79$ мм.



www.prosoft.ru
Тел.: (495) 234-0636

LUMINEO

POWERED BY ВЕНЕК

ДИСПЛЕИ ДЛЯ

от -50°C

О Ф И Ц И А Л Ь Н Ы Й Д И С Т Р И Б Ы Ю Т О Р

PROSOFT®

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

Реклама
© СТА-ПРЕСС

На правах рекламы

Новости российского рынка

Приборы и системы

Ультраширокие ЖК-дисплеи серии Spanixel с диагональю 36,98" и 37,7"

Компания LITEMAX расширила семейство ультрашироких дисплеев серии Spanixel, предназначенных для применения в системах Digital Signage: локальные цифровые видеосети, используемые для демонстрации мультимедийной рекламы и информационных сообщений.

Новые дисплеи SSD3625-ENB-G01 и SSF/SSH3725 являются моделями с ультрашироким экраном – размер диагонали 36,98" и 37,7" соответственно. Светодиодная подсветка обеспечивает яркость 1000 кд/м², что позволяет считывать изображение при прямом солнечном освещении.

Предлагаются модификации с различными платами управления (AD2662GD, AD2662GDVAR), обеспечивающими работу от разнообразных источников видеoinформации – VGA, DVI, CVBS, S-Video.

Встроенный источник питания (неизолированный) обеспечивает питание от сети постоянного тока 12 В (для модели SSD3625-ENB-G01).



Основные характеристики:

- ультраширокий экран (соотношение размеров сторон 16:2,2 и 16:3,8);
- рабочая площадь экрана 930,2 × 129,8 и 930,2 × 222,9 мм;
- высокая яркость 1000 кд/м²;
- контрастность 7000:1;
- разрешение 1920 × 268 и 1920 × 460 пикселей;
- шаг пиксела 0,4845 × 0,4845 мм;
- широкий угол обзора 176° (в горизонтальной и вертикальной плоскостях);
- количество отображаемых цветов 16,7 млн;
- время электрооптического отклика 5 мс;
- низкая потребляемая мощность 36 Вт (для SSD3625-ENB-G01) и 50/55 Вт (SSF3725/SSH3725);

- высокая равномерность свечения экрана 90%;
- широкий диапазон регулировки яркости обеспечивает высокую энергоэффективность;
- длительный срок службы;
- габаритные размеры 967,6 × 166,2 × 58,0 мм (SSD3625) и 965 × 257 × 24; мм (SSF/SSH3725).

Дисплеи предназначены для применения на предприятиях общественного транспорта, в выставочных залах, универсальных магазинах, торговых автоматах и других промышленных приложениях.

www.prosoft.ru
Тел.: (495) 234-0636

ЖЁСТКИХ УСЛОВИЙ

до +85°C



Основные свойства электролюминесцентных дисплеев:

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

Области применения:

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

LUMINEQ
POWERED BY BENEQ

КОМПАНИИ BENEQ (LUMINEQ)

С.-ПЕТЕРБУРГ Тел.: (812) 448-0444 • info@spb.prosoft.ru • www.prosoft.ru



Реклама

Компании «ЭСТО-Вакуум» исполняется 10 лет!



Для «ЭСТО-Вакуум» 2013 год – юбилейный. Компания была образована в 2003 году в г. Зеленограде – центре электронной промышленности России. За прошедшее десятилетие «ЭСТО-Вакуум» проделала нелёгкий путь становления, развития и преобразования.

Компания «ЭСТО-Вакуум» была создана группой технических специалистов, которые в 90-е годы занимались модернизацией старых вакуумных машин. Основная цель собравшейся команды – разработка принципиально нового поколения вакуумных установок для напыления, травления и осаждения различных материалов.

К 2005 году основателями компании «ЭСТО-Вакуум» была спроектирована первая серия высокотехнологичного автоматизированного вакуумного оборудования «Caroline» – 11 единиц оборудования классифицировались по трём типам: нанесение, травление и плазмохимическое осаждение.

На установках «Caroline» реализуются следующие процессы:

- напыление любых резистивных плёнок;
- напыление металлов, в том числе тугоплавких и магнитных;
- напыление различных соединений металлов, нитридов, оксидов;
- нанесение диэлектрических слоёв;
- травление резистивных плёнок, плёнок металла, диэлектрических слоёв; драгоценных металлов;
- осаждение разных типов плёнок (диэлектриков и металлических плёнок).

С 2006 года данная серия оборудования успешно реализуется в различные регионы России и за рубежом.

В 2010 году компания начинает расширять свои направления деятельности и переходит от выпуска вакуумного оборудования к комплексным проектам. Комплексный подход позволил повысить эффективность построения высокотехнологичного производства и исключить проблемы и неточности на всех этапах.

Совместно с партнёрами и ведущими российскими НИИ компания принимала участие в оснащении участков и целых заводов в Китае, например, Angstrom Overseas (г. Пуянью), НИИ Оптоэлектроники (г. Чунцин) и НИИ Электронной техники (г. Нанкин).

В России компания «ЭСТО-Вакуум» выполняла проекты по созданию участков гибридных интегральных микросхем (ГИС) и тонких плёнок, а также опытных цехов микроэлектроники для таких предприятий, как ВНИИЭФ, РПКБ, Ижевский механический завод.

Многолетний опыт разработки и использования вакуумно-технологического оборудования позволил выработать рекомендации по комплектации специализированного вакуумного участка. Используемые установки об-



**Челапкин Данил Геннадьевич,
генеральный директор ООО «ЭСТО-Вакуум»**

ладают высокой степенью унификации, которая позволяет экономить на эксплуатационных расходах. Все установки имеют модификации для встраивания их в чистые комнаты.

Ещё одним из ключевых направлений деятельности компании является сервисное обслуживание. В 2010 году «ЭСТО-Вакуум» создала сервисную службу, осуществляющую квалифицированное сервисное обслуживание оборудования научно-производственных предприятий. Параллельно была разработана эффективная система технической и технологической поддержки клиентов, позволяющая решать возникающие вопросы на всех этапах жизненного цикла. Специалисты сервисной службы постоянно повышают квалификацию, проходя ежегодное обучение и аттестацию.

Компания «ЭСТО-Вакуум» осуществляет весь комплекс работ по сервисному обслуживанию:

- устранение неполадок и ремонт оборудования, предоставление аналогичного оборудования на время простоя;
- восстановление, очистка и замена изношенных деталей;
- тестирование оборудования;
- течеискание;



- модернизация оборудования и комплектовующих по требованию заказчика;
- идентификация компонентов и их замена, разработка новых узлов;
- подбор и оснащение оптимальным набором оборудования для устранения проблемы на производстве.

В 2011 году компания приступила к разработке трёх новых серий вакуумного оборудования.

«Solvac» – серия вакуумного высокотехнологичного оборудования, предназначенного для нанесения тонких плёнок в вакууме на крупногабаритные и объёмные изделия.

На установке «Solvac» осуществляются следующие процессы:

- нанесение различных плёнок (оптические, упрочняющие, декоративные покрытия);
- нагрев изделий до заданной температуры, контроль и поддержание температуры в процессе нанесения слоёв;
- подготовка изделий методом ионного травления;
- автоматическое выполнение всего технологического цикла.

«Irida» – серия кластерного вакуумного оборудования, которая реализует процессы вакуумного ионно-плазменного нанесения, травления и очистки изделия.

На установке «Irida» осуществляются следующие процессы:

- нанесение различных покрытий, функциональных слоёв и тонкоплёночных структур с заданными (регулируемыми) физико-химическими свойствами;
- очистка, модификация и имплантация поверхности различных материалов с целью придания им требуемых физико-химических свойств;
- высокоразрешающее (с субнанометровым разрешением) травление и проявление различных материалов в маршрутах современной фотолитографии и наноимпринт литографии;
- глубокое реактивное ионное травление в маршрутах микро- и наноприборов с трёхмерной интеграцией.

«Antares» – серия вакуумного оборудования, которая включает нестандартные вакуумные установки, сделанные по индивидуальному проекту заказчика на основе типовой модели.

Новые разработки вакуумного оборудования были финансово поддержаны со стороны компании «РОСНАНО»,



проект получил название «Расширение выпуска вакуумных установок для ионно-плазменного нанесения и травления микро- и наноструктур». Дополнительно была определена ещё одна цель – создание Центра технологических услуг (ЦТУ) на базе производственных мощностей компании «ЭСТО-Вакуум». И весной 2012 года на территории компании был открыт ЦТУ, оснащённый участками вакуумного и измерительного оборудования, участком фотолитографии. Центр услуг предлагает клиентам мелкосерийный выпуск изделий, отработку технологий и получение опытных образцов. Преимущества данного Центра в том, что заказчик не тратит деньги на покупку и обслуживание оборудования, а переносит свой технологический процесс на производственные площади «ЭСТО-Вакуум».

Возможности ЦТУ.

1. Отработка технологий:

- запуск технологического процесса по ТЗ заказчика;
- получение опытных образцов;
- разработка технологии по задаче заказчика.

2. Технологические услуги:

- нанесение различных покрытий;
- металлизация различных поверхностей;
- напыление любых резистивных плёнок;
- травление меди, золота, серебра, платины.

3. Сдача оборудования в аренду:

- мелкосерийный выпуск;
- проведение технологического процесса (аренда машины плюс оператор);
- полный цикл производства изделия.

Компанией «ЭСТО-Вакуум» созданы два дочерних предприятия: «Перспективные Плазменные Технологии» – для R&D деятельности и «Технокластер» – для реализации проекта по оказанию

услуг на кластерном оборудовании в Технопарке г. Саров.

Производственные мощности компании «ЭСТО-Вакуум» позволяют выпускать до 50 серийных установок в год и вести одновременно до 20 нестандартных проектов. Специалисты компании обеспечивают полный жизненный цикл оборудования: проект, производство, инсталляция и сервис. Любое оборудование проходит трехстадийный этап проверки в лаборатории компании.

«ЭСТО-Вакуум» обладает компетенцией для работы с наукоёмкими производствами. Постоянно ведутся научно-исследовательские и опытно-конструкторские работы, достижения которых помогают совершенствовать выпускаемое оборудование в соответствии с последними разработками в науке и технике.

Сотрудники «ЭСТО-Вакуум» ежегодно принимают участие в разнообразных научных и промышленных конгрессах и выставочных мероприятиях. На счёту компании несколько патентов в области актуальных разработок.

Сегодня «ЭСТО-Вакуум» – это:

- около 100 высококвалифицированных специалистов;
- свыше 500 клиентов;
- более 100 проектов различного типа;
- разработка и выпуск четырех серий высокотехнологичного вакуумного оборудования;
- Центр технологических услуг, оснащённый участками вакуумного и измерительного оборудования, участком фотолитографии;
- 10 лет успешной работы в наукоёмких отраслях.

ООО «ЭСТО-Вакуум»

124460, Москва, г. Зеленоград,
проезд 4806, д. 4, стр. 1

Тел./факс: +7 (499) 710-6000,
(499) 710-6011

E-mail: marketing@esto-vacuum.ru
www.esto-vacuum.ru

Современные САПР снова на марше!

С появлением первого персонального компьютера начался обратный отсчёт эры циркуля и кульмана. Сегодня невозможно представить современного инженера-разработчика без знаний азов систем автоматизированного проектирования (САПР или EDA). Поделитесь своим видением российского рынка САПР мы попросили генерального директора ЗАО «НПП «Родник» – Кириллова Юрия Викторовича.

Помнится, лет двадцать назад разработчики трудились на ППП P-CAD-5.0 (Пакет прикладных программ). Как эволюционировала отрасль на сегодняшний день?

Отрасль САПР развивается параллельно с современными техническими достижениями. В своей работе мы встречались и с ещё более ранними версиями программы P-CAD-4.5. Но в настоящее время, когда данное ПО уже снято с производства, на смену ему пришли современные мощные системы. Разработчикам они дают возможность не только спроектировать печатную плату, но и произвести различные расчёты, позволяющие ещё на этапе проектирования устранить возникшие ошибки.

Что сегодня представляет собой САПР?

Современная САПР – это целый комплекс программ, позволяющий разработчику в полной мере реали-

зовать свои идеи. Для этого система должна быть удобной, масштабируемой, иметь все необходимые инструменты для проектирования печатной платы, а также дополнительные модули для различного рода расчётов – электромагнитных, тепловых и т.д.

Насколько сегодня актуальна проблема «серого» софта?

К сожалению, проблема нелегального использования ПО в России остаётся актуальной и рынок САПР здесь не исключение. Однако положительные изменения всё-таки наблюдаются. Всё больше руководителей компаний предпочитают официально приобрести необходимое для них ПО и «спать спокойно». И результат налицо – легальных пользователей становится больше, а количество пиратов медленно, но неуклонно уменьшается. Разумеется, бороться с нелегальным использованием ПО необхо-

димо – мало того, что это незаконно, применение подобного «серого» ПО на предприятии может и самому этому предприятию принести миллионные убытки – ведь никто не поручится, что купленное по случаю ПО будет работать корректно. Замечу, что наши поставщики, такие как компании Altium и AWR, очень активно и, главное, успешно ведут борьбу с пиратством.

Какими цифрами можно охарактеризовать рынок САПР?

Мировой рынок САПР преодолел последствия спада в 2009 г. и активно развивается. По данным наших аналитиков, его объём превысил \$6 млрд. Лидерами рынка по-прежнему являются компании Cadence, Mentor Graphics и Synopsys, предлагающие средства проектирования СБИС, в том числе и систем на кристалле. Что касается российского рынка, то здесь мы отмечаем резкий рост продаж ПО Altium, который продолжается уже четвёртый год.

Что сейчас востребовано в мире? В Европе? На российском рынке? Какими САПР пользуются отечественные разработчики электроники? Почему?

В мире наиболее известны САПР электронных устройств компаний Cadence, Mentor Graphics, Zuken, Altium и Synopsys. При этом системы для проектирования печатных плат предлагают только первые четыре компании. В Европе более популярно ПО Cadence, Mentor Graphics и Altium.

У нас в России ситуация иная. В самом начале беседы была упомянута программа P-CAD, которая действительно была самой распространённой на территории России. Но в 2008 году компания Altium сняла данную программу с производства, и на смену ей пришла современная САПР Altium Designer. В настоящее время её используют большинство российских разработчиков. Данная программа востребована по многим причинам – на неё легче всего перейти с программы P-CAD, она имеет очень приличный функционал, русифицирована и позволяет работать по ГОСТу. Кроме того, российские раз-



Кириллов Юрий Викторович, генеральный директор ЗАО «НПП «Родник»

работчики всегда могут получить от нас квалифицированную помощь по внедрению Altium Designer на предприятии и техническую поддержку. Также очень популярны курсы по Altium Designer, которые можно пройти в Учебно-консультационном центре «Родник».

Отмечу также, что компания Altium несколько лет назад открыла представительство в России. Это свидетельствует о серьёзном интересе к России зарубежных производителей САПР.

Можно ли отметить отечественные САПР, представляющие реальный интерес на рынке?

Разумеется, на рынке присутствуют и отечественные САПР, которые представляют интерес для разработчиков. Среди них можно отметить комплекс программ «Асоника», программы ТороR и SimOne. Одной из сильных сторон продуктов отечественной разработки является их адаптация к российскому рынку. Слабых сторон, к сожалению, также хватает, одна из них

связана с периодичностью выхода новых версий ПО.

Десять лет назад немногие компании могли себе позволить приобрести обсуждаемое ПО. Основная причина – цена. Надежды возлагались на помощь со стороны государственных программ. Как сегодня государство относится к участию в совместных проектах? Изменилась ли ценовая политика компаний – производителей САПР?

Стоит отметить, что в последние годы государственные предприятия очень активно приобретают лицензионное ПО. При этом приобретается и дорогостоящее ПО для проектирования СВЧ-устройств, что говорит о выделении государством немалых денег для оснащения предприятий современными средствами разработки электронного оборудования.

Что касается ценовой политики компаний – производителей САПР, то она разная. Многие зарубежные компании не идут на снижение цен на своё ПО, другие это делают. Так, на-

пример, компания Altium несколько лет назад более чем в два раза снизила цену на программу Altium Designer. Данный шаг существенно повлиял на рост продаж компании в России, так как современные средства разработки стали реально доступны сотням предприятий.

Каковы ближайшие перспективы рынка САПР?

Эксперты нашей компании отмечают возросший интерес как к системам проектирования печатных плат, так и к САПР для проектирования СВЧ-устройств, таким как программа Microwave Office компании AWR и программа FEKO компании EMSS. По моему мнению, в ближайшее время активно будут развиваться и системы проектирования интегральных схем. В целом можно говорить о том, что рынок САПР полностью оправился от кризиса и сейчас активно растёт.

*Материал подготовил
Алексей Смирнов*



**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

Новости мира News of the World Новости мира

Promwad получила статус ARM Accredited Engineer

Команда инженеров-программистов компании Promwad успешно сдала экзамен на получение сертификата ARM Accredited Engineer (AAE). Это единственный доступный на сегодня статус в системе оценки инженеров, которые работают с процессорами на базе архитектуры ARM.

Британская корпорация ARM запустила свою сертификационную программу в 2012 году, выделив 12 различных специализаций для оценки инженеров от начального до экспертного уровня, часть из которых будет доступна для сдачи экзамена уже в этом году.

AAE – это сертификат начального уровня, он охватывает программные аспекты архитектуры ARMv7 и уделяет особое внимание процессорам Cortex-A и Cortex-R (дополнительно рассматриваются общие темы, такие как средства программирования). Сертификация AAE рассчитана на разработчиков встраиваемых систем и встроенного программного обеспечения (ПО), которые обладают обширными знаниями в сфере ARM-технологий, исполь-

зуя в своих проектах процессоры для приложений и процессоры реального времени.

Программа подготовки к сертификации ARM Accredited Engineer включает в себя следующие разделы:

- ARM-архитектура – 30%;
- разработка ПО – 30%;
- оптимизация ПО – 15%;
- система – 10%;
- отладка ПО – 8%;
- внедрение – 7%.

Экзамен на получение сертификата проводит известная американская компания Prometric, которая оценивает знания специалистов по критериям образовательных систем многих мировых технологических вендоров, таких как Apple, Microsoft, IBM. Специалисты компании Promwad готовы подтвердить свои знания технологий ARM на уровне Advanced и Specialist, как только эти экзамены будут доступны в аттестационных центрах.

Получение статуса ARM Accredited Engineer не является обязательным для работы над проектами с использованием технологий ARM, однако получение сертификата является дополнительным преимуществом и свидетельствует о высокой квалифи-

кации инженеров дизайн-центра электроники Promwad, который решает задачи заказчика с использованием топовых решений мирового класса: вычислительной архитектуры big.LITTLE, многоядерных процессоров ARMv7, Cortex-A9.

www.promwad.com/ru

Новое решение для временного крепления в производстве 2.5D и 3D интегральных схем

На прошедшей конференции ECTC 2013, компания Dow Corning представила отчет о новом решении для временного крепления кремниевых пластин в производстве 3D полупроводниковых интегральных схем с технологией сквозной металлизации кремния (Through-Silicone-Via/TSV). О данном прорыве сообщил Ранжит Джон (Ranjith John), инженер компании Dow Corning, во время семинара, посвященного 3D-материалам. Он представил работу, проведенную совместно компаниями Dow Corning, мировым лидером в области кремнийорганических соединений, и SÜSS MicroTec, ведущим поставщиком оборудования для производства ИМС.

SHARP

Светодиодные модули

ВЫСОКОКИЙ ИНДЕКС ЦВЕТОПЕРЕДАЧИ

MINI-ZENI



MEGA-ZENI



ZENIGATA



Особенности:

- Использование технологии chip-on-board
- Керамическое основание – хорошие тепловые характеристики
- Индекс цветопередачи: до 94
- Световая отдача: до 100 лм/Вт
- Световой поток: Zenigata – до 540 лм, Mini-Zeni – до 1400 лм, Mega-Zeni – до 5350 лм
- Широкий диапазон рабочих температур: -30...+90°C

Области применения:

- Общее освещение
- Освещение жилых помещений (в т.ч. светодиодные лампы Downlight Spothight)
- Уличное освещение
- Промышленное освещение

ОФИЦИАЛЬНЫЙ ДИСТРИБЬЮТОР SHARP В РОССИИ

PROSOFT[®]

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



Реклама

Новости мира News of the World Новости мира

В своей работе «Бюджетное решение по временному креплению при комнатной температуре с нанесением клея центрифугированием: ключевой фактор корпусирования ИС 2.5D/3D» (Low Cost, Room Temperature Debondable Spin on Temporary Bonding Solution: A Key Enabler for 2.5D/3D IC Packaging) специалисты компаний Dow Corning и SÜSS MicroTec описывают разработку раствора с использованием двухслойного нанесения центрифугированием, которая устраняет необходимость использования специализированного оборудования. Таким образом, данная методика значительно повышает производительность процесса временного соединения и отсоединения, что позволяет снизить совокупные эксплуатационные расходы.

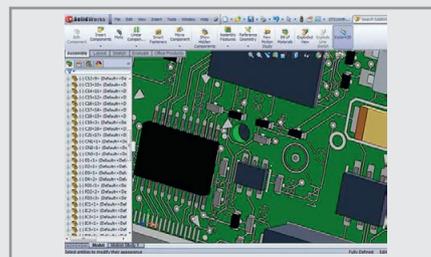
В рамках сотрудничества компании Dow Corning и SÜSS MicroTec смогли разработать раствор для временного соединения, соответствующий всем требованиям TSV-технологии. Объединяя в себе клеевой и разделительный слои, силиконовый материал от Dow Corning оптимизирован для простой технологии нанесения. В связке с оборудованием SÜSS MicroTec общее решение предлагает

преимущества простого соединения с использованием стандартных методов производства. В своём совместном труде компании сообщают о растворе, наносимом методом центрифугирования с разбросом по толщине менее 2 мкм на пластинах диаметром 200 и 300 мм. Соединительный материал обладает высокой химической стабильностью при воздействии ортофосфорной и азотной кислоты, органических растворителей и прочих химических веществ, используемых в производстве TSV. Кроме того, раствор для соединения и соединённые пластины показали хорошую стабильность при воздействии температуры 300°C, стандартной в рамках процесса TSV.

www.ostec-group.ru

Altium выводит систему 3D-моделирования ПП на новый уровень интеграции ECAD и MCAD

Компании Altium и Desktop EDA стали партнёрами для обеспечения разработчиков электроники уникальным решением сочетания ECAD и MCAD, благодаря улучшению интеграции системы проектирования электроники Altium Designer и систем трёх-



мерного твёрдотельного моделирования Dassault SolidWorks, Siemens Solid Edge и Autodesk Inventor.

Это реализовано при помощи созданных настраиваемых приложений Desktop EDA Solidworks Modeler и IDF Modeler, доступных в настоящее время для САПР Altium Designer.

Приложение Solidworks Modeler позволяет напрямую передавать информацию между системами Altium Designer и SolidWorks, работающими на одном ПК. Приложение IDF Modeler позволяет осуществлять экспорт и импорт детальной и полной 3D-модели печатной платы в промышленный стандарт IDF. Соответствующие программы-надстройки также доступны для систем Dassault SolidWorks, Autodesk Inventor и Siemens Solid Edge.

www.globalsmt.net

PHILIPS
LUMILEDS

МОЩНЫЕ СВЕТОДИОДЫ LUXEON

Однородность
цветовых
характеристик

Высокий индекс
цветопередачи

Стабильность
цветовой
температуры

Постоянство
углового распределения
спектра

Постоянство
характеристик
во времени

ОФИЦИАЛЬНЫЙ ДИСТРИБЬЮТОР КОМПАНИИ PHILIPS LUMILEDS

АКТИВНЫЙ КОМПОНЕНТ ВАШЕГО БИЗНЕСА

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

Современные тенденции развития статистических методов управления качеством продукции

Александр Сафонов, Леонид Сафонов (г. Карачев, Брянская обл.)

Методы статистики – именно то средство, которое необходимо изучить, чтобы внедрить управление качеством. Они – наиболее важная составляющая часть комплексной системы всеобщего управления качеством на фирме.

В современном производстве электрических соединителей всё большее значение приобретают статистические методы управления качеством процессов и производимой продукции. Эти методы основаны на использовании статистических (вероятных) закономерностей, имеющих место при повторении часто случающихся событий.

Математической основой статистического контроля качества электрических соединителей служат теория вероятностей и математическая статистика.

В общем случае организация статистического контроля в производстве продукции связана с необходимостью сбора и обработки больших массивов статистических данных о показателях качества продукции, что позволяет оптимально управлять сложными технологическими процессами производства электрических соединителей.

На практике различают два основных вида статистического контроля качества:

1) статистическое регулирование – текущий контроль производственного процесса методами математической статистики;

2) математико-статистические выборочные методы.

Главная цель статистического регулирования – предупреждение брака путём своевременного вмешательства в технологический процесс. Математико-статистические выборочные методы предназначены, как правило, для контроля уже готовой продукции. Они позволяют определять объём брака и источники его возникновения в технологическом процессе или же качественные недостатки и несоответствия в процессе проведения различных видов испытаний.

В настоящее время промышленно развитые страны далеко продвинулись в области управления качеством. разработа-

ны новые системы и инструменты оценки качества. Современная методология контроля, регулирования и управления качеством значительно отличаются от традиционной. Рассмотрим современную концепцию управления качеством продукции и этапы её развития.

Современная концепция обеспечения, регулирования и управления качеством промышленной продукции начала складываться в 20-х годах XX столетия и уже в 30-х годах сформировалась в стройную систему статистического контроля качества. Её задача сводилась к минимизации расходов на контроль качества при условии, что будет получена своевременная достоверная и наглядная информация о фактическом состоянии дел при реализации технологического процесса, обеспечивающего оперативное принятие управленческих решений, направленных на непрерывное поддержание требуемого качества продукции. Оказалось, что, для чёткого функционирования этой системы нужна строгая регламентация статистических методов контроля качества, т.е. наличие соответствующих стандартов. Первым таким документом стал американский военный стандарт MS105D; в соответствии с ним определялся объём выборки, по которому можно судить о качестве всей партии на основании результатов фактического контроля деталей этой выборки.

Очередной этап развития системы статистического контроля наступил в середине 50-х годов, когда английский статистик Дж. Бокс предложил метод эволюционного планирования промышленных экспериментов. В нём сохранились идеи, которые изменили существовавшие взгляды на то, как управлять технологическими процессами. Раньше считалось, что рабочий и мастер всегда знают, как управлять процессом,

но не используют эти знания только из-за отсутствия своевременной информации. В связи с этим система контроля качества должна обеспечиваться своевременно необходимой информацией.

По мере повышения требований к качеству продукции появился новый тезис: выработка оптимального управления столь сложна, что рабочий как правило, не знает, как его найти. Вследствие этого напрашивается вывод: система должна сама вырабатывать импульсы на управляющие воздействия. Это значит, что она должна перестать быть чисто информационной, а стать инструментом текущего управления технологическим процессом. Стабильное поддержание необходимого количества раз и навсегда заданного оптимального режима представляется трудновыполнимым, т.к. в технологическом процессе задействовано большое количество изменяющихся факторов и к тому же задача управления заключается не в стабилизации, а в непрерывной адаптации режима. Получается, что в ходе процесса производится не только продукция, но и вырабатывается информация о текущем состоянии основных параметров процесса.

В середине 60-х годов в Японии появились собственные разработки системы управления качеством продукции, которые были внедрены во всех производственных структурах. В настоящее время они являются передовыми разработками, а именно: засекреченный до недавнего времени новый метод, называемый структурированием функции качества (Quality Function Deployment). Для разработки конкурентоспособной продукции весь мир широко применяет комплекс методов, известный под названием «Методы Тагути», по имени их создателя Г. Тагути.

Для первоначального сбора и анализа информации применяются так называемые 7 простых методов, которыми обязаны владеть абсолютно все работники предприятия «от уборщицы до генерального директора» и которые позволяют решать от 50 до 95% всех возникающих проблем. Эти методы



Ростех

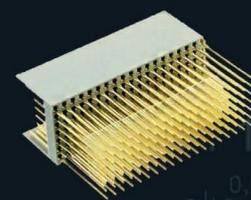
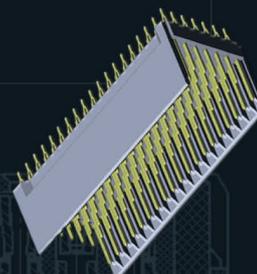
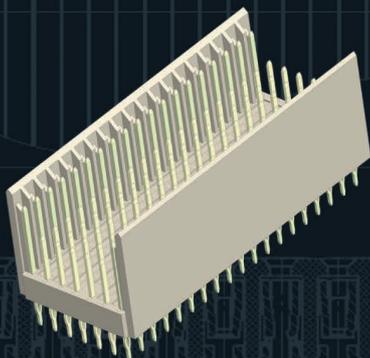
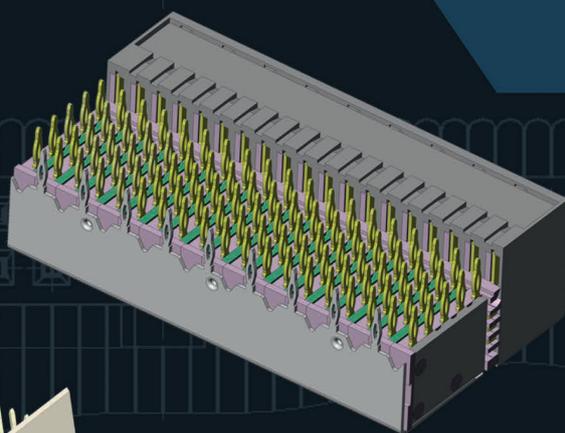
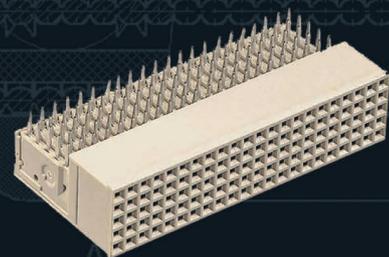
РАДИОЭЛЕКТРОННЫЕ
ТЕХНОЛОГИИ



ЭЛЕКТРОДЕТАЛЬ

ЗАВОД

ОАО «Карачевский завод «Электродеталь»
242500, Россия, Брянская область,
г. Карачев, ул. Горького, д.1
тел.: 8 (48335) 2-01-70
факс 8 (48335) 2-00-82; 2-00-46
e-mail: inbox@elektrodetal.com
www.elektrodetal.com



Основанный в 1958 году, «Карачевский завод «Электродеталь» – лидер в производстве прямоугольных электрических соединителей на территории России. Ассортиментный ряд включает в себя соединители более 22 000 различных типов конструкций для специальной и общегражданской техники.

Мы готовы рассмотреть предложения:

- по освоению сложных и наукоемких разработок не только любых типов соединителей, но и других электротехнических изделий;
- по изготовлению высокоточных деталей из алюминиевых и медных сплавов методом литья под давлением весом детали до 1 кг, объемом переработки 500 т;
- по изготовлению пластмассовых деталей из термореактивных материалов весом до 1 кг, термопластичных до 150 г;
- по гальваническому покрытию: объем ванн в линиях 1 м куб., виды покрытий драгметаллами (в том числе локальные), цинкование, никелирование, хромирование, кадмирование, покрытие олово-висмут и другие;
- по изготовлению высокоточной оснастки (пресс-формы, литейные формы, штампы, мерительный и режущий инструмент) и специального технологического оборудования;
- по высокоточной штамповке мелких деталей;
- по точению деталей до диаметра 20 мм.

используются на многих предприятиях России, но не систематически и не на уровне рабочих-исполнителей.

Для анализа более сложных производственных ситуаций целесообразно применять 7 новых методов решения проблем, которыми обязаны пользоваться все менеджеры высшего уровня предприятия. К сожалению, эти методы практически не применяются на отечественных предприятиях.

И, наконец, новейшие изобретения управленческой мысли – бенчмаркинг и реинжиниринг. Бенчмаркинг – это систематическое сопоставление тех или иных элементов собственной деятельности с лучшими аналогами в целях их совершенствования. Реинжиниринг – это методология революционной перестройки предприятия в целях прорыва на новые уровни конкурентоспособности. Эти два инструмента стали активно использоваться в ОАО «Карачевский завод «Электродеталь».

Рассмотрим более подробно обозначенные инструменты влияния на качество продукции. Итак, по утверждению специалистов, отмечается, что от 50 до 95% проблем в области качества продукции может быть успешно решено с помощью 7 простых инструментов статистического управления процессами:

- 1) контрольные листки;
- 2) гистограммы;
- 3) диаграммы Парето;
- 4) причинно-следственные диаграммы Исикава;
- 5) точечные диаграммы (разброса или облако, поля корреляции);
- 6) стратификация – расслоение данных;
- 7) контрольные карты.

Каждый из этих инструментов может применяться в любой последовательности в зависимости от конкретных решаемых задач. Эти инструменты должны применять все работники предприятия, т.к. на качество продукции влияют все без исключения. В дополнение к этому, звенья системы управления качеством, от которых зависят инженерные решения, должны использовать более сложные инструменты статистического контроля:

- анализ петли качества до запуска в производство и после, с момента его начала (off-line и on-line);
- анализ соотношения сигнал – шум;
- расчёт и анализ функции потери качества;
- расчёт и анализ индексов воспроизводимости и т.д.

Более сложные статистические инструменты позволяют эффективно создавать изделия с высокой устойчивостью функциональных характеристик к различным факторам – так называемым шумам. Источники шума – это все те переменные, которые приводят к отклонениям рабочих характеристик от заданных величин. Не все источники шума удастся учесть из-за недостатка знаний и физических ограничений.

Для руководителей производства в арсенале инструментов, позволяющих решать проблемы качества, имеется ещё 7 новых методов:

- 1) диаграммы сродства;
- 2) графы связей;
- 3) деревья – иерархические структуры;
- 4) матричные диаграммы;
- 5) многомерный статистический анализ;
- 6) блок-схемы процессов принятия решений;
- 7) сетевые графики (система ПЕРТ).

Вся система эффективного применения инструментов оценки качества продукции основывается на понимании и использовании таких важных представлений, как:

- автономизация – формы организации процесса в виде взаимосвязанных сотрудников: рабочих, инженеров, управляющих, каждый из которых оказывается одновременно и потребителем, и поставщиком и нуждается в собственных системах входного и выходного контроля;
- «дуракоустойчивость» – определённая система блокирования, препятствующая перемещению бракованной продукции с одной операции на другую;
- принцип «точно вовремя» – то есть требуемая продукция соответствующего качества и в нужном количестве должна находиться в определённом месте в заданное время, что естественно связано с реализацией идеи бездефектного производства;
- стиль принятия решений путём систематического поиска консенсуса по проблемам качества в группах специалистов и всех участников производства;
- использование концепции «улучшения – каждый день», то есть эволюционного совершенствования качества.

Категория «качество» является ёмким понятием, и поэтому оценка его может

быть различной и неоднозначной. Для того чтобы однозначно оценивать качество (продукта, процесса, услуги), Тагути предлагает измерять его теми потерями, которые вынуждено нести общество после того, как некоторый товар произведён и отправлен потребителю.

Основные идеи такого подхода к оценке качества можно представить в следующем виде:

- качество продукции определяется полными потерями для общества, и величины этих потерь (функция потери качества) пропорциональна квадрату отклонения показателя качества продукта от номинала;
- разрабатываемые изделия должны обладать робастностью (устойчивостью функциональных характеристик изделия к изменению шумовых факторов) по отношению к возможным внешним воздействиям и иметь минимальный разброс показателей относительно номинала;
- минимизация функции потери качества и создание робастного изделия осуществляется методами планирования эксперимента.

Для количественной оценки потерь ненадлежащего качества продукции Тагути ввёл понятие функции потери качества, которую предложил описывать простой квадратичной функцией:

$$L(y) = K(y - m)^2, \quad (1)$$

где L – потери, исчисляемые в рублях; y – фактическое значение параметра изделия; K – коэффициент пропорциональности между потерями и квадратом отклонения параметра от номинала; m – заданное значение параметра (номинал).

Графически это выглядит следующим образом (см. рис. 1).

На границе поля допуска продукция бракуется, её стоимость равна:

$$A_0 = K \times \Delta_0 \times 2, \quad (2)$$

где Δ_0 – это разность между границей допуска и номиналом, т.е. $m - НГД = = ВГД - M = 0$ (для симметричного допуска в общем случае это условие не обязательно).

Такой подход к оценке качества приводит к фундаментальному пересмотру самого понятия допуска и принципиально меняет взгляд на то, для чего и в какой степени он нужен.

При существующем подходе к оценке качества предполагается, что все детали, находящиеся в пределах допуска, имеют одинаковое максимально возможное качество, а детали, находящиеся за пределами поля допуска, бракуются.

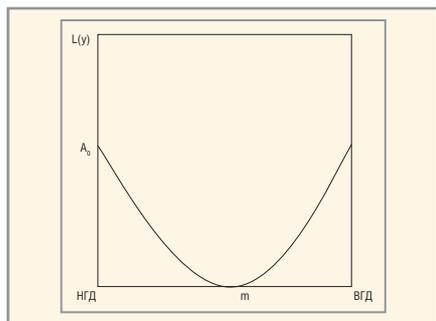


Рис. 1. Оценка функции потерь качества продукции: НГД и ВГД – нижняя и верхняя границы допуска соответственно

В рассматриваемом варианте оценки качества предполагается, что любое отклонение от номинала ведёт к потерям, а границы поля допуска – это искусственные величины, имеющие только второстепенные значения. Предполагается назначать допуски таким образом, чтобы потери потребителя и потери изготовителя продукции в том случае, когда характеристики попадают на границу поля допуска, были равны. В этом случае:

$$\Delta = \Delta_0 \times \sqrt{\frac{A}{A_0}}, \quad (3)$$

где A – стоимость забракованной продукции у изготовителя.

Допуск изготовителя ужесточается обратно пропорционально квадратному корню из соотношения стоимости забракованной продукции у изготовителя и потребителя. Как правило, стоимость отказа у потребителя во много раз больше стоимости отказа у изготовителя.

Если необходимо определить потери при изготовлении партии изделий, то нужно определить среднее квадратическое отклонение и выход годного (т.е. процент изделий, приемлемый для потребителя при существующем уровне производства). Для этого определяется дисперсия (σ^2), или, точнее, средний квадрат ошибок.

$$\sigma^2 \approx (y - m) \times 2. \quad (4)$$

Тогда функция потерь качества для партии деталей будет определяться по формуле:

$$L = k \times \sigma^2. \quad (5)$$

Методы Тагути позволяют при разработке изделий в начале производства обеспечить их выпуск не только с заданным номиналом, но и с номинальным разбросом вокруг этого номинала (причём разброс должен быть максимально нечувствителен к неизбежным колебаниям различных внешних воздействий). Для этого предлагается целенаправленно проводить

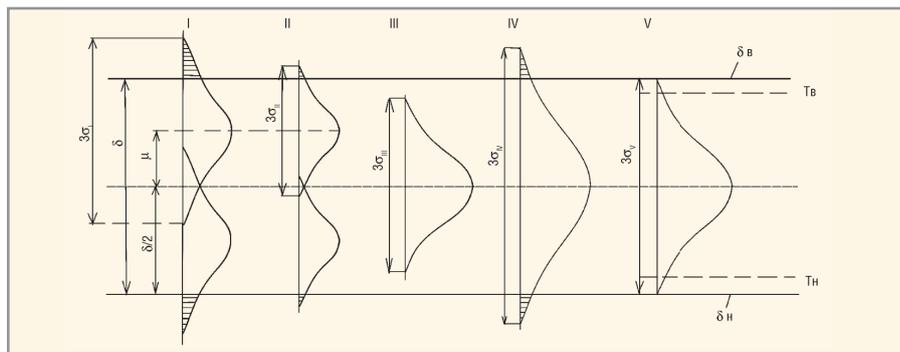


Рис. 2. Типовые схемы производственных задач, возникающих при обеспечении и повышении точности деталей

факторный эксперимент. Результатом этого эксперимента должно быть разделение всех факторов, влияющих на процесс: влияющие в основном на среднее значение – номинал и факторы, влияющие на разброс вокруг этого номинала. Если это удастся сделать, то с помощью факторов первой группы обеспечивается выпуск продукции, соответствующей номиналу, после чего факторы второй группы корректируются так, чтобы разброс вокруг номинала был минимальным. Критерием оптимизации при этом служит соотношение сигнал – шум, которое тем лучше, чем оно больше. Это – новый показатель качества.

Современная методология контроля, регулирования и управления качеством основывается на использовании так называемых индексов воспроизводимости, которые являются своеобразным развитием известных сравнительных коэффициентов точности, широкоиспользуемых в технике при оценке качества.

Рассмотренный выше подход к назначению допусков хорошо согласуется с использованием индексов воспроизводимости качества. Самым простым является индекс Cp , который в общем виде определяется соотношением:

$$Cp = \frac{\text{Интервал установленного поля допуска}}{\text{Диапазон рассеивания изделий по данному параметру}}$$

Обычно за интервал поля допуска принимают размах ($ВГД - НГД$) = δ . Одним из самых распространённых способов оценки диапазона рассеивания изделий по тому или иному параметру является способ 6σ , где σ – так называемое стандартное отклонение. С учётом этих обозначений формула для индекса Cp приобретает следующий вид:

$$Cp = \frac{\delta}{6\sigma}. \quad (6)$$

Значение Cp показывает – во сколько раз ширина поля допуска больше (меньше) фактической ширины соответствующего распределения.

Многообразие возникающих в производстве задач, связанных с необходимостью изготовления деталей с заданной точностью, сводится к нескольким схемам, основные из них представлены на рисунке 2.

Первая ситуация (I) отражает тот факт, что при реализации технологического процесса наблюдается смещение (μ) середины поля рассеивания по отношению к середине поля допуска, а само рассеивание, равное $\pm 3\sigma$, значительно шире поля допуска. Для приведения процесса в норму, т. е. ликвидации брака (заштрихованные области), необходимо произвести настройку факторов, влияющих на разброс размеров относительно номинала.

В отличие от первой, во второй ситуации (II) требуется поднастройка процесса, т.к. и $3\sigma_{II}$ практически совпадают.

Третья ситуация (III) показывает, что технологический процесс изготовления деталей является стабильным и обеспечивает определённый запас по точности.

Четвёртая ситуация (IV), в противоположность второй, не требует поднастройки, а нуждается лишь в уменьшении рассеивания.

И, наконец, пятая ситуация (V) – это модель полного соответствия технических требований и технологических возможностей производственного процесса.

Следует отметить, что условно изображённые на рисунке 2 кривые распределения размеров отображают некоторое мгновенное, статистическое состояние процесса. Эти же кривые с определённым допущением можно рассматривать и как результат усреднения. В действительности же происходит своеобразное плавание кривых

распределения, они даже при идеальной ситуации могут смещаться вследствие воздействия систематических или случайных факторов.

Необходимо учитывать и влияние метрологических погрешностей контроля, которые в сочетании с технологическим рассеиванием размеров могут изменить окончательное положение и формы кривой рассеивания. Реальные погрешности измерения заметно искажают результаты забркования на участках кривой распределения, расположенных у границ поля допуска.

Приведённые соображения, наряду с другими, делают целесообразным назначение контрольных границ (верхней – T_v и нижней – T_n , см. рис. 2) внутри поля допуска на изделия в более узких пределах. Такое ограничение является основой всех методов статистического контроля качества изделий.

Таким образом, введение индекса воспроизводимости качества потребовалось для того, чтобы с помощью легко определяемого числа характеризовать процессы по проценту брака. Различные иностранные фирмы в зависимости от важности технологических процессов и значимости изделий устанавливают для них различные критические значения Cp . Например, для процессов с обычным уровнем требований (существующих/новых) – 1,33/1,50; для процессов обеспечения безопасности, прочности и для критических требований – 1,50/1,67. Многие японские производители ориентируются на значение $Cp = 1,33$, заводы «Renault» во Франции – на $Cp = 1,00$.

Необходимо отметить, что индекс Cp никак не связан с положением центра распределения внутри поля допуска. Поэтому были предложены другие индексы, характеризующие точность настройки качества процесса на середину поля допуска, например:

$$Cp_k = Cp \times (1 - k), \quad (7)$$

$$\text{где } k = \frac{(m - \mu)}{1} = \frac{(m - \mu)}{2 \times (BID - НИД)} = \frac{(m - \mu)}{2\delta},$$

а m – генеральное среднее данного распределения.

Необходимо отметить любопытное следствие использования индексов воспроизводимости качества совместно с функцией потери качества. Оказывается, процессы с большими значениями индексов воспроизводимости качества, не дающие 100% выхода год-

ных, являются более выгодными (т.е. наносят меньший ущерб производителю и потребителю), чем процессы с более низкими значениями индексов воспроизводимости качества, но со 100%-ным выходом годных.

На основании вышеизложенного следует вывод: ужесточать допуск нецелесообразно, поскольку это приводит к удорожанию продукции. Более высокое качество означает обеспечение тех же самых функций с меньшими потерями для потребителя. Функция потери качества по Тагути позволяет перевести технические характеристики изделия и его составляющих в денежное выражение.

Широкое использование индексов воспроизводимости качества процессов на предприятиях объясняется следующими основными причинами:

- удобная возможность количественного описания различных вариантов оценки качества процессов;
- дешёвое и простое средство количественной характеристики сравниваемых параметров изделия;
- универсальное средство для современного аудита;
- простые количественные показатели при проверке настройки оборудования либо планово-предупредительных ремонтных работах;
- удобная мера оценки контроля состояния и совершенствования качества;
- средства для решения проблем с выбором поставщиков и их стимуляции;
- средства для увеличения продаж собственной продукции;
- средства общения на «одном языке» всех участников процесса.

Робастность – это устойчивость функциональных характеристик изделий к изменению шумовых факторов. Чтобы обеспечивать устойчивость производства, надо этим заниматься на стадии его проектирования. Именно на этой стадии можно предусмотреть практически все факторы, обуславливающие негативное влияние на будущее производство. Если же заниматься этим уже на стадии разработки технологического процесса, то остаётся только возможность влияния на те шумы, которые обусловлены неполадками технологического процесса, при этом многие причины останутся вне зоны влияния. Такой подход имеет принципиальное значение.

Задача организации процесса состоит в том, чтобы минимизировать

отклонения функциональных характеристик изделий от заданных значений. Эффективный путь минимизации должен быть таким, чтобы проектируемое изделие и технологический процесс его изготовления обеспечивали бы как можно меньшую чувствительность всех этапов производства к влиянию внешних и внутренних шумов. Иными словами, общая цель «инженерии качества» состоит в том, чтобы изготавливаемое изделие было устойчиво к любым шумовым факторам.

В связи с этим процесс проектирования изделия с позиции оптимизации качества принято разделять на 3 этапа.

1. Проектирование системы – создание базового прототипа, обеспечивающего выполнение требуемых функций.
2. Определение параметров, обеспечивающих поведение изделий и всей системы (как можно ближе к желаемым).
3. Расчёт и установление допусков на готовую продукцию.

Применяя свой метод, Тагути идентифицировал очень важные проблемы качества и производства для этапов проектирования изделий и технологического процесса их изготовления, а также предложил обобщённую стратегию, объединяющую идеи управления качеством и статистические методы для эффективной работы над указанными проблемами.

Всё большее освоение экономической среды воспроизводства, т.е. рыночных отношений, диктует необходимость постоянного улучшения качества с использованием для этого всех возможностей, в том числе и достигнутый прогресс в области техники и организации производства.

Наиболее полная и всесторонняя оценка качества обеспечивается в том случае, когда учтены все свойства анализируемого объекта, проявляющиеся на всех этапах его жизненного цикла, начиная с разработки, изготовления, эксплуатации и хранения. Таким требованиям в полной мере соответствуют статистические методы контроля качества, которые являются эффективным, не требующим больших затрат инструментом сбора и анализа информации о качестве.

В конечном счёте итогом функционирования системы статистического контроля и управления качеством продукции должно быть не устранение самих дефектов, а устранение причин их возникновения.





10-я Международная выставка

СИЛОВАЯ ЭЛЕКТРОНИКА



POWER ELECTRONICS

26 – 28 ноября 2013

МЕСТО ПРОВЕДЕНИЯ | МОСКВА, КРОКУС ЭКСПО

БУДЬ С ЛИДЕРАМИ!



Power and productivity for a better world™



TDK·Lambda



АНГСТРЕМ



ПРОТОН-ЭЛЕКТРОТЕКС
...история совершенства



Организаторы:



primexpo



ITE GROUP PLC



ufi



ЧЛЕН РСБН

Тел.: +7 (812) 380 6003/ 07,
факс: +7 (812) 380 6001/ 00,
e-mail: power@primexpo.ru

Условия участия
в выставке на сайте:

www.powerelectronics.ru

Как тестировать цифровую электронику?

Алексей Иванов (Москва)

Для цифровой техники давно существует метод периферийного сканирования JTAG, но не все инженеры знакомы с тем, как он работает.

Так сложилось, что в нашей стране почти вся сложная цифровая электроника относится к военной, авиакосмической или другой специальной технике. От надёжности её узлов зависит жизнь людей и безопасность государства, поэтому у производителей нет права на ошибку. Как тестируется начинка, например, сложных бортовых вычислителей? Функциональный метод не подходит для данных целей, – он не выявляет всех возможных дефектов и даёт лишь один ответ – работает блок или нет. И если при монтаже платы образовалось короткое замыкание (КЗ) или обрыв, которые скажутся только в определённом (например, нештатном) режиме работы, то функциональный тест на заводе-изготовителе пройдёт успешно. Из личной практики могу привести много примеров, когда даже пробное тестирование плат с помощью периферийного сканирования или внутрисхемного теста выявляло дефекты (КЗ, отсутствие компонентов и пр.) на платах ответственного применения, прошедших все функциональные проверки.

Так ли сложно периферийное сканирование, как кажется? Главная проблема в том, что руководители предприятий и инженеры не понимают, как оно работает. Принцип работы систем периферийного сканирования подобен работе других машин для тестирования и локализации дефектов – ICT-тестеров, установок Flying Probe, и, что удивительно, – он даже проще.

Возможно, читателю известно, что периферийное сканирование основано на применении производителями микросхем стандарта IEEE 1149.1, Standard Test Access Port and Boundary-Scan Architecture. Этот стандарт добавляет ИС дополнительный порт (известный как JTAG, Joint Test Action Group) и специальную тестовую логику для того, чтобы с помощью внешнего оборудования и программного обеспечения управлять выводами ИС для тестирования связей платы.

Задача тестовой системы – автоматическое управление данной логикой по интерфейсу JTAG и создание необходимых тестовых последова-

тельств, полученных в результате анализа схемы изделия. Сегодня данный процесс настолько автоматизирован, что пользователю необходимо лишь загрузить список соединений, полученный из САПР, в программу для создания тестов. Если используется программная платформа JTAG ProVision, это означает, что вместе со средой разработки на ПК установлена обширная библиотека функциональных моделей всевозможных компонентов: ОЗУ, ПЗУ, логики, интерфейсных и пассивных элементов. Поэтому среда проектирования тестов не только обладает информацией о связях платы (полученной из САПР), но и сведениями о функциональности узлов. Этой информации достаточно, чтобы выполнить расчёт максимально достижимого тестового покрытия для всех цепей, компонентов и паяных соединений, а также автоматически создать тесты межсоединений, логических узлов, шин памяти и многого другого (см. рис. 1).

Как показывает практика, уже через пару часов проект готов, – можно подсоединять тестируемую плату и проводить контроль и программирование её компонентов. Анализируя схему изделия, программа автоматически создаёт проект даже с несколькими каналами сканирования, если

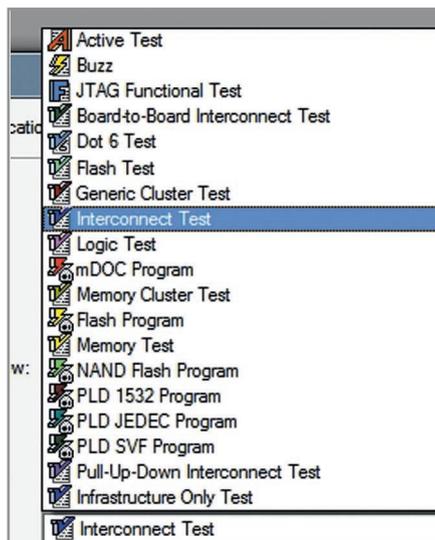


Рис. 1. Виды приложений, генерируемых в автоматической среде JTAG ProVision



Рис. 2. Контроллер периферийного сканирования JT37x7 с 4 портами JTAG в исполнении USB/Ethernet и PCI

JTAG-компонентов на плате несколько и их JTAG-сигналы выведены на отдельные разъёмы. Разработчики, привыкшие работать с одноканальными JTAG-программаторами, зададут естественный вопрос: как программа справится с несколькими каналами JTAG? Ответ прост: самый популярный контроллер JT37x7 позволяет работать сразу с 4 портами TAP (см. рис. 2).

Не следует думать, что система периферийного сканирования ограничивается лишь программным обеспечением и контроллером, существует масса дополнительных модулей ввода/вывода, например, для тестирования внешних интерфейсов (см. рис. 3). А модуль JT2149/DAF дополняет цифровой тест измерением аналоговых напряжений и частот в выбранных точках. Таким образом, можно построить полноценный испытательный комплекс не только для проверки связей компонентов, поддерживающих периферийное сканирование, но и окружающих их узлов и внешних разъёмов с измерением требуемых аналоговых величин. Все созданные тесты и приложения для программирования затем сводятся в последовательность, часто называемую «тестовым планом», и запускаются нажатием кнопки. При обнаружении неисправности система выдаёт текстовое сообщение с указанием типа дефекта (КЗ, обрыв и др.) и, по требованию, показывает дефектные элементы на рисунке платы или схеме изделия (см. рис. 4).

Таким образом, подготовка тестов периферийного сканирования имеет гораздо меньшую трудоёмкость, чем разработка функциональных методов контроля, которые подразумевают детальное знакомство со спецификой работы платы или блока. Функциональный контроль не указывает на дефектные цепи, паяные соединения или компоненты, предоставляя лишь информацию об отказе какой-либо из функций. При этом некоторые дефекты вообще не попадают в поле зрения функционального тестирования.

Все мировые производители сложных цифровых ИС поддерживают стандарт IEEE 1149.1 – это требование современной электронной промышленности. Вполне возможно, что ваша разработка уже готова к периферийному сканированию, т.к. производи-



Рис. 3. Внешние модули DIOS с цифровыми каналами ввода/вывода

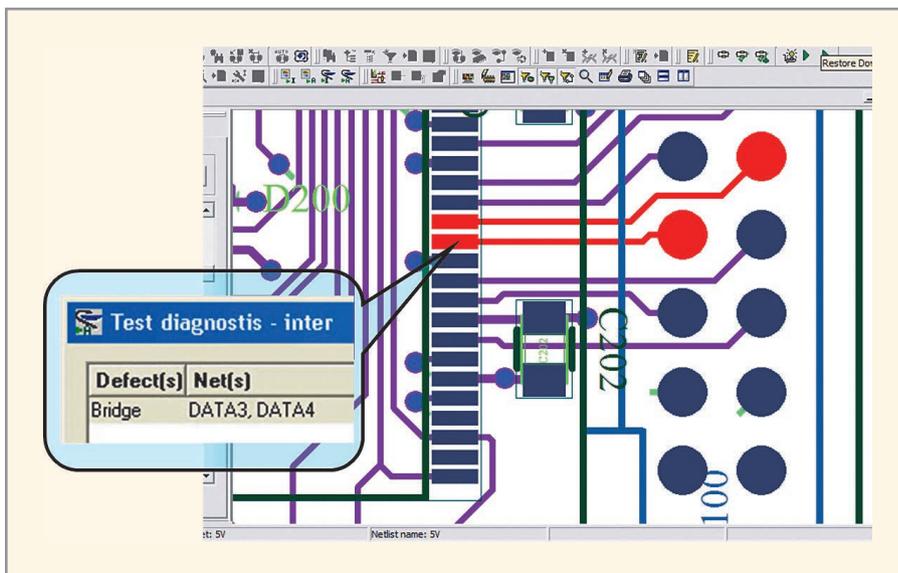


Рис. 4. Локализация дефектов при использовании периферийного сканирования

тель уже заложил в ИС избыточную тестовую логику. Если нет, то изделие придётся проверять функциональным тестом и надеяться на то, что при его изготовлении не появились скрытые дефекты.

Если стратегия развития предприятия всё же предусматривает переход на структурное тестирование, то следует позаботиться о доработке изделия с учётом теста JTAG. Конечно, можно использовать и внутрисхемный тест при помощи игольчатого адаптера или летающих пробников, однако здесь можно столкнуться с проблемой высокой плотности цепей, присущей цифровой технике, и отсутствием доступа к проводникам, скрытым, например, под корпусами типа BGA. Периферийное

сканирование данную проблему решает, поскольку использует не пробники, а внутренние регистры самих микросхем.

Можно начать использовать периферийное сканирование для отладки опытных образцов уже сегодня, и совершенно бесплатно. Компания JTAG Technologies предлагает загрузить с www.jtaglive.ru программу Buzz, выполняющую элементарную проверку связей между выводами JTAG-совместимых микросхем.

Подробную информацию о программах и аппаратных средствах для периферийного сканирования можно найти на основной интернет-странице компании JTAG Technologies www.jtag-technologies.ru.

Z-сенсоры – перспективное направление развития полупроводниковой микроэлектроники

Владислав Зотов, Полина Миронова (Москва)

В статье рассмотрены состояние и перспективы роста мирового рынка полупроводников, предложено новое направление развития полупроводниковой микроэлектроники и определены области применения представленных элементов.

Мировой рынок полупроводников

В последние годы рынок полупроводниковой микроэлектроники испытывает непрерывный рост (см. рис. 1). Это связано в первую очередь с ростом спроса на потребительскую технику (бытовую, компьютерную и т.п.). По оценкам исследовательской компании Gartner, специализирующейся на рынках информационных технологий, в 2011 году на мировой рынок было поставлено полупроводниковых микросхем на \$302 млрд. По оценке Gartner, основным фактором роста потре-

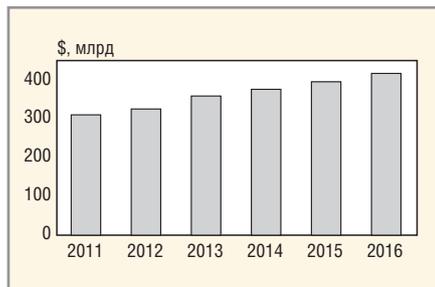


Рис. 1. Прогноз доходов мирового рынка полупроводников. (Источник: IHS iSuppli, апрель 2012 г.)

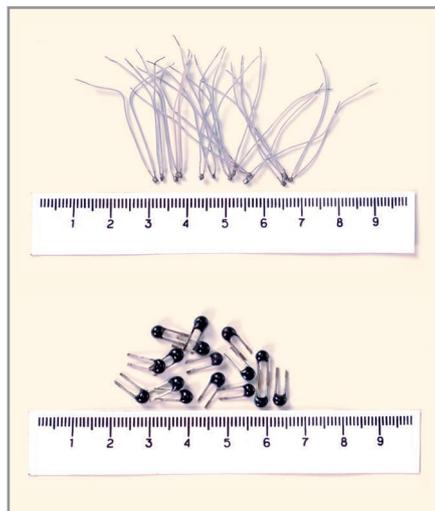


Рис. 2. Z-сенсоры в различных корпусах

ния полупроводниковых комплектующих в мире было увеличение производства смартфонов и планшетных компьютеров [1].

Основными потребителями полупроводниковой продукции стали компании – производители современных средств связи (см. табл. 1). Ввиду растущего спроса на технические средства эксперты рассчитывают, что в 2013 году выручка в сегменте полупроводников увеличится на 6,9%, или до \$330 млрд.

До недавнего времени развитие полупроводниковой отрасли шло по

пути, описанному Гордоном Муром, основателем корпорации Intel. Конкурентная борьба между компаниями-производителями велась не в сфере инновационных разработок, а в области миниатюризации элементов. Однако время показало, что подобный подход в корне неверен и ведёт к усложнению и удорожанию производства, невозможности дальнейшего уменьшения размеров элементов ввиду достижения атомарного уровня.

Единственно верным путём развития полупроводниковой отрасли является внедрение и использование инновационных разработок. Лишь использование новых физических принципов в полупроводниках способно совершить очередной прорыв в отрасли.

Для большинства производителей электроники настало время прекратить погоню за всё меньшими нормами проектирования, воспользовавшись подходом, который получил название More-than-Moore («больше, чем Мур»). Международный комитет International Technology Roadmap for Semiconductors (ITRS) разработал план, в соответствии с которым ряд медицинских, транспортных приложений и систем управления электропитанием будет совершенствоваться в соответствии с принципом More-than-Moore, а не за счёт дальнейшей миниатюризации полупроводников.

Z-сенсоры – перспективы п/п микроэлектроники

В лаборатории сенсоров и сенсорных систем Института проблем управления РАН была разработана технология получения полупроводниковых структур с уникальными физическими свойствами. Физическое явление, обнаруженное в структурах, называется управляемой скачковой проводимостью. Оно получило признание мировой научной общественности и известно также как Z-эффект. Открытое явление позволяет реализовать широ-

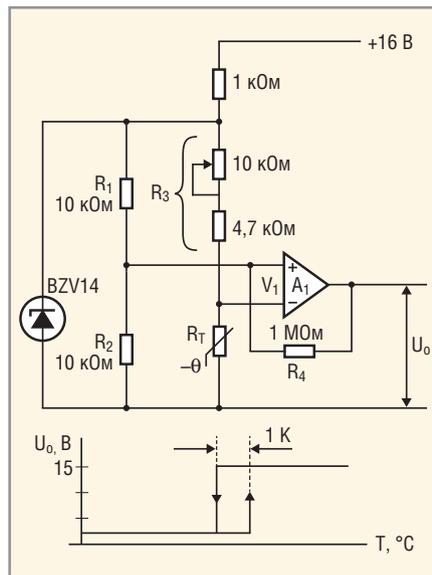


Рис. 3. Схема включения NTC-термистора для получения управляющего сигнала

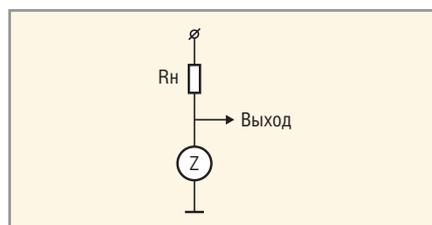


Рис. 4. Схема включения Z-термистора для получения управляющего сигнала

кую гамму элементов, обладающих высокой чувствительностью к внешним воздействиям. Они, в свою очередь, получили известность как Z-сенсоры.

Применение элемента в схеме является простым и универсальным для всех типов Z-сенсоров (см. рис. 2). Для работы сенсора достаточно использования одного нагрузочного сопротивления, тогда как широко используемые в настоящее время полупроводниковые элементы требуют громоздкой и сложной в настройке схемы.

В качестве примера рассмотрим термочувствительный элемент, NTC-термистор (резистор с отрицательным ТКС). Его широко используют для контроля температуры в автомобильной, бытовой и другой технике. Для эффективной работы NTC-термистор должен быть встроен в сбалансированный мост Уитстона (см. рис. 3). Выходной сигнал моста необходимо усилить и пропустить через триггер Шмитта для получения управляющего сигнала (скачка напряжения). Наличие такого количества дополнительных элементов в схеме повышает стоимость схемы и добавляет погрешность в измерение.

Работа Z-термистора, напротив, не требует дополнительных схем усиления и преобразования для получения сигнала управления. Явление управляемой скачковой проводимости обеспечивает предварительную обработку неэлектрического входного воздействия в объеме кристалла на молекулярном уровне, и выходной сигнал не требует дополнительного усиления и преобразования. Схема включения Z-термистора для аналогичных целей получения сигнала управления включает в себя лишь одно нагрузочное сопротивление, служащее для ограничения тока через структуру и съема выходного сигнала (см. рис. 4).

В таблице 2 приведено сравнение возможностей Z-термистора и NTC-термистора без использования дополнительных электронных схем усиления и обработки сигнала. Таблица наглядно демонстрирует преимущества использования элементов, построенных на Z-эффекте.

УПРАВЛЯЕМАЯ СКАЧКОВАЯ ПРОВОДИМОСТЬ

Уникальность свойств Z-сенсоров обусловлена физическим явлением

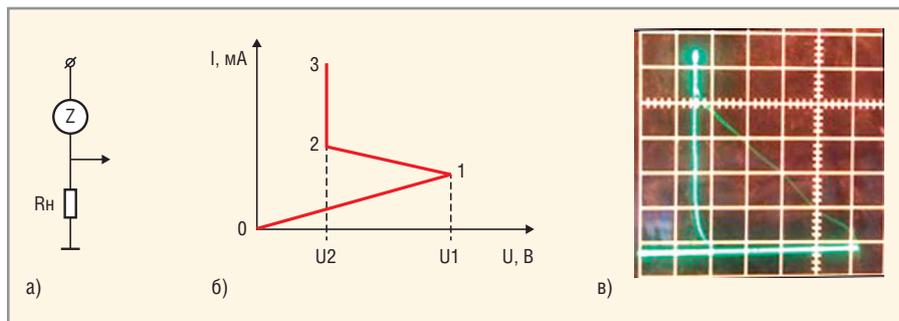


Рис. 5. Z-сенсор

а) схема включения; б) общий вид ВАХ; в) вид ВАХ на экране характериографа

управляемой скачковой проводимости. На рисунке 5 показана схема включения типового Z-сенсора и вольтамперная характеристика (ВАХ) полупроводниковой структуры. Схема включения является универсальной для всех типов Z-элементов. Способность структур реагировать на изменение конкретного типа внешнего неэлектрического воздействия достигается технологическим путём (глубиной диффузии, концентрацией примеси и др.).

Вольтамперная характеристика структур имеет так называемый L-образный вид (см. рис. 5б). Участок 0–1 характеристики отражает поведение структуры в начальный момент времени, т.е. до перехода структуры в состояние со шнуром тока под воздействием внешнего контролируемого воздействия (температуры, магнитного поля и т.д.). При достижении питающим напряжением величины 1, достаточной для выброса электронов из запрещён-

ной зоны в зону проводимости, или при изменении внешних условий (контролируемого воздействия) происходит переход 1–2–3 структуры в устойчивое состояние со шнуром тока, точка 3. Сопротивление структуры резко падает, и протекающий через неё ток резко возрастает (до нескольких миллиампер). Время перехода структуры из одного устойчивого состояния в другое не превышает 1...2 мкс.

На текущий момент уже получены модификации структур, чувствительные к следующим типам неэлектрических воздействий: световое излучение; УФ-излучение; магнитное поле; механическое сжатие; сила и давление; тактильное воздействие; температурное воздействие.

На основе разработанной технологии возможна реализация датчиков, чувствительных и к другим видам воздействий.

Разработка лаборатории получила высокие оценки и экспертные заклю-

СПЕКТР

Тел.: +7 (495) 220-6493, 8 (960) 276-2841
 Факс: +7 (812) 333-2755 (авт.)
 info@spectr-pcb.ru • www.spectr-pcb.ru

МОНТАЖ ПЕЧАТНЫХ ПЛАТ

Компания СПЕКТР предлагает услуги по изготовлению и монтажу печатных плат.

Срочное изготовление опытных образцов.

Выполнение заказов любого объема.

Реклама

чения специалистов в области полупроводниковой микроэлектроники в разных странах. Результаты работы докладывались на международных и российских выставках, где получили признание научного сообщества. Авторами получены патенты в России и США [2, 3].

КОНКУРЕНТНЫЕ ПРЕИМУЩЕСТВА Z-СЕНСОРОВ

Однозначно можно выявить ряд неоспоримых преимуществ внедрения в различные отрасли производства технических средств Z-сенсоров [4–6]:

- высокую помехозащищённость (помехоустойчивость);
- высокую надёжность;
- простоту эксплуатации;
- оперативный монтаж и простоту замены;

- однозначную зависимость выходной величины от входной;
- стабильность характеристик во времени;
- высокую чувствительность;
- отсутствие обратного воздействия на контролируемый процесс и на контролируемый параметр;
- возможность работы при различных условиях эксплуатации, в том числе в труднодоступных и удалённых местах;
- возможность разных видов корпусирования;
- способность использования одного и того же элемента в различных режимах работы, таких как амплитудный, частотный, время-импульсный и пороговый без дополнительных электронных схем;
- удешевление конечной электронной схемы за счёт уменьшения количества элементов.

Таблица 1. Крупнейшие компании – потребители полупроводников в 2011 году. (Источник: Gartner)

Позиция на рынке в 2010 г.	Позиция на рынке в 2011 г.	Компания	Объём потребления в 2010 г. (\$ млрд)	Объём потребления в 2011 г. (\$ млрд)	Рост 2010/2011 гг., %	Доля рынка в 2011 г., %
3	1	Apple	12,819	17,257	34,6	5,7
2	2	Samsung	15,272	16,681	9,2	5,5
1	3	HP	17,585	16,618	-5,5	5,5
5	4	Dell	10,497	9,792	-6,7	3,2
4	5	Nokia*	11,318	9,042	-20,1	3,0
6	6	Sony*	9,020	8,210	-9,0	2,7
7	7	Toshiba	7,77	7,589	-2,3	2,5
10	8	Lenovo	6,091	7,537	23,7	2,5
8	9	LG	6,74	6,645	-1,4	2,2
9	10	Panasonic	6,704	6,267	-6,5	2,1
		Другие	195,552	196,413	0,4	65,0
		Всего	299,364	302,051	0,9	100

* Без учёта Nokia Siemens Network и Sony Ericsson

Таблица 2. Сравнительная таблица Z-термистора и NTC-термистора по применению

Характеристика	Z-термистор	NTC-термистор
Возможность получения частотно-импульсного выходного сигнала	да	нет
Возможность работы в режиме теплового реле	да	нет
Возможность использования без балансировочных схем	да	нет
Независимость работы элемента от длины провода при монтаже для дистанционных измерений	да	нет
Возможность использования одного и того же элемента в различных режимах (ЧИ, пороговый)	да	нет
Возможность монтажа каскада элементов в одной схеме	да	нет
Помехозащищённость	да	нет
Быстродействие <1 с	да	нет данных
Рассеиваемая мощность <100 Вт	да	да
Диапазон температур, °С	-40...120	-50...150
Стабильность во времени	да	да

ОРГАНИЗАЦИЯ ПРОИЗВОДСТВА Z-СЕНСОРОВ

Еще одним преимуществом Z-сенсоров можно считать и тот факт, что организовать их серийное производство можно на действующем предприятии по производству полупроводников. Единственным условием организации производства является соблюдение конфиденциальности и охраны интеллектуальной собственности. Кроме того, нет необходимости в организации сверхчистого производства. Стоимость элементов при промышленном производстве не будет превышать стоимости аналогичных элементов, что позволит свободно конкурировать на рынке полупроводников.

ПОТЕНЦИАЛЬНЫЕ ПОТРЕБИТЕЛИ

Многолетние исследования рынка полупроводников определили спектр основных потребителей Z-сенсоров. Это современные инженерные системы (в промышленных, транспортных, складских, ландшафтных, больших зданиях и офисных комплексах; коттеджах и т.д.), бытовая и сельскохозяйственная техника, медицинское, противопожарное и отопительное оборудование, системы безопасности и т.п. Наиболее перспективными направлениями являются автомобильная промышленность и системы «Умный дом».

ЛИТЕРАТУРА

1. *Стельмах С.* Мировой рынок полупроводников в 2011–2012 гг. PCWEEK Live, 22.02.2012.
2. *Зотов В.Д. и др.* Полупроводниковая структура и способ управления проводимостью полупроводниковой структурой. АС СССР № 1739402.
3. *Zotov V.D. and et al.* Semiconductor structures, methods for controlling their conductivity and sensing elements, based on these semiconductor structures. Patent USA № 5,742,092.
4. *Зотов В.* Полупроводниковые многофункциональные сенсоры широкого применения (Z-сенсоры). Chip News, № 4, 1998, С. 22–29.
5. *Зотов В., Кравченко А., Миронова П.* Z-термисторы в режиме генератора импульсов. Chip News, № 1, 2001.
6. *Зотов В., Виноградова Е., Миронова П.* Аналитические исследования параметров Z-термисторов. Chip News, № 3, 2004. 

Новости мира News of the World Новости мира

Хроника электронной жизни от ecworld.ru

Аналитическая компания EuroPartners Consultants, вот уже 23 года отслеживающая европейский рынок дистрибуции электронных компонентов, выпустила очередной Отчёт по итогам 2012 года. В его российской главе представлены данные за последние 4 года по 36 дистрибьюторам, как отечественным, так и глобальным. TAM российского рынка оценивается в \$3 млрд, причём доля дистрибьюторов (DTAM) составляет 64%. С условиями заказа Отчёта по России или полного европейского можно ознакомиться на сайте www.europartners-russia.ru.

По данным аналитической компании Silicon Expert, только 27% мирового объёма ЭК в наши дни не соответствует директиве RoHS. Причём самый большой процент несоответствия приходится на долю конденсаторов (46%), затем следуют резисторы (42%) и дискретные компоненты (39%). Самое хорошее положение у кварцев – 1% несоответствия RoHS. В ближайшие годы ожидается ужесточение директивы – переход на RoHS2.

Консолидация производителей разъемов привела к заметному росту доли Top-10 – в 2012 году она достигла 59,8% (всего 39,7%

было в 1980 году) от всего объёма рынка. Эти данные можно почерпнуть из очередного рейтинга, представленного аналитической компанией Bishop&Associates. Действительно, заметные M&A сделки имели место в 2011–2012 гг.: TE Connectivity приобрела немецкого производителя разъемов Deutsch, Amphenol купил немецкую фирму FER, а французская FCI продала свой бизнес автомобильных соединителей компании Delphi Interconnected. В результате последней сделки FCI уступила своё место в Top-10 японской компании Sumitomo.

www.ecworld.ru

Минпромторг России: микрочипы в автомерах

Минпромторг России намерен представить предложения по обязательному использованию в автомобильных номерах микрочипов с технологией радиочастотной идентификации (RFID) в соответствии с распоряжением Председателя Правительства Российской Федерации Дмитрия Медведева, которое он дал по итогам заседания президиума Совета при Президенте Российской Федерации по модернизации экономики и инновационному развитию России.

По мнению специалистов Минпромторга России, рынок RFID-систем в России находится в процессе становления, так что предложение в этом сегменте существенно превышает спрос. По этой причине отечественный рынок RFID-систем развивается опережающими темпами.

Научно-исследовательский институт молекулярной электроники (НИИМЭ) и завод «Микрон» производят карточки для московского метрополитена.

В настоящее время в Санкт-Петербурге создаётся серийное производство приборов и систем радиочастотной идентификации (RFID). Инициатором проекта является ОАО «Авангард». Начало выпуска готовой продукции намечено на конец 2013 года. Линия будет специализироваться на производстве систем радиочастотной идентификации для нужд автомобильной промышленности. Основной особенностью данного проекта является использование экологически безопасных поверхностных акустических волн, а также повышенная износостойкость оборудования, которое будет устанавливаться в автомобильные номера.

www.minpromtorg.gov.ru



AEROFLEX НЕЛИНЕЙНЫЙ ФОРМИРОВАТЕЛЬ ГАРМОНИК



ПРЕИМУЩЕСТВА:

- Не требует источника питания
- Ультранизкий уровень фазовых шумов
- Широкий температурный диапазон
- Герметичное исполнение
- Непрерывный и импульсный режим работы

ИНФОРМАЦИЯ ДЛЯ ЗАКАЗА:

GaAs нелинейный формирователь гармоник

Серийный Номер	Мощность на входе (дБм)		Мощность на выходе (дБм)		
	Минимум	Максимум			
MLPNC-7102-SMA800	21 @ 400 МГц	23 @ 600 МГц	> -8 @ 4 ГГц	> -16 @ 12 ГГц	> -20 @ 20 ГГц
MLPNC-7102-SMT680	21 @ 400 МГц	23 @ 600 МГц	> -8 @ 4 ГГц	> -16 @ 12 ГГц	> -20 @ 20 ГГц
MLPNC-7103-SMA800	21 @ 800 МГц	23 @ 1300 МГц	> -5 @ 6 ГГц	> -15 @ 18 ГГц	> -20 @ 30 ГГц
MLPNC-7103-SMT680	21 @ 800 МГц	23 @ 1300 МГц	> -5 @ 6 ГГц	> -15 @ 18 ГГц	> -20 @ 30 ГГц

ДОПОЛНИТЕЛЬНЫЕ УСЛУГИ



ИНЖЕНЕРНЫЙ И ТЕХНИЧЕСКИЙ КОНСАЛТИНГ



КОНФИДЕНЦИАЛЬНОСТЬ КОНЕЧНОГО ПОЛЬЗОВАТЕЛЯ



ПРОВЕДЕНИЕ СЕРТИФИКАЦИОННЫХ ИСПЫТАНИЙ



КОНТРАКТНОЕ ПРОИЗВОДСТВО



ПЯТАЯ ПРИЕМКА

ЕДИНЫЙ БЕСПЛАТНЫЙ ТЕЛЕФОН: 8-800-333-6350 ТЕХНИЧЕСКАЯ ПОДДЕРЖКА: AEROFLEX@PTELECTRONICS.RU WWW.PTELECTRONICS.RU
 ОФИСЫ КОМПАНИИ: САНКТ-ПЕТЕРБУРГ, МОСКВА, НИЖНИЙ НОВГОРОД, ИЖЕВСК, ПЕРМЬ, ЕКАТЕРИНБУРГ, НОВОСИБИРСК, ЧЕБОКСАРЫ, ТАГАНРОГ, КИЕВ

Современные 32-разрядные ARM-микроконтроллеры серии STM32: порты общего назначения GPIO

Олег Вальпа (г. Миасс, Челябинская обл.)

В статье приведено описание портов общего назначения GPIO, 32-разрядных ARM-микроконтроллеров серии STM32 компании STMicroelectronics. Рассмотрены архитектура портов, состав и назначение регистров конфигурирования, а также примеры программ инициализации.

ВВЕДЕНИЕ

Порты ввода-вывода являются основными средствами связи микроконтроллера с внешними устройствами. С их помощью можно опрашивать состояние кнопок, контактов реле, уровней сигнала и т.п., а также формировать сигналы управления различными устройствами, например светодиодами, реле, оптическими транзисторами и т.д.

Порты ввода-вывода имеются практически в любом микроконтроллере независимо от его архитектуры. Не являются исключением и микроконтроллеры STM32 компании STMicroelectronics [1], имеющие в зависимости от модели до семи портов.

ОПИСАНИЕ ПОРТОВ GPIO

Все порты ввода-вывода STM32 являются 16-разрядными и называются GPIO, от General Purpose Input/Output (входы/выходы общего назначения). Порты обозначаются буквами латинского алфавита от A до G, т.е. имеют названия PORTA,

PORTB, PORTC, PORTD, PORTE, PORTF и PORTG.

Любой из единичных каналов этих портов может быть сконфигурирован как вход или как выход. Если канал порта настроен на ввод информации, он может функционировать как цифровой или аналоговый вход. В режиме цифрового входа канал порта подключается с помощью внутреннего подтягивающего резистора к плюсу источника питания или к нулевому потенциалу.

Настройка порта на вывод требует задания частоты тактирования, определяющей его максимальное быстродействие и тип выхода. Максимальное быстродействие может принимать значения: 2, 10 или 50 МГц.

Ниже перечислены возможные типы выхода:

- двухтактный выход;
- выход с открытым стоком;
- двухтактный выход с альтернативной функцией;
- выход с открытым стоком и альтернативной функцией.

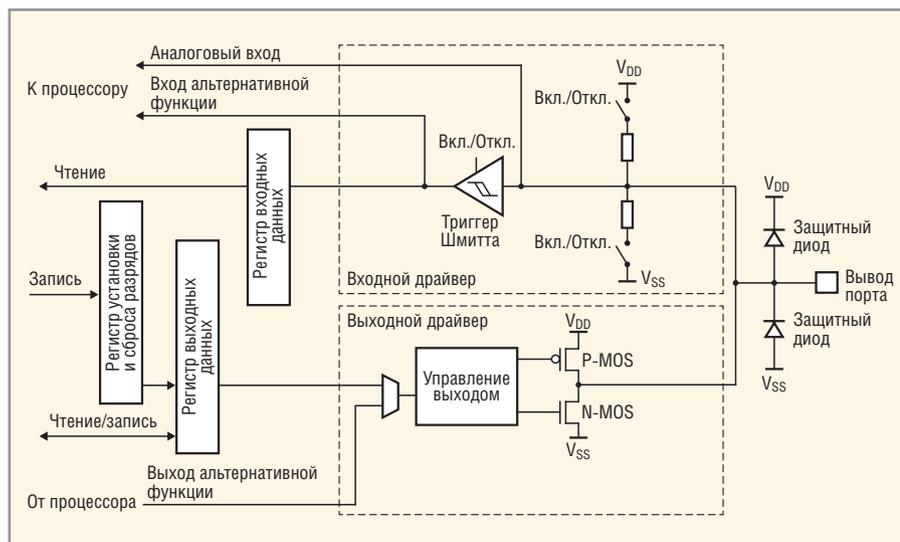


Рис. Структурная схема одного канала порта ввода-вывода

Последние два режима применяются для выводов, которые используют какой-либо функциональный блок периферийного устройства, например SPI, I²C, USART, DAC и т.п. Интересной и полезной особенностью портов является возможность чтения состояния порта, настроенного как выход с открытым стоком. Это позволяет программе осуществлять чтение данных с двунаправленной линии связи без переконфигурирования порта. Такая операция часто востребована для организации программного интерфейса I²C и 1-Wire.

На рисунке приведена структурная схема одного канала порта ввода-вывода, иллюстрирующая вышеизложенное описание. С помощью транзисторов P-MOS и N-MOS выход порта может принимать значения высокого потенциала в качестве логической единицы или нулевого потенциала в качестве логического нуля. Если порт сконфигурирован как выход с открытым стоком, то для управления состоянием линии используется только нижний транзистор N-MOS, а верхний транзистор P-MOS находится в отключенном состоянии.

С помощью внутренних резисторов можно подтянуть вывод, сконфигурированный как вход, к положительному потенциалу источника питания или к нулевому потенциалу.

Важными элементами порта являются защитные диоды, функция которых – защищать входы контроллера от перенапряжений. Поскольку микроконтроллер питается от номинального напряжения 3,3 В, на его входы подаются сигналы с уровнями, не превышающими это напряжение. Однако некоторые входы микроконтроллера можно подключать к сигналам с 5 В логикой. Такие входы называются толерантными и имеют буквенное обозначение FT. Для подключения сигнала с 5 В логикой к нетолерантному входу необходимо использовать согласующее устройство, которое в простейшем случае представляет собой резистор, имеющий сопротивление 1 кОм.

Отличительной особенностью портов микроконтроллера STM32 является возможность программной блокировки настройки порта. Такая блокировка позволяет запретить изменение конфигурации порта программным образом и может быть снята только после аппаратного сброса. Данная блокировка служит в качестве дополнительной защиты каналов портов и подключенных к нему устройств, предотвращая выход из строя при сбоях от помех. В результате такого сбоя может произойти самопроизвольное изменение конфигурации вывода, при котором порт настроится на выход и вступит в конфликт с подключенным к нему выходом внешнего устройства. Для исключения подобных случаев и используется программная блокировка.

Регистры портов GPIO

Для конфигурирования портов и работы с ними микроконтроллер имеет по семь регистров для каждого порта. Эти регистры имеют следующие названия и назначение:

- CRL и CRH – регистры, задающие режим работы младшей и старшей половины порта;
- ODR – регистр для записи данных непосредственно в порт;
- IDR – регистр для чтения физического состояния выводов порта;
- BSRR – регистр установки и сброса разрядов порта;
- BRR – регистр сброса разрядов порта;
- LCKR – регистр для блокировки установленной конфигурации.

Рассмотрим подробнее каждый из этих регистров.

Регистры CRL и CRH представляют собой 32-разрядные регистры, задающие режим работы каждого вывода порта. Назначение всех разрядов для регистров CRL и CRH представлено в таблице 1 и таблице 2 соответственно.

Как видно из таблиц, для каждого из каналов порта имеется два двухразрядных поля CNF_x[1:0] и MODEx[1:0]. Поле CNF определяет тип работы линии, а поле MODE – направление обмена по линии. Все биты этих полей доступны для чтения и записи.

Поле MODE[1:0] может принимать следующие значения:

- 00 – канал порта работает на ввод (такое состояние устанавливается после сброса);
- 01 – канал порта работает на выход с максимальной частотой переключения 10 МГц;

- 10 – канал порта работает на выход с максимальной частотой переключения 20 МГц;

- 11 – канал порта работает на выход с максимальной частотой переключения 50 МГц.

При работе на вход, когда MODE[1:0]=0, поле CNF[1:0] устанавливает следующие состояния каналов порта:

- 00 – аналоговый вход;
- 01 – дискретный вход в третьем состоянии (такое состояние устанавливается после сброса);

- 10 – дискретный вход с подтягивающим резистором к питанию или общей цепи в зависимости от состояния соответствующего разряда регистра BSRR;

- 11 – зарезервировано для будущих применений.

При работе канала порта на выход, когда поле MODE[1:0] отлично от 0, поле CNF[1:0] позволяет устанавливать следующие состояния каналов порта:

- 00 – цифровой симметричный выход;
- 01 – цифровой выход с открытым стоком;

- 10 – цифровой симметричный выход с альтернативной функцией;

- 11 – цифровой выход с альтернативной функцией и открытым стоком.

Регистры ODR представляют собой 32-разрядный регистр, предназначенный для записи данных непосредственно в порт. Однако в этом регистре используются только младшие 16 бит. Старшие биты, с 16-го по 31-й зарезервированы. Назначение разрядов регистра ODR представлено в таблице 3.

При записи в регистр ODR какого-либо значения, оно устанавливается на выходах соответствующего порта. Биты этого регистра доступны как для записи, так и для чтения.

Регистр IDR также является 32-разрядным регистром и служит для чтения физического состояния каналов порта, настроенных на вход. Аналогично регистру вывода ODR, в регистре ввода IDR используется только 16 младших бит из 32. Назначение разрядов регистра IDR представлено в таблице 4.

При чтении регистра IDR можно узнать состояние всех каналов соответствующего порта. Биты данного регистра доступны только для чтения.

Таблица 1. Назначение разрядов регистра CRL

Бит регистра	31	30	29	28	27	26	25	24	23	22	21	20	19	18	17	16
Назначение	CNF7[1:0]		MODE7[1:0]		CNF6[1:0]		MODE6[1:0]		CNF5[1:0]		MODE5[1:0]		CNF4[1:0]		MODE4[1:0]	
Канал порта	7				6				5				4			
Бит регистра	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0
Назначение	CNF3[1:0]		MODE3[1:0]		CNF2[1:0]		MODE2[1:0]		CNF1[1:0]		MODE1[1:0]		CNF0[1:0]		MODE0[1:0]	
Канал порта	3				2				1				0			

Таблица 2. Назначение разрядов регистра CRH

Бит регистра	31	30	29	28	27	26	25	24	23	22	21	20	19	18	17	16
Назначение	CNF7[1:0]		MODE7[1:0]		CNF6[1:0]		MODE6[1:0]		CNF5[1:0]		MODE5[1:0]		CNF4[1:0]		MODE4[1:0]	
Канал порта	15				14				13				12			
Бит регистра	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0
Назначение	CNF3[1:0]		MODE3[1:0]		CNF2[1:0]		MODE2[1:0]		CNF1[1:0]		MODE1[1:0]		CNF0[1:0]		MODE0[1:0]	
Канал порта	11				10				9				8			

Таблица 3. Назначение разрядов регистра ODR

Бит регистра	31	30	29	28	27	26	25	24	23	22	21	20	19	18	17	16
Назначение	Резерв															
Бит регистра	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0
Назначение	ODR15	ODR14	ODR13	ODR12	ODR11	ODR10	ODR9	ODR8	ODR7	ODR6	ODR5	ODR4	ODR3	ODR2	ODR1	ODR0

Таблица 4. Назначение разрядов регистра IDR

Бит регистра	31	30	29	28	27	26	25	24	23	22	21	20	19	18	17	16
Назначение	Резерв															
Бит регистра	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0
Назначение	IDR15	IDR14	IDR13	IDR12	IDR11	IDR10	IDR9	IDR8	IDR7	IDR6	IDR5	IDR4	IDR3	IDR2	IDR1	IDR0

32-разрядный регистр BSRR предназначен для сброса и установки отдельных каналов порта, настроенных на вывод. Назначение разрядов регистра BSRR представлено в таблице 5.

Данный регистр позволяет менять состояние конкретных каналов порта без изменения остальных каналов. Запись единицы в один из старших разрядов этого регистра сбрасывает соответствующий выход канала порта, а запись единицы в младшие разряды устанавливает высокий уровень сигнала на соответствующем канале порта.

Запись в регистр производится в формате 32-разрядного слова, при этом нулевые биты никакого действия не оказывают. Все разряды данного регистра доступны только для записи. Для исключения неоднозначности при одновременной записи единиц в разряды BS и BR приоритетными будут разряды BS, т.е. выходы каналов устанавливаются в высокий уровень.

В принципе для записи любого значения в порт достаточно одного регистра ODR, но для того чтобы изменить с его помощью состояние только некоторых каналов порта, потребуется выполнить несколько операций. Вначале нужно будет прочесть состояние регистра ODR, затем модифицировать его и потом записать обратно, чтобы сохранить состояние остальных каналов порта. Таким образом, понадобится три команды, которые потребуют программную память микроконтроллера и время на их выполнение. Использование регистра BSRR позволяет установить или сбросить любой канал

порта всего лишь с помощью одной команды. Это экономит память и время микроконтроллера.

Кроме того, с помощью этого регистра можно задать, какой из подтягивающих резисторов будет использоваться в случае настройки канала порта на ввод. Единичное состояние соответствующего разряда регистра подключит вход канала через подтягивающий резистор к плюсовому источнику питания, а нулевое состояние – к общей цепи.

Регистр BRR представляет собой 32-разрядный регистр, предназначенный лишь для сброса в нулевое состояние каналов порта, настроенных на вывод. Аналогично регистру вывода ODR, в регистре ввода IDR используется только 16 младших бит из 32. Назначение разрядов регистра IDR представлено в таблице 6.

Так же как и для регистра BSRR, запись в регистр BRR нулевых бит никакого действия не оказывает. Все разряды данного регистра доступны только для записи.

Данный регистр, в отличие от регистра BSRR, позволяет осуществлять сброс каналов порта без смещения на 16 разрядов. Во многих случаях это облегчает труд программистов.

Наконец, последний регистр LCKR, представляющий собой 32-разрядный регистр, предназначен для блокировки установленной конфигурации. В регистре блокировки LCKR используется 17 младших разрядов из 32, остальные разряды зарезервированы. Назначение всех разрядов регистра LCKR представлено в таблице 7.

Разряды от 0 до 15-го регистра LCKR определяют каналы порта, а разряд 16 с именем LCKK предназначен для осуществления самой операции блокировки конфигурации. Все задействованные биты данного регистра доступны для записи и чтения.

Процедура блокировки осуществляется следующим образом:

- установить бит LCK, соответствующий блокируемому каналу, в единичное состояние;
- выполнить последовательно запись в разряд LCKK значения 1, затем 0 и снова 1;
- прочесть регистр LCKR;
- повторно прочесть регистр LCKR.

Все операции должны быть выполнены последовательно друг за другом. После чего запись в конфигурационные регистры портов CRL и CRH будет заблокирована. Разблокировать её можно будет только аппаратным сбросом.

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

ПРОГРАММНАЯ ИНИЦИАЛИЗАЦИЯ

Перед началом работы любого порта GPIO STM32 его необходимо настроить. Для этого требуется разрешить тактирование порта, задать его максимальную тактовую частоту и установить режим работы. Включать тактирование порта необходимо, поскольку после сброса оно автоматически отключается для того, чтобы снизить потребление тока и предотвратить нагрев микроконтроллера. Кстати сказать, тактирование изначально отключено не только для всех портов, но и для многих других функциональных блоков.

Ниже приведен пример настройки порта GPIOA на языке Си в режим цифрового симметричного выхода:

```
// Разрешить тактирование порта
GPIOA
RCC->APB2ENR |=
RCC_APB2ENR_IOPAEN;
// Конфигурирование канала 0
порта GPIOA на вывод
GPIOA->CRL &= ~GPIO_CRL_MODE0; //
Очистить разряды MODE
GPIOA->CRL |= GPIO_CRL_MODE0_0;
// Задать частоту 10 МГц
GPIOA->CRL &= ~GPIO_CRL_CNF0; //
Обнулить разряды CNF, установив
режим симметричного выхода
```

Таблица 5. Назначение разрядов регистра BSRR

Бит регистра	31	30	29	28	27	26	25	24	23	22	21	20	19	18	17	16
Назначение	BR15	BR14	BR13	BR12	BR11	BR10	BR9	BR8	BR7	BR6	BR5	BR4	BR3	BR2	BR1	BR0
Бит регистра	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0
Назначение	BS15	BS14	BS13	BS12	BS11	BS10	BS9	BS8	BS7	BS6	BS5	BS4	BS3	BS2	BS1	BS0

Таблица 6. Назначение разрядов регистра BRR

Бит регистра	31	30	29	28	27	26	25	24	23	22	21	20	19	18	17	16
Назначение	Резерв															
Бит регистра	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0
Назначение	BR15	BS14	BS13	BR12	BR11	BR10	BR9	BR8	BR7	BR6	BR5	BR4	BR3	BR2	BR1	BR0

Таблица 7. Назначение разрядов регистра LCKR

Бит регистра	31	30	29	28	27	26	25	24	23	22	21	20	19	18	17	16
Назначение	Резерв															LCKK
Бит регистра	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0
Назначение	LCK15	LCK14	LCK13	LCK12	LCK11	LCK10	LCK9	LCK8	LCK7	LCK6	LCK5	LCK4	LCK3	LCK2	LCK1	LCK0

Для настройки данного канала порта в режим выхода с открытым стоком следует добавить операторы:

```
GPIOA->CRL |= GPIO_CRL_CNFR0_0; //
Установить режим выхода
с открытым стоком
```

Поскольку микроконтроллеры ARM Cortex содержат большое количество функциональных блоков и, соответственно, регистров для их инициализации, разработчиками программного обеспечения были созданы специальные структуры данных и библиотеки, предназначенные для облегчения труда программистов. К их числу относится библиотека CMSIS (Cortex Microcontroller Software Interface Standard), которая представляет собой единый стандарт описаний ресурсов микроконтроллеров ARM Cortex.

Программы для ARM-микроконтроллеров, написанные на языке программирования Си, активно используют разнообразные структуры данных и определений из этих библиотек. Это позволяет легко переносить программы, написанные для одного типа микроконтроллера, на другой, поскольку вместо конкретных значений адресов регистров и числовых констант для инициализации используются символьные имена и указатели на них. Такие имена заранее определены в библиотечных файлах для конкретных моделей АРМ-микроконтроллеров и эквивалентны конкретным числовым значениям.

В приведённом выше примере как раз используются такие элементы. Например, запись `RCC->APB2ENR` представляет собой обращение к регистру `APB2ENR` из группы регистров тактирования и контроля `RCC`, а `RCC_APB2ENR_IOPAEN` является символьной записью значения управляющего бита порта `PORTA` в регистре `APB2ENR`. В числовом виде `RCC_APB2ENR_IOPAEN` выглядит как `0x00000004`.

Символьные имена для всех портов STM32, включая приведённые выше, содержатся в файле `stm32f10x.h` среды разработки Keil.

Перед установкой конфигурации порта поля регистра для нужного нам канала очищаются с помощью обнуления всех разрядов этих полей. Для установки конфигурации порта

используется оператор «|» логической функции «ИЛИ», который позволяет установить нужные разряды в поле регистра или оператор «&» логической функции «И» для обнуления конкретных разрядов регистра.

При необходимости одновременной настройки нескольких каналов порта можно использовать объединение нескольких значений с помощью оператора «ИЛИ». Например, задать частоту 10 МГц для `PORTA.0` и `PORTA.1` можно так:

```
GPIOA->CRL |= GPIO_CRL_MODE0_0 |
GPIO_CRL_MODE1_0
```

После выполнения всех этих действий настройку порта можно считать законченной.

Описанную выше настройку также можно произвести с помощью следующих двух строк:

```
RCC->APB2ENR |= 0x00000004; //
Разрешить тактирование порта
GPIOA
GPIOA->CRL = 0x00000001; //
PORTA.0 в режим симметричного
выхода с частотой 10 МГц
```

Однако такая запись труднее поддаётся анализу и в ней легче совершить ошибку.

Запись данных в регистр любого порта производится классическим способом, с помощью операции присвоения:

```
GPIOA->ODR=0x0001; // Записать
в PORTA значение 0x0001
```

Для установки или сброса нескольких каналов порта можно использовать регистр `BSRR`, например, так:

```
GPIOA->BSRR=0x00020001; // Уста-
новить канал 0 и сбросить канал 1
порта A
```

Аналогичную процедуру можно выполнить с помощью predefined констант:

```
GPIOA->BSRR=GPIO_BSRR_BS0 |
GPIO_BSRR_BR1;
```

Для настройки этого же порта на аналоговый вход применяются следующие операторы:

```
// Конфигурирование канала 0
порта GPIOA как аналоговый вход
GPIOA->CRL &= ~GPIO_CRL_MODE0; //
Очистить разряды MODE регистра
CRL
GPIOA->CRL &= ~GPIO_CRL_CNFR0; //
Очистить разряды CNF регистра CRL
```

Чтобы настроить порт на дискретный вход, следует добавить оператор:

```
GPIOA->CRL |= GPIO_CRL_CNFR0_0; //
Дискретный вход без подтяжки
к шине питания
```

Наконец, чтобы подтянуть этот вход к шине питания, используются операторы:

```
GPIOA->BSRR = GPIO_BSRR_BS0; //
Подтянуть вход к плюсовому
потенциалу
```

или

```
GPIOA->BSRR = GPIO_BSRR_BR0; //
Подтянуть вход к нулевому
потенциалу
```

Чтение данных порта или состояния конкретного канала производится с помощью регистра `IDR`. Вот несколько примеров чтения данных:

```
x= GPIOA->IDR; // Присвоить
переменной x данные из порта A
if (GPIOA->IDR & GPIO_IDR_IDR0)
x=1; // Если канал 0 порта A
не сброшен, то x=1
```

С помощью таких простых операторов можно построить любую сложную программу, которая сможет анализировать состояние внешних устройств и управлять ими.

Существуют и другие способы обращения к регистрам STM32, например с применением библиотек отладочного комплекта STM32VLDISCOVERY. Однако все эти способы в конце концов сводятся к простейшим операциям чтения и записи регистров. Естественно, каждый разработчик имеет право сам определить, какой способ ему больше нравится и что использовать.

ЛИТЕРАТУРА

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

Портирование стека Keil RL-TCPNet на микроконтроллер MDR32F9Q2I

Андрей Шаронов, Равиль Бикметов (г. Пермь)

Основной задачей портирования стека является разработка драйвера физического уровня, который должен обеспечивать работу канала связи UART/RS-232 и протокола PPP.

ВВЕДЕНИЕ

Микроконтроллер MDR32F9Q2I можно по праву назвать единственным массовым отечественным микроконтроллером, созданным за последнее десятилетие. «Миландр» – компания-производитель постаралась на славу: стандартное микропроцессорное ядро Cortex-M3, разнообразная периферия, сравнительно низкая цена, как микроконтроллера, так и отладочного комплекта, и хорошая поддержка на интернет-странице производителя дают микроконтроллеру шанс закрепиться не только на рынке компонентов для ВПК, но и на гражданском рынке. Важен и тот факт, что поддержка данного кристалла включена в популярную среду Keil uVision.

КРАТКИЙ ОБЗОР СУЩЕСТВУЮЩИХ СТЕКОВ TCP/IP ДЛЯ МИКРОКОНТРОЛЛЕРОВ

В современном мире любой разрабатываемый прибор должен уметь ра-

ботать в глобальной или в локальной сети. Для реализации подобных возможностей разрабатываются специальные программные библиотеки – стеки TCP/IP. На данный момент, как на микроконтроллер MDR32F9Q2I, так и на другие микроконтроллеры серии 1986BEx компании «Миландр», портированы стеки lwIP и uIP. К сожалению, стек RL-TCPNet компании Keil для данного семейства официально не был адаптирован. Поскольку авторы имеют достаточно много наработок по данному стеку, было принято решение о его переносе на отладочную плату микроконтроллера MDR32F9Q2I.

В сравнительную таблицу 1 включены три вышеперечисленных стека. Видно, что стек RL-TCPNet хотя и обладает рядом недостатков, среди которых тесная связь с единственной средой Keil uVision и закрытый исходный код, но имеет неплохие возможности и уверенно конкурирует с другими стеками для встраиваемых при-

ложений. Поэтому наличие порта на микроконтроллере MDR32F9Q2I будет более чем уместно.

ОПИСАНИЕ ПРОТОКОЛА PPP

Ввиду отсутствия поддержки протокола Ethernet на уровне микроконтроллера, в качестве протокола канального уровня будет использован PPP. На физическом уровне передачи данных используется последовательный интерфейс RS-232. Этот же интерфейс используется для подключения к компьютеру отладочной платы с микроконтроллером MDR32F9Q2I.

Сам протокол позволяет организовать соединение «точка-точка», поэтому в сети могут присутствовать только один клиент и один сервер. В данном случае, сервером будет выступать отладочная плата, а клиентом – персональный компьютер. Протокол позволяет реализовать контроль целостности кадра, а также два режима авторизации пользователя. Все эти возможности протокола успешно реализованы в стеке TCPNet. Включить поддержку данного протокола можно в настройках конфигурационного файла *Net_Config.c* с помощью мастера настройки среды Keil uVision. Меню мастера показано на рисунке 1.

Таблица 1. Сравнительная характеристика встраиваемых стеков TCP/IP

	uIP	lwIP	TCPNet	OpenTCP	uC/TCP-IP
Поддерживаемые платформы	AVR, MSP430, ARM и др. (адаптирован для низкопроизводительных микроконтроллеров)	ARM, MIPS, ColdFire и др.	ARM	AVR, MSP430, ColdFire и др. (адаптирован для низкопроизводительных микроконтроллеров)	AVR, MSP430, ARM и др.
Исходный код	Открытый	Открытый	Закрытый	Открытый	Открытый
Лицензия	Freeware	Freeware	Коммерческий	Freeware	Коммерческий
Поддержка микроконтроллеров линейки 1986BEx	+	+	-	-	-
Протоколы канального уровня	Ethernet, PPP, SLIP	Ethernet, PPP, SLIP	Ethernet, PPP, SLIP	Ethernet	Ethernet, PPP, SLIP
Прикладные протоколы	HTTP, FTP, SNMP	HTTP, FTP, SNMP	HTTP, FTP, SNMP, SMTP, TFTP, Telnet и др.	HTTP, FTP, SNMP, SMTP, TFTP, Telnet и др.	HTTP, FTP, SNMP, SMTP, TFTP, Telnet и др.
Интерфейс BSD-сокетов	-	+	+	+	+
Тесная интеграция с Keil uVision	-	-	+	-	-

Таблица 2. Функции драйвера последовательного интерфейса

Функция	Описание
init_serial()	Инициализация контроллера последовательного интерфейса
com_getchar()	Чтение символа из буфера приема
com_putchar()	Запись символа в буфер передачи
com_tx_active()	Определяет, активен ли передатчик в данный момент

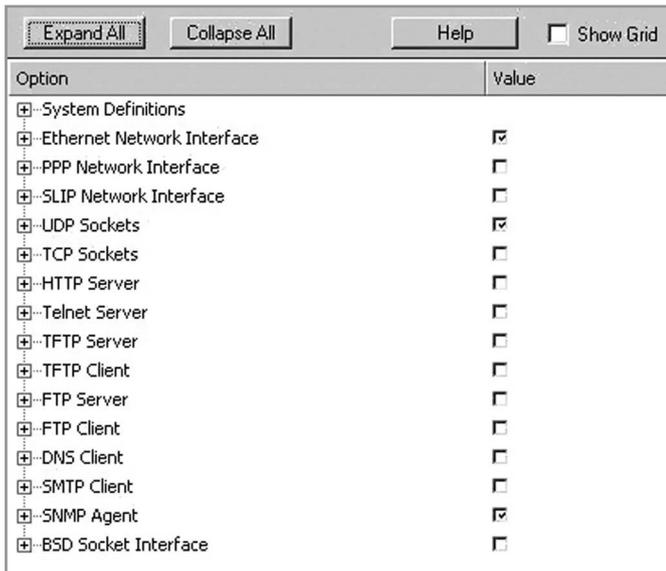


Рис.1. Меню мастера настройки файла *Net_Config.c*

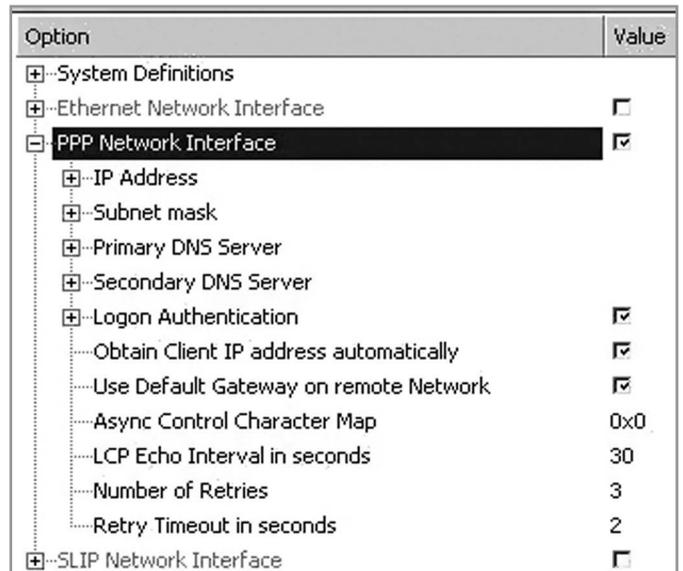


Рис.2. Настройки интерфейса PPP

Для начала при необходимости поставим галочку вместо Ethernet Network Interface напротив PPP Network Interface. Далее, открыв меню настроек интерфейса PPP, проверим все остальные параметры (см. рис. 2). Здесь можно настроить IP-адрес устройства, маску подсети, указать адреса серверов DNS, а также различные параметры авторизации клиента (логин, пароль, ре-

жим авторизации). Решить, выдавать ли клиенту автоматически IP-адрес или, если сама встраиваемая система выступает в роли клиента, получать его автоматически, установить режим управления передачей символов, число попыток соединения и другие параметры. Для успешной работы протокола PPP необходим драйвер физического уровня. Роль такого драйвера дол-

жен исполнять файл с названием *Serial_имя семейства микроконтроллеров.c*. Такие файлы находятся в каталоге C:\каталог установки Keil\ARM\RL\TCPnet\Drivers. Как уже было сказано, аналогичный драйвер для микроконтроллера MDR32F9Q2I отсутствует. Фактически основной задачей портирования стека является разработка такого драйвера физиче-

... внедряя в кристалл **ИНТЕЛЛЕКТ**

www.milandr.ru

20 лет

на рынке микроэлектроники

сохраняя достижения

приближая будущее

создавая настоящее

МИЛАНДР
Группа компаний

Si

- Микропроцессоры
- Микроконтроллеры
- ИС памяти
- ИС ЦАП, АЦП
- Интерфейсные ИС
- ИС управления питанием
- Радиочастотные ИС
- Электронные модули

Реклама

© СТА-ПРЕСС

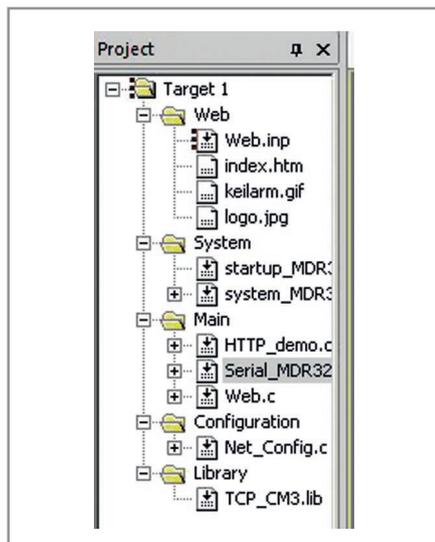


Рис.3. Структура проекта

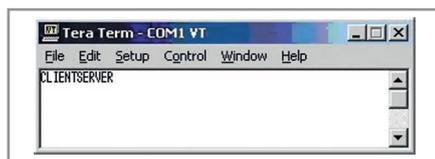


Рис.4. Окно терминальной программы при первом запуске программы

ского уровня, который должен обеспечивать следующие функции:

- инициализацию контроллера UART;
- отправку байта контроллеру UART;
- чтение байта, принятого контроллером UART;
- индикацию активности контроллера UART.

Листинг 1

```
void frq_init(void)
{
MDR_RST_CLK->HS_CONTROL = 0x1; // Enable HSE oscillator
while (MDR_RST_CLK->CLOCK_STATUS == 0x00) __NOP();
// wait while HSE startup
MDR_RST_CLK->PLL_CONTROL |= (6-1)*0x100; // PLL=6 - CPU CLK 48 MHz
MDR_RST_CLK->PLL_CONTROL |= 0x04; // Enable PLL for CPU
while (!(MDR_RST_CLK->CLOCK_STATUS & 0x02))
__NOP();
MDR_RST_CLK->CPU_CLOCK = 0x106; // switch to HSE (8 MHz)
SystemCoreClockUpdate(); // Get Core Clock Frequency
}
```

Листинг 2

```
static void timer_poll ()
{
/* System tick timer running in poll mode */

if (SysTick->CTRL & 0x10000)
{
/* Timer tick every 100 ms */
timer_tick ();
tick = __TRUE;
}
}
```

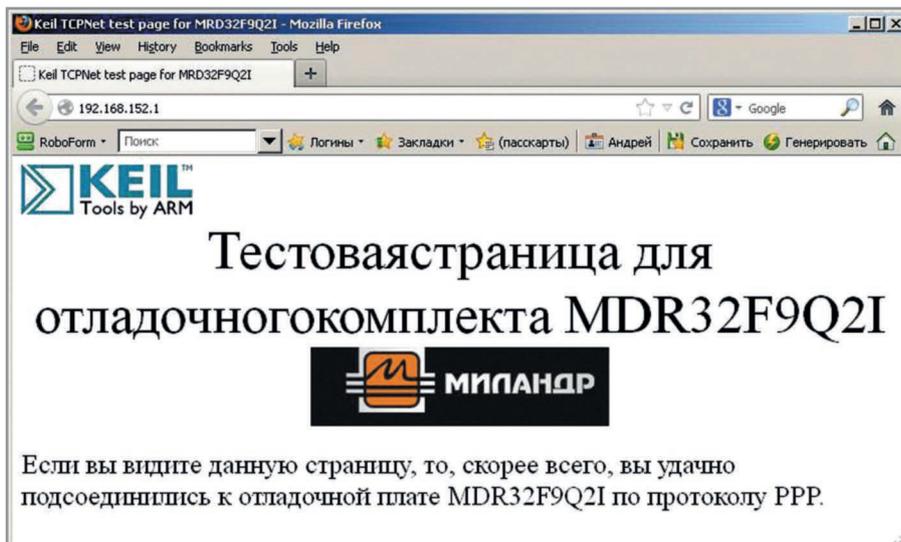


Рис.5. Тестовая страница HTTP-сервера

Названия функций и их краткие описания представлены в таблице 2. Более подробное описание приведено в [1].

Помимо функций, драйвер должен обрабатывать прерывания от контроллера UART, в котором будет осуществляться помещение принятых символов в буфер приема и отправка символов из буфера передачи в канал UART/RS-232.

ПОРТИРОВАНИЕ СТЕКА TCPNET

Процедуру портирования можно разделить на три этапа:

1. настройка тактового генератора на частоту 48 МГц;
2. разработка функции генерации системных тиков с помощью системного таймера микроконтроллера;
3. разработка драйвера физического уровня.

Для начала рассмотрим функцию настройки тактового генератора. В отличие от микроконтроллеров семейства LPC23xx/24xx и LPC17xx, микроконтроллер MDR32F9Q2I не имеет визуальных средств настройки умножителя тактовой частоты. Поэтому инициализация умножителя проводится пользователем в тексте программы. Для этого требуется настроить тактовый генератор на использование внешнего кварцевого резонатора, инициализировать умножитель частоты и настроить генератор тактовых импульсов для периферийных устройств. Все эти операции проводятся над регистрами блока MDR_RST_CLK, отвечающего за тактирование микроконтроллера. При инициализации нам понадобятся четыре регистра:

- HS_CONTROLL – определяет источник тактовых импульсов микроконтроллера. Здесь необходимо настроить тактирование от внешнего кварцевого резонатора;
- PLL_CONTROL – производит настройку умножителя частоты, отдельно для процессорного ядра и для контроллера USB;
- CPU_CLOCK – выбор источника тактовых импульсов для процессорного ядра микроконтроллера и периферийных устройств, не оснащенных собственным умножителем частоты;
- CLOCK_STATUS – регистр состояния, где устанавливаются флаги готов-

ности различных узлов тактового генератора.

Каждый из перечисленных регистров подробно описан в спецификации на микроконтроллер на интернет-странице производителя [2]. Для инициализации тактового генератора на частоте 48 МГц была разработана следующая функция (см. листинг 1).

В качестве прототипа программы, демонстрирующей возможности TCPNet на микроконтроллере MDR32F9Q2I, был выбран проект для платы MCBSTM32, расположенный в каталоге C:\каталог установки Keil\ARM\Boards\Keil\MCBSTM32\RL\TCPnet\Http_demo. Функция формирования системного тика (timer_poll()) находится в файле HTTP_demo.c. Внимательное сравнение системных таймеров MCD32F9Q2I и STM32F103RB не выявило никаких различий, поэтому функция timer_poll() была оставлена без изменений (см. листинг 2).

В качестве прототипа драйвера физического уровня также был взят драйвер Serial_STM32.c указанной платы. Были изменены функции init_serial(), com_putchar и функция обработчика прерывания. Полный текст нового драй-

вера, названного Serial_MDR32F9x.c, приведён в Приложении 1, которое можно загрузить с интернет-страницы журнала.

В качестве прикладного приложения, как и в примере для MCBSTM32, используется HTTP-сервер. Для него была написана специальная тестовая страница. Общий состав файлов проекта приведен на рисунке 3.

После успешной компиляции программа была загружена в отладочную плату с помощью отладчика MT-Link, являющегося клоном отладчика Segger J-Link v7. Более подробно процесс настройки проекта для работы с данным отладчиком описан в [3].

ИСПЫТАНИЯ

Разработанный проект встраиваемого HTTP-сервера был протестирован с помощью компьютера под управлением Windows XP. При первом старте проекта с помощью терминальной программы плате была отправлена команда CLIENT, на которую плата ответила CLIENTSERVER (см. рис. 4).

Такой обмен строками характерен при установке прямого соединения через последовательный порт компьютеров под управлением операционных

систем Windows. После этого было настроено прямое подключение к плате через последовательный порт и произведено подключение по протоколу PPP. С помощью браузера была открыта страница HTTP-сервера (см. рис. 5).

Как видно из вышеприведённых рисунков, тестовая программа справляется со своими задачами. К сожалению, выявились и недостатки. Для повторного подключения к плате после разрыва связи необходимо перезапустить программу, однако данная проблема характерна и для других примеров в составе программной среды Keil uVision, и может быть решена пользователем библиотеки при разработке собственных проектов.

ЛИТЕРАТУРА

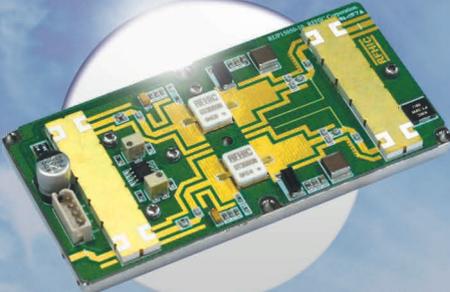
1. RL-ARM User's Guide. Serial Routines. www.keil.com/support/man/docs/rlarm/rlarm_tn_ser_funcs.htm
2. Спецификация микроконтроллеров серии 1986BE9x и K1986BE9x. http://milandr.ru/uploads/Products/product_80/spec_seriya_1986BE9x.pdf
3. Голубцов М. Микроконтроллер MDR32F9Q2I. Часть 1. Первое знакомство с микроконтроллером и средствами разработки для него. Современная электроника, №3, 2012. ©



RFHIC
www.rfhic.com

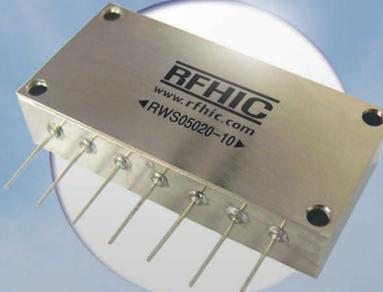
СВЧ ПРИЁМОПЕРЕДАЮЩИЕ УСТРОЙСТВА





Усилители для РЛС:

- Широкий частотный диапазон: от 135 МГц до 9,5 ГГц
- Высокий уровень мощности
- Высокая эффективность
- Использование GaN-технологии
- Соответствие стандарту RoHS



Усилители для систем связи и широкополосные усилители:

- Широкий частотный диапазон: от 800 МГц до 2,8 ГГц
- Высокий уровень мощности
- Высокая эффективность
- Использование GaN-технологии
- Соответствие стандарту RoHS

ОФИЦИАЛЬНЫЙ ДИСТРИБЬЮТОР КОМПАНИИ RFHIC В РОССИИ





АКТИВНЫЙ КОМПОНЕНТ ВАШЕГО БИЗНЕСА

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

Высоковольтные реле и контакторы фирмы Gigavac

Андрей Лахно (Москва)

Компания Gigavac, расположенная в Калифорнии, является ведущим экспертом в области разработки высоковольтных реле и герметичных контакторов. Компания производит и продаёт высоковольтные реле, контакторы и другие силовые изделия. В статье представлены высоковольтные реле, способные управлять большими мощностями в режиме «холодной» и «горячей» коммутации, а также герметичные контакторы для цепей постоянного и переменного тока.

Сфера применения высоковольтных реле достаточно широка. В первую очередь, это различные радиочастотные устройства, оборудование с большими бросками тока и напряжения (до 70 кВ), где реле используют для коммутации ёмкостных и индуктивных нагрузок; приборы для изме-

рения напряжения пробоя и сопротивления изоляции; промышленные коммутаторы постоянного тока (во взрывозащищённом исполнении) и др. Поэтому данная продукция востребована во многих отраслях промышленности.

В перечень продукции Gigavac входят:

- вакуумные реле для радиочастотных устройств и «горячей» коммутации;
- газонаполненные реле для коммутационного оборудования с большими бросками напряжения и разрядами ёмкостных нагрузок;
- высоковольтные герконовые реле с большим сроком службы для маломощных приложений;
- герметичные контакторы постоянного и переменного напряжения, предназначенные для коммутации больших токов.

Впервые реле и контакторы Gigavac были разработаны для радиочастотных устройств, где требуются реле как можно меньшего размера, с малыми радиочастотными потерями и превосходными диэлектрическими свойствами при высоких напряжениях, к тому же способные работать в жёстких климатических условиях. Кроме того, широкое применение реле Gigavac нашли в контрольно-измерительной аппаратуре, высоковольтных источниках питания и оборудовании для проведения магниторезонансных исследований. На рисунках 1 и 2 показаны две наиболее широко применяемые конструкции высоковольтных реле.

Для увеличения электрической прочности изоляции в высоковольтных реле в качестве диэлектрика используется вакуум или инертный газ.

В такой среде не происходит окисления контактов, что позволяет использовать медные или родиевые контакты, способные выдерживать большие токи. Характеристики реле Gigavac приведены в таблице 1.

В линейке высоковольтных реле Gigavac следует отметить появление нового двухполюсного реле G53WF с рабочим напряжением до 20 кВ. Это реле идеально подходит для работы при длительной токовой нагрузке (до 150 А) и для мощных высокочастотных коммутаторов с низкими потерями сигнала. Сочетание массивных медных контактов и вакуумного диэлектрика обеспечивает стабильно низкое сопротивление контактов (12 мОм), что делает реле идеальным для применения и в цепях постоянного тока, и в высокочастотных схемах.

Компания Gigavac, специализирующаяся на производстве высоковольтных реле и контакторов военного и аэрокосмического применения, продолжает расширять серию контакторов GX. Изделия данной серии позволяют коммутировать токи до 600 А при напряжении до 800 В. Их силовые входы соответствуют по размерам стандартным монтажным панелям UL508, поэтому отпадает необходимость в подборе специальных силовых кабелей, шин или наконечников для подключения проводников. Герметизация реле произведена по запатентованной технологии EPIC, которая гарантирует герметичность при температуре окружающей среды до +175°C, что снижает риски возникновения пожара и оплавления контактов при перегрузке по току. Качество герметизации соответствует стандарту IP67, что допускает кратковременную (до 30 мин.) эксплуатацию под водой. Для облегчения монтажа предусмотрена возможность установки реле в любом положении (вертикальном или горизонтальном).

Применение в конструкции контакторов двойных катушек позволяет уменьшить энергопотребление и снизить генерацию радиопомех (элект-

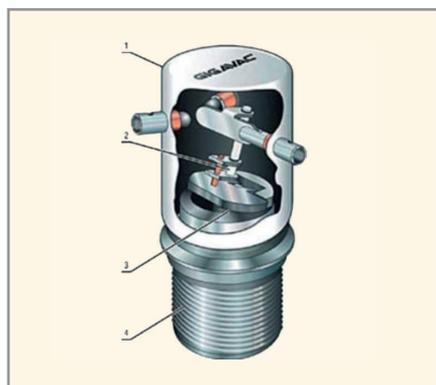


Рис. 1. Высоковольтное реле с вращаемой арматурой:

1 – керамическая оболочка, 2 – вращаемая арматура, 3 – пружина, 4 – катушка в сборе

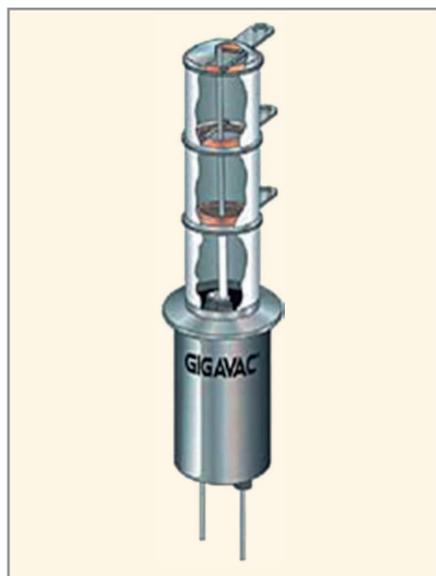


Рис. 2. Высоковольтное реле с диафрагмой

Таблица 1. Характеристики реле Gigavac

Тип реле	До 32 МГц		До 60 Гц	
	Максимальное рабочее напряжение, кВ	Максимальный рабочий ток, А	Максимальное рабочее напряжение, кВ	Максимальный рабочий ток, А
Герконовые «Холодная» коммутация	8	6	15	5
Вакуумные «Горячая» коммутация (включение и отключение под нагрузкой)	7	15	25	110
Газонаполненные «Горячая» коммутация с ограничениями (включение под нагрузкой)	–	–	70	30



Рис. 3. Контактор серии GXL14

ромагнитную интерференцию) в схеме управления. Одним из преимуществ данных контакторов является наличие встроенной системы гашения ЭДС самоиндукции, что исключает необходимость во внешней системе гашения. Изготовление монтажных элементов из нержавеющей стали является гарантией отсутствия коррозии в течение многих лет эксплуатации.

Поскольку срок службы зависит от вида нагрузки (активная, индуктивная, ёмкостная или комбинированная), компания Gigavac предлагает покупателям протестировать контактор в сво-

их изделиях, чтобы подтвердить заявленный срок службы. Как известно, срок службы увеличивается при снижении токов переключения. Если принять срок службы при токе переключения 150 А за минимальный, то увеличение срока службы в 2 раза произойдёт при снижении тока до 75 А, а при токе 30 А срок службы увеличится в 5 раз.

Основным критерием работоспособности контакторов в аппаратуре является надёжность. В свою очередь надёжность напрямую зависит от износостойкости контактов. В таблице 2 представлены основные электрические

характеристики контакторов серии GX, в том числе количество циклов включения и отключения нагрузки, характеризующее износостойкость.

В линейке контакторов GX можно выделить серию поляризованных контакторов GXL14 (см. рис. 3), которые работают без постоянного питания катушки. Эта особенность играет большую роль при эксплуатации приборов в таких областях, как солнечная энергетика, системы резервного питания и автономное тяговое оборудование. В поляризованном реле необходим лишь кратковременный импульс

125363, Россия, Москва
ул.Штурвальная, д.3, стр.1
тел./факс: (495) 925-50-12
E-mail: postavka@escltd.ru
www.escltd.ru

АППАРАТУРА
СИСТЕМ СВЯЗИ

Эксклюзивный дистрибьютор

GIGAVAC

на территории РФ,
Украины и Белоруссии

NEW!

Переключатель G53WF – первый высоковольтный (20кВ) керамический двухполюсный переключатель на два направления

Предлагаем оптимальные условия поставок продукции:

Altera
Analog Devices
Vishay
Xilinx

Лучшие цены и прямые поставки изделий:

Mini Circuits
Hittite
Holt
Synergy
Pole Zero

КИПиО от ведущих мировых производителей:

Agilent Technologies
Tektronix
FLUKE
Rohde&Shwarz

Поставляем по ценам и срокам производителя продукцию:

ЗАО «Светлана-Полупроводники»
ЗАО «Кремний-Маркетинг»
ОАО «Восход»-КРЛЗ

Опыт подбора и широкая база иностранных аналогов КИПиО

Таблица 2. Характеристики контакторов серии GX

Внешний вид	Тип	Конфигурация контактов	Номинальный ток, А	Напряжение на силовых контактах				Номинальное напряжение втягивающей катушки, В		Рабочая температура, °С								
				Предполагаемое число коммутационных циклов при номинальном токе				Постоянного тока	Переменного тока									
				24 В	300 В	450 В	600 В											
Контакторы с нормально разомкнутыми контактами																		
	GX11	SPST-NO	150	80 000	40 000	20 000	10 000	12 / 24 / 48 / 72 / 120	120 / 240	-55...+85								
		Доп. контакты SPST																
	GX21	SPST-NO																
		Доп. контакты SPST																
	GX32	SPST-NO																
		Доп. контакты SPST																
	GX52	SPST-NO																
		Доп. контакты SPST																
	GX12	SPST-NO									225	60 000	20 000	4000	100	12 / 24 / 48 / 72 / 120	120 / 240	-55...+85
		Доп. контакты SPST																
	GX23	SPST-NO									350	60 000	5000	500	20	12 / 24 / 48	-	-55...+85
		Доп. контакты SPST																
	GX14	SPST-NO																
		Доп. контакты SPST																
	GX34	SPST-NO																
		Доп. контакты SPST																
	GX54	SPST-NO																
		Доп. контакты SPST																
	GX16	SPST-NO	600	8000	200	50	20	12 / 24 / 48	-	-55...+85								
		Доп. контакты SPST																
	GX46	SPST-NO																
		Доп. контакты SPST																
	GX56	SPST-NO																
		Доп. контакты SPST																
	GX66	SPST-NO																
		Доп. контакты SPST																
Контакторы с нормально замкнутыми контактами																		
	GXNC14	SPST-NC									350	60 000	5000	500	20	12 / 24	-	-55...+85
Поляризованные контакторы																		
	GXL14	SPST									350	60 000	5000	500	20	12 / 24	-	-55...+85
		Доп. контакты SPST																

Таблица 3. Характеристики контакторов серии MX

Внешний вид	Тип	Номинальный ток, А	Максимальный ток в течение 1 с (28 В), А	Количество срабатываний при номинальной нагрузке (28 В)	Напряжение катушки управления	Виды монтажа	Размер силовых контактов
Контакторы с нормально разомкнутыми контактами							
	MX11	150	1200	200 000	12, 24, 48, 72 В DC 120 В DC, 120 / 240 В AC	Установка на шасси	M8
	MX21					Вертикальный	
	MX12	200	1200	100 000	12, 24, 48, 72 В DC 120 В DC, 120 / 240 В AC	Установка на шасси	M10
	MX32					Под углом 90°	
	MX52					На панель под углом 90°	
	MX23	300	3000	100 000	12, 24, 48 В DC	Вертикальный	M8
	MX14	400				Установка на шасси	
	MX34					Под углом 90°	
	MX54					На панель под углом 90°	
	MX16	600	4000	100 000	12, 24, 48 В DC	Установка на шасси	M12
	MX46					За нижнюю часть	
	MX56				12, 24 В DC	Боковое крепление	Токопровод
	MX66					На токопровод	
	MX110	1000	6000	40 000	12, 24 В DC	Установка на шасси	M12 × 2
Контакторы с нормально замкнутыми контактами							
	MXNC14	400	3000	100 000	12, 24, 48 В DC	Установка на шасси	M10
Поляризованные контакторы							
	MXL14	400	3000	100 000	12, 24, 48 В DC	Установка на шасси	M10
Контакторы максимального тока и напряжения							
	MXSA	350 600	3000 5000	100 000	12, 24 В DC	Установка на шасси	M10
	MXSB						
	MXSE						

Примечания.

1. Напряжение силовых контактов: 0...48 В DC.

2. Вспомогательные контакты (доп. возможность) – SPST.



Рис. 4. Контактёр серии MX56

для осуществления коммутации контактов. В замкнутом положении контакты удерживаются при помощи постоянного магнита, что позволяет контакторам работать без тепловыделения.

Компания Gigavac также разработала на основе технологии EPIC серию герметичных контакторов постоянного и переменного тока MX, которые полностью соответствуют стандарту MIL-R-6106, что позволяет использовать их в составе военных транспортных средств и оборудовании с большими пусковыми импульсами. Герметичность камеры гарантирует защиту катушки, контактов и электроники от воздействия окружающей среды. Благодаря высококачественному сопряжению металла и керамики, контакторы могут работать при температуре до +200°C. Серебряное покрытие контактов обеспечивает длительную бесперебойную эксплуатацию и устойчивость к залипанию контактов даже при значительных пусковых импульсах и перегрузках. Двойная катушка позволяет уменьшить энергопотребление.

По заказу возможна поставка нормально открытых, нормально закрытых или поляризованных версий контакторов, а также моделей с интегрированными схемами измерения тока и/или напряжения в силовой цепи. В таблице 3 представлены основные электрические характеристики контакторов серии MX, в том числе количество циклов включения и отключения нагрузки, характеризующее износостойкость.

Последней разработкой в линейке MX стал контактор MX56 (см. рис. 4). Однополюсный нормально открытый (SPST-NO) контактор MX56 рассчитан на непрерывную работу и коммутацию (до 100 000 раз) тока



Рис. 5. Переключатель серии P105

600 А при постоянном или переменном напряжении 24 В. Данный контактор разработан для высоконадёжных приложений, таких как военные транспортные средства, автобусы, машины «Скорой помощи», горношахтное оборудование, а также системы резервного питания. В лёгком и компактном контакторе MX56 используется технология, которая снижает мощность удержания катушки без электромагнитных помех, собственных катушкам, использующих широтно-импульсную модуляцию. Контактёр не теряет работоспособность под водой и при температуре от -55 до +90°C (до +200°C со специальной катушкой). Контактёр не требователен к ориентации при установке. Дополнительный однополюсный нормально открытый (SPST-NO) вспомогательный контакт, управляемый сердечником катушки, информирует о положении силовых контактов.

Расширяя номенклатуру силовых изделий, компания Gigavac представляет свой первый продукт в новой линейке, – небольшой и недорогой переключатель P105 MiniTactor (см. рис. 5). Герметичный и лёгкий (менее 100 г) P105 дополняет линейку высоковольтных реле и герметичных контакторов и может быть установлен на панели в любом положении в течение нескольких секунд. Герметичная камера для контактов и катушки обеспечивает переключение в любых условиях. Безопасное замыкание и размыкание осуществляется при напряжении до 1500 В постоянного тока. Благодаря возможности коммутировать ток до 50 А, переключатель MiniTactor является идеальным выбором для систем зарядки аккумуляторных батарей и оборудования для солнечной энергетики.



Рис. 6. Переключатель серии BD9521

Основываясь на технологиях, применяемых в контакторах, компания Gigavac разработала двухполюсный, герметичный, поворотный переключатель для аккумуляторных батарей BD9521 (см. рис. 6). Данный переключатель идеально подходит для отключения батареи во время технического обслуживания или других операций. Использование BD9521 позволяет не отсоединять провода от батареи, что делает отключение безопасным. Для предотвращения случайного переключения, ручка переключателя может быть зафиксирована в любом положении (включён или выключен) при помощи стяжки или замка.

Переключатель BD9521 соответствует стандартам IEC529 и IP67 (защищён от пыли и погружения в воду на глубину до 1 м), что позволяет ему работать практически в любой батарейной системе, обеспечивая коммутацию токов до 500 А. При коммутации постоянного напряжения до 32 В, падение напряжения составит не более 150 мВ, что обеспечивает эффективное использование в любом изделии. Монтаж переключателя осуществляется к никелированной шпильке гайкой M12, обеспечивая лёгкое подключение кабельных наконечников.

Компания Gigavac регулярно проводит модернизацию своей линейки реле и контакторов с целью улучшения их характеристик и, кроме того, специализируется на доработке своих стандартных изделий под специфические требования клиентов.

Российский рынок высоковольтных реле и контакторов был признан стратегически важным направлением развития компании Gigavac. Более подробную информацию можно получить на интернет-странице www.gigavac.com.



ЗАО «НАУЧНО-ПРОИЗВОДСТВЕННАЯ ФИРМА «ДОЛОМАНТ»

11-14 сентября 2013, Россия, Москва

EXPO
1520

УЧАСТНИК ВЫСТАВКИ
EXPO 1520
Павильон № 2, стенд D08/2

ВЫСОКИЕ ТЕХНОЛОГИИ НА СЛУЖБЕ ОТЕЧЕСТВУ

Контрактное производство

электронных изделий любой сложности по конструкторской документации заказчика

★ **Электронные компоненты**

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

★ **Монтаж печатных плат**

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

★ **Поставка печатных плат**

ДОЛОМАНТ является партнером мировых лидеров по производству печатных плат

★ **Сборка приборов, стоек, шкафов**

Полный цикл производства электроники

Заказные разработки

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

Разработка и производство электронного оборудования и программного обеспечения

Более 500 изделий для специальных применений и жестких условий эксплуатации

Поставка в качестве второго поставщика

Более 400 000 наименований изделий иностранного производства под контролем военного представительства

Специальные проверки и исследования

Реклама

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

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

Новости мира News of the World Новости мира

Радиационно-стойкие транзисторы MOSFET R8 повышают КПД на 6%

Компания International Rectifier, IR®, мировой лидер в технологии управления электропитанием, представляет два высокоэффективных радиационно-стойких (RAD-Hard) силовых транзистора MOSFET, выполненных по технологии R8. Новые приборы оптимизированы для применения в регуляторах напряжения космического уровня качества локализованных к нагрузке (point-of-load, POL).

Новые силовые транзисторы MOSFET R8 с логическим уровнем управления используют технологию trench (канавочная), которая обеспечивает чрезвычайно низкое сопротивление канала в открытом состоянии $R_{DS(on)}$ 12 мОм (тип.) и значение полного заряда затвора 18 нКл (типичное значение), повышение значение КПД на 6% по сравнению с существующими решениями. Модель IRHLNM87Y20SCS имеет значение BV_{DSS}



20 В и максимальное значение тока стока (I_D) 17 А. Представленные устройства доступны в новых корпусах SMD 0.2 для поверхностного монтажа, обеспечивающих 50%-ную экономию площади по сравнению существующим решением в корпусе SMD 0.5. Устройства также предлагаются в корпусе TO-39 и в виде кристалла в бескорпусном исполнении для применений в конструкциях микросхем.

Изделия полностью квалифицированы по показателям радиационной стойкости: значение суммарной поглощённой дозы 300 крад (Si), гарантируется отсутствие одиночных эффектов при воздействии протонов и ионов с пороговыми линейными потерями 81 МэВ·см²/мг при номинальном

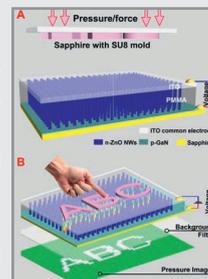
значении напряжения V_{GS} 12 В. В зависимости от планируемой орбиты и ожидаемой радиационной обстановки транзисторы RAD-Hard MOSFET R8 могут применяться в приложениях, требующих срока активного существования миссии – 15 лет и более.

Технические характеристики представлены в таблице.

www.irf.com

Датчик на основе нанопроволоки поможет в создании сверхчувствительных сенсоров

Сенсорные дисплеи, использующие датчики давления, теряют свою популярность. Исключением являются только специализированные устройства с перьевым вводом. Однако такая тенденция не смутила учёных из Технологического института Джорджии, которые разработали чрезвычайно чувствительный сенсор, реагирующий на давление.

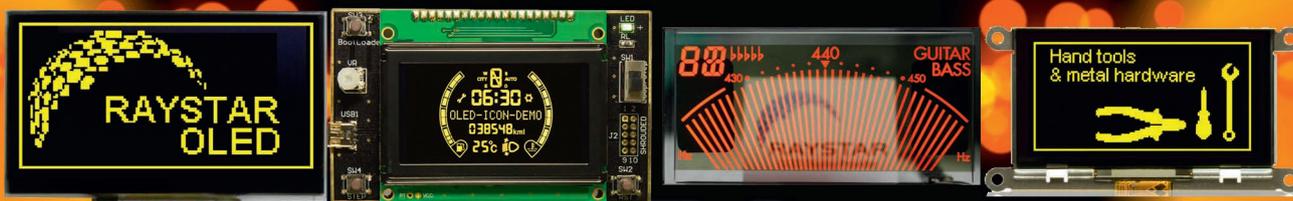


Заказной код	Корпус	Напряжение BV_{DSS} , В	Ток стока I_D , А	Сопротивление $R_{DS(on)}$, мОм	Заряд затвора Q_G , нК	$R_{th(j-c)}$, °C/Вт
IRHLNM87Y20SCS	SMD 0.2	20	17	15	24	3,5
IRHLF87Y20SCS	TO-39			32	27	8



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 от 500 до 2000 кд/м² обеспечивает считывание изображения при ярком солнечном свете
- Высокий контраст 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

ОФИЦИАЛЬНЫЙ ДИСТРИБЬЮТОР ПРОДУКЦИИ RAYSTAR



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



Реклама

Новости мира News of the World Новости мира

Суть изобретения таково: сетка из нанопротоки на основе оксида цинка при нажатии излучает свет, который захватывается и обрабатывается с помощью волоконно-оптического датчика с высокой чувствительностью 6300 dpi. Учитывая тот неоспоримый факт, что быстрее скорости света в природе ничего нет, можно ожидать от сенсора на основе такой технологии гораздо более быструю отзывчивость, чем мы привыкли видеть.

Первым кандидатом на внедрение новой технологии является компьютерная промышленность, где основной упор сделан на сенсорные экраны, однако учёные считают, что их разработка может найти применение и в других областях. В частности, это могут быть системы по сканированию отпечатков пальцев или же передовые разработки поверхностей, имитирующих человеческую кожу при прикосновении.

В данный момент исследователи оттачивают технологию производства, после этого можно ожидать появления опытных образцов и внедрения технологии в массовое производство.

www.engadget.com

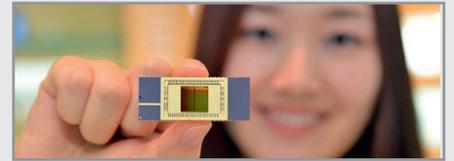
Samsung открыл эру памяти на 3D-чипах

Компания Samsung Electronics объявила о начале массового производства новых чипов флэш-памяти NAND ёмкостью 16 ГБ. Впервые в новых микросхемах в промышленных масштабах реализована технология размещения ячеек в объёмной структуре 3D V-NAND.

До сегодняшнего дня флэш-память представляла собой планарную, двухмерную структуру ячеек, и повышать плотность хранения информации позволяло уменьшение технологического процесса производства. С приближением технологического процесса к 10-нм норме между ячейками памяти стала возникать интерференция, в результате чего надёжность хранения данных снизилась ниже допустимого предела.

Технология 3D V-NAND призвана разрешить эту проблему: открыть новый способ повышения плотности хранения данных в дальнейшем, сохранив такую технологическую норму, которая обеспечит необходимый уровень надёжности.

В новых чипах памяти, выполненных по технологии 3D V-NAND, ячейки расположе-



ны по отношению друг к другу в трёх измерениях. Соединение ячеек по вертикали обеспечивается специальными проводниками. В одной микросхеме может быть до 24 слоев с ячейками.

В Samsung утверждают, что при помощи 3D V-NAND можно добиться 8-кратного увеличения ёмкости. Однако новая технология позволяет не только повысить плотность, но и получить гораздо более высокую надёжность (в 2–10 раз) по сравнению с NAND-памятью, выполненной на базе 10-нм техпроцесса. Кроме того, 3D V-NAND обеспечивает более высокую скорость записи.

Новая память подходит для устройств различного типа: она может использоваться как в потребительской электронике, так и в промышленном оборудовании, включая твёрдотельные накопители. В будущем Samsung планирует расширять портфель продукции с технологией 3D V-NAND.

www.samsung.com

ВАКУУМНО-ЛЮМИНЕСЦЕНТНЫЕ ДИСПЛЕИ ДЛЯ ЖЁСТКИХ УСЛОВИЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ

Яркость 600 кд/м²

Угол обзора 150°
(конусный)

Встроенные
контроллеры
управления

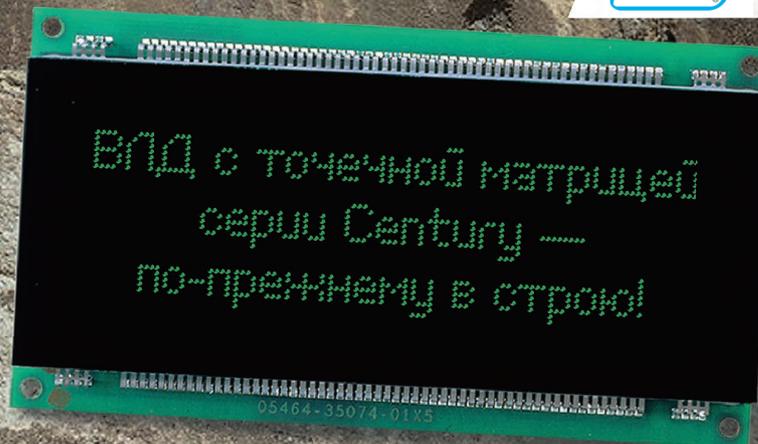
Символы высотой
5 и 9 мм

Вибрации от 10 до 500 Гц

Удары до 20 г
(по каждой оси)

Ресурс от 40 000
до 100 000 часов

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



ОФИЦИАЛЬНЫЙ ДИСТРИБЬЮТОР ПРОДУКЦИИ IEE

PROSOFT[®]

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



Реклама

Цифровые измерители мощности серии 66200

Сергей Гудков, Ангелина Шадейко (Москва)

В статье представлены цифровые измерители мощности серии 66200 производства компании Chroma, используемые для измерения мощности в однофазных системах питания переменного тока и других параметров.

Цифровые измерители мощности серии 66200 производства компании Chroma АТЕ (см. рис.) предназначены для измерения мощности в однофазных системах питания переменного тока. Заявленные приборы позволяют проводить измерения и других параметров, представляющих интерес для большинства потребителей.

В измерителях мощности серии 66200 используется современная тех-

нология цифровой обработки сигналов (DSP, digital signal processing). Внутренние 16-разрядные аналого-цифровые преобразователи (АЦП) с частотой дискретизации до 240 кГц обеспечивают высокую скорость и прецизионную точность измерений. На рынке предлагаются две модификации прибора: 66201 и 66202 (см. табл.).

Модель 66201 применяется для измерения при низких уровнях мощ-

ности (максимальная сила тока 2 А). Примерами таких устройств являются адаптеры переменного тока, зарядные устройства для аккумуляторных батарей, ЖК-мониторы и аналогичные приборы.

Модель 66202 позволяет проводить измерения средних уровней мощности (максимальная сила тока до 20 А). По сравнению с другими измерителями мощности подобного класса, представленными в настоящее время на российском рынке, прибор 66202 обеспечивает великолепные функциональность и стабильность.

Цифровые измерители мощности серии 66200 производства компании Chroma АТЕ оснащены четырьмя дис-

Таблица. Технические особенности моделей 66201 и 66202

Технические характеристики		
Модель	66201	66202
Количество каналов	1	
Параметры	$V, V_{peak}, I, I_{peak}, W, VA, VAR, PF, CF, J, F$	$V, V_{peak}, I, I_{peak}, I_s, W, VA, VAR, PF, CF, J, F, THD_V, THD_I$
Переменное напряжение		
Диапазон	150/300/500 V_{rms} ($CF = 1,6$)	
Погрешность	0,1% + 0,05% кГц (от показаний) + 0,08% кГц (от полной шкалы)	
Входное сопротивление	1 МОм	
Переменный ток		
Диапазон	0,01/0,1/0,4/2 A_{rms} ($CF = 4$) *1	ШУНТ Н: 0,2/2/8/20 A_{rms} ($CF = 2$ для 0,2/2/8 А, $CF = 4$ для 20 А) ШУНТ Л: 0,01/0,1/0,4/2 A_{rms} ($CF = 4$)
Погрешность	Диапазон 0,01 А: (0,1 + 0,05 кГц)% от показаний + 0,25% от полной шкалы; диапазон 0,1/0,4/2 А: (0,1 + 0,05 кГц)% от показаний + 0,1% от полной шкалы	ШУНТ Н: диапазон 0,2 А: (0,1 + 0,05 кГц)% от показаний + 0,12% от полной шкалы; диапазон 2/8/20 А: (0,1 + 0,05 кГц)% от показаний + 0,1% от полной шкалы ШУНТ Л: диапазон 0,01 А: (0,1 + 0,05 кГц)% от показаний + 0,25% от полной шкалы; диапазон 0,1/0,4/2 А: (0,1 + 0,05 кГц)% от показаний + 0,1% от полной шкалы
Мощность		
Диапазон = напряжение × ток	1,5–1000 Вт, 12 диапазонов	1,5–10 кВт, 2 диапазона
Погрешность	47–63 Гц: 0,1% от показаний + 0,1% от полной шкалы; 15 Гц – 1 кГц: (0,1 + 0,2/PF кГц)% от показаний + 0,18% от полной шкалы; диапазон 300 В × 0,01 А: 0,2% от показаний + 7 мВт	
Погрешность при измерении коэффициента мощности	0,006 + (0,003 /PF) кГц	
Частота		
Диапазон	Постоянный сигнал, 15 Гц – 10 кГц	
Условия измерений	Напряжение (10–100% от верхнего предела диапазона)	
Прочее		
Разрешение дисплея	5 знаков	
Частота обновления дисплея	0,25–2 с	
Электропитание	90–130 В / 180–250 В, 50/60 Гц, 30 ВА	
Интерфейс	Опционально: USB или GPIB + USB	
Диапазон рабочих температур	0...40 °С	
Диапазон температур хранения	–40...85 °С	
Безопасность и ЭМС	CE (включая требования ЭМС и LVD)	
Размеры (В × Ш × Г)	88,0 × 212,0 × 348,1 мм	
Вес	3,8 кг	

появляются на передней панели с пятиразрядными семисегментными светодиодными индикаторами, а также опциональным дистанционным управлением с помощью интерфейсов USB или GPIB.

Оборудование производства Chroma ATE соответствует современным тенденциям по защите окружающей среды и уменьшению энергозатрат в соответствии с международным стандартом ENERGY STAR и российским МЭК 62301-2011. Соответствие данным требованиям означает, что представленные цифровые измерители мощности серии 66200 имеют пониженное энергопотребление, которое практически отсутствует в режиме ожидания.

Прибор 66200 позволяет измерять:

- напряжение ($U_{\text{действ}}$, $U_{\text{пик+}}$, $U_{\text{пик-}}$);
- ток ($I_{\text{действ}}$, $I_{\text{пик+}}$, $I_{\text{пик-}}$);
- мощность (P), коэффициент мощности, кажущуюся мощность VA, реактивную мощность VAR);
- коэффициент амплитуды (пик-фактор) для напряжения и тока;
- частоту переменного напряжения.

Измерители мощности обеспечивают измерение малых токов в диапазо-

не до 10 мА и разрешение по мощности 0,1 мВт. Погрешность измерения мощности в режиме без нагрузки составляет менее 2%.

Для расчёта параметров активной мощности предусмотрены не только традиционные методы усреднения, но также методы на основе накопленной энергии. Это даёт возможность получить точные значения даже при нестабильных уровнях потребления мощности или при работе в нелинейных режимах, например в режимах работы на выпрямительные устройства.

Предлагаемые приборы позволяют проводить измерение гармоник напряжения и тока до 50-го порядка. Они обладают возможностью отображения измеренного значения постоянной составляющей входного напряжения.

Помимо основных параметров пользователь сможет определить величину пускового тока, суммарные гармонические искажения тока и напряжения (THD). Кроме того, модель 66202 позволяет проводить испытания на соответствие предельным значениями



Рис. Цифровой измеритель мощности 66202

с функцией определения GO/NG (ГОДЕН / НЕ ГОДЕН). Эта функция позволяет задавать пределы соответствия, несоответствия и автоматически отображать сообщения PASS / FAIL (ТЕСТ ПРОЙДЕН / НЕ ПРОЙДЕН) в соответствии с определёнными пользователем критериями.

Корпус измерителей мощности (ширина $1/2U$ и небольшая высота $2U$) был специально создан для более удобной интеграции в испытательные системы.

Конкурентная цена измерителя мощности серии 66200 позволяет использовать его в лабораторных измерениях и в автоматизированных системах тестирования на производстве. ©

Chroma

ATS 8000 — автоматическая система для

ИСПЫТАНИЙ ВТОРИЧНЫХ ИСТОЧНИКОВ ПИТАНИЯ



ЗАО «ТЕСТПРИБОР»
официальный дистрибьютор
компании CHROMA ATE

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



Новости мира News of the World Новости мира

Teledyne LeCroy: первый в мире осциллограф реального времени с полосой пропускания 100 ГГц

Компания Teledyne LeCroy, дочерняя компания Teledyne Technologies Incorporated, продемонстрировала первый в мире осциллограф реального времени, который успешно оцифровал и отобразил живой сигнал с частотой 100 ГГц. Представленный прибор намного превосходит все существующие образцы аналогичной техники.

Высокоскоростные осциллографы являются жизненно важными инструментами в развитии современных цифровых сетей, критически важный элемент системы разработки быстро развивающейся технологии облачных вычислений, которая характеризует нашу цифровую эпоху.

Демонстрация проводилась в научно-исследовательском центре Teledyne Scientific Company в Thousand Oaks, Калифорния.

Teledyne LeCroy и Teledyne Scientific также объявили, что завершили разработку

следующего поколения чипов на основе фосфида индия (InP). Новый чип будет изготавливаться Teledyne Scientific. Совместно разработанный чип является первым устройством в обширном наборе микросхем, которые будут применяться в будущих поколениях высокопроизводительных осциллографов.

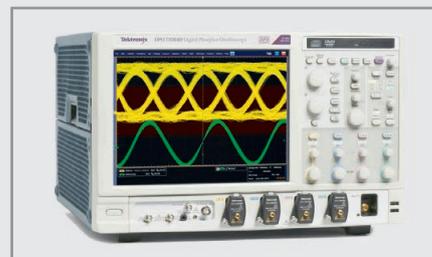
Корпорация LeCroy вошла в состав Teledyne Technologies в августе 2012 года, что привело к синергии усилий, связанных с развитием СВЧ-осциллографов.

InP это сложный процесс, который обеспечивает более высокую скорость полупроводниковым устройствам, чем другие известные технологии. Teledyne является лидером в технологии нового поколения InP, дающей расширенные возможности проектирования и производства уже в настоящее время.

<http://eworld.ru/>

Tektronix на выставке ECOC 2013

Компания Tektronix, Inc., ведущий мировой производитель контрольно-измерительного и мониторингового оборудования,



преддемонстрирует широкий ассортимент оптических контрольно-измерительных приборов на выставке ECOC 2013 (стенд 638, зал № 8–10), которая пройдет с 23 по 25 сентября 2013 г. в Лондоне (Великобритания).

Демонстрируемые приборы компании Tektronix будут представлять широкий спектр приложений, от многоканальной генерации кодовых последовательностей и многоканального измерения коэффициента битовых ошибок (BERT) до анализа когерентных оптических сигналов и тестирования сложных компонентов. Посетители стенда Tektronix смогут принять участие в практических демонстрациях и получить технические рекомендации, которые помогут им решить актуальные контрольно-измерительные проблемы. Здесь же будет



bulgin
a brand of Elektron Technology

Взрывозащищённые соединители EXPlora

Технические характеристики:

- Количество контактов: 2, 3, 4, 5, 7, 10
- Электрические характеристики: до 18 А, 600 В AC/DC
- Рабочая температура: -20...+55°C
- Взрывозащищённость по ATEX: Ex II 3 GD, для зон 2 и 22
- Влагозащищённость в соответствии с IP68, EN60529:2001



IP68



ОФИЦИАЛЬНЫЙ ДИСТРИБЬЮТОР КОМПАНИИ BULGIN НА ТЕРРИТОРИИ РОССИИ И СТРАН СНГ



АКТИВНЫЙ КОМПОНЕНТ ВАШЕГО БИЗНЕСА

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



Реклама

Новости мира News of the World Новости мира

представлен новый генератор сигналов произвольной формы серии AWG70000, имеющий лучшее в отрасли сочетание высокой частоты дискретизации, большой памяти сигнала и широкого динамического диапазона.

Среди основных экспонатов стенда компании Tektronix будут представлены:

- генератор сигналов произвольной формы AWG70000, который создаёт широкополосные модулирующие, ПЧ- и ВЧ-сигналы частотой до 20 ГГц с регулируемой полосой и динамическим диапазоном более -80 dBc. Благодаря памяти сигнала (до 16 млрд точек), он может генерировать любые сигналы, достаточно длинные для имитации реальных условий, что делает его наиболее гибким из имеющихся сегодня генераторов;
- анализаторы оптической модуляции серии OM4000, поддерживающие автоматическое тестирование когерентной оптической модуляции 400G с несколькими несущими. Эта программная опция существенно сокращает время тестирования для исследователей, работающих с когерентными оптическими системами

400G и более скоростными системами, одновременно позволяя гибко определять число несущих, их разнесение и форматы модуляции. Кроме того, она предлагает отчёты о результатах измерений и визуализацию нескольких несущих для интегрированного анализа. Это новое программное обеспечение доступно заказчикам компании Tektronix в виде опции MCS для анализатора когерентных оптических сигналов OM4106D и ПО анализа когерентных оптических сигналов OM1106. Опция OM4106D адаптирована для работы с осциллографами серии Tektronix DPO70000D с полосой пропускания 33 ГГц и использует когерентное детектирование для захвата оптических сигналов, обеспечивающих скорость до 240 Гбит/с на одной длине волны;

- новая серия высокоскоростных генераторов кодовых последовательностей и детекторов ошибок, поддерживающих тестирование оптических и электрических последовательных интерфейсов со скоростями до 32 Гбит/с. Новые генераторы кодовых последователь-

ностей серии PPG3000 и детекторы битовых ошибок серии PED3000 предлагают многоканальную генерацию кодовых последовательностей со специальным программированием канальных данных, что идеально подходит для тестирования в предельных режимах таких высокоскоростных систем передачи, как 100G Ethernet, которая требует до 4 каналов.

На выставке ECOC компания Tektronix продемонстрирует широкий спектр решений для тестирования физического уровня: измерение параметров глазковых диаграмм и джиттера, тестирование приёмников в предельных режимах, измерение перекрёстных помех, коэффициента битовых ошибок и анализ оптической модуляции.

Компания Tektronix предлагает оборудование и методики, необходимые для тестирования передатчиков, приёмников и когерентных оптических систем в соответствии с требованиями стандартов на скоростях от 125 МБ/с до 100 ГБ/с и выше.

www.tektronix.ru





- Разработка и изготовление ИК-камер

- Сборка и монтаж ИК-детекторов

- Проектирование, производство техническое обслуживание, ремонт микрокриогенных систем

173003, Великий Новгород, наб. р. Гзень, д. 9
 тел./факс (8162) 94-87-37
 e-mail: info@elsynov.ru
www.elsy.nov.ru



Реклама

Синхронизация магнетронов с выводом энергии в свободное пространство

Игорь Иванов, Александр Курушин (Москва)

В настоящее время существует потребность в компактных источниках СВЧ-энергии большой мощности. Современные серийные магнетроны обеспечивают мощности до 1 кВт в диапазоне сантиметровых волн. При этом они нагреваются до высоких температур и оснащены специальными системами настройки. Пространственное суммирование мощности нескольких магнетронов уменьшает вероятность полного отказа системы. Решение этой перспективной задачи для четырёх магнетронов рассматривается в данной статье.

ВВЕДЕНИЕ

Использование электромагнитных колебаний СВЧ-диапазона можно условно разделить на две группы (см. рис. 1). К первой группе следует отнести «информационное» применение, включающее все виды связи, радиолокацию, телевидение, зондирование различных объектов, разведку полезных ископаемых, некоторые виды радиоэлектронного противодействия и т.п. Ко второй группе относится



Рис. 1. Две группы применения электромагнитных колебаний СВЧ-диапазона

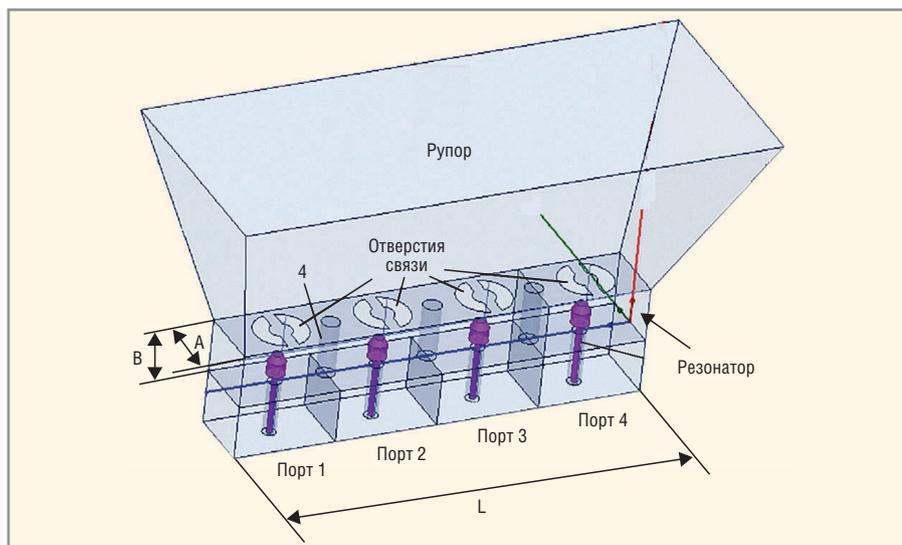


Рис. 2. Система суммирования мощности с излучающим рупором

«энергетическое» использование СВЧ-колебаний. Это различные виды СВЧ-нагрева (в т.ч. плазмы), передача энергии на расстояние, воздействие электромагнитных волн на технические и биологические объекты с целью изменения их состояния. При этом современные способы генерации и усиления, как правило, связаны с первой группой.

Большинство приборов имеет ограниченное пространство трансформации (пространство преобразования постоянного тока в ВЧ-колебания), локализованный вывод энергии и выходные тракты, ориентированные на применение дополнительных пассивных элементов для обработки сигнала в информационных целях. Предельные тепловые и электрические нагрузки требуют дополнительных технических мероприятий (охлаждение, газовое заполнение, чистота обработки) и повышают удельную стоимость при

увеличении мощности и уменьшении частоты.

«Энергетическое» применение не требует столь высокой степени канализирования энергии, но возникает необходимость согласования СВЧ-устройств для транспортировки энергии к объекту воздействия. В настоящее время специальное конструирование приборов для «энергетических» целей практически не ведётся (вот почему на рисунке 1 стоит вопросительный знак). Однако потребность в генераторах большой мощности существует.

СТРУКТУРНАЯ СХЕМА СУММИРОВАНИЯ МОЩНОСТИ ЧЕТЫРЁХ МАГНЕТРОНОВ

Для суммирования мощностей от генераторов СВЧ следует разместить их в пространстве так, чтобы колебания складывались в фазе [1, 2]. Одним из способов суммирования является размещение приборов на расстоянии в половину длины волны, с учётом противофазного возбуждения рядом стоящих источников.

Теоретический вопрос синхронизации и суммирования двух высокочастотных генераторов достаточно широко представлен в работе [1]. В частности, показано, что решение нелинейного дифференциального уравнения для разности фаз между основным и синхронизирующим сигналом имеет вид:

$$\sin \varphi = \frac{Q_{внеш} (\omega_1 - \omega)}{|\rho| \times \omega_0},$$

где: φ – мгновенная разность фаз между колебаниями генератора и синхронизирующим сигналом, $Q_{внеш}$ – внешняя добротность, ρ – коэффициент отражения, ω_1 – частота синхронизирующего сигнала, ω – частота свободных колебаний при наличии нагрузки, ω_0 – собственная частота колебаний генератора.

Синхронизация возможна при $|\sin \varphi| < 1$.

Условие синхронизации:

$$|\omega_1 - \omega| \leq \frac{|\rho| \times \omega_0}{Q_{внеш}}$$

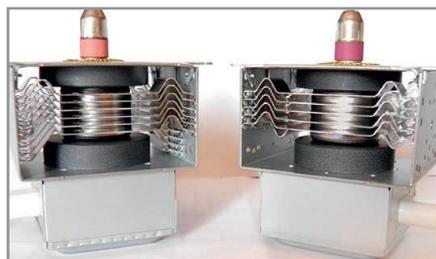


Рис. 3. Внешний вид магнетронов Samsung OM75S

При суммировании мощностей нескольких магнетронов, каждый из которых может быть и синхронизирующим и синхронизируемым, в первом приближении можно предположить:

$$|\sin \varphi| < \frac{1}{n-1},$$

где n – число суммируемых магнетронов. Данное положение не учитывает способа связи между генераторами и может быть не столь жёстким для большого числа магнетронов. При рассмотрении реальной конструкции следует стремиться к минимально возможной разности фаз φ между генераторами. Эта мгновенная разность фаз определяет переходный процесс синхронизации и однозначно не соответствует разности фаз синхронизированных генераторов при выводе энергии в различные точки пространства.

Для синхронизации магнетронов была выбрана схема [3] со стабилизирующим резонатором в виде отрезка волновода с высшим типом колебаний, представляющим собой отрезок прямоугольного волновода, закороченный с торцов (см. рис. 2). В этом стабилизирующем резонаторе основным типом колебаний можно считать волну типа H_{104} , которая образуется при резонансе. Для селекции данного типа колебаний в резонаторе между широкими стенками через равные промежутки установлены три закорачивающие селекционных вставки (4) в виде штырей. Коаксиальные выводы магнетронов вводятся в полость резонатора со стороны широкой нижней стенки (см. рис. 2). Для возбуждения резонатора используются четыре магнетрона Samsung OM75S (см. рис. 3)

В работе [3] рассматривается установившийся режим, и считается, что для успешной синхронизации в рамках некоторой полосы захвата (ΔF_3) отношение сигналов синхронизирующего и синхронизируемого магнетрона

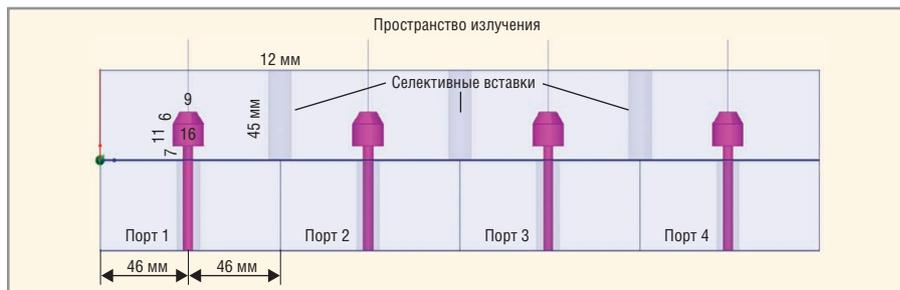


Рис. 4. Резонатор стабилизирующий в интерфейсе HFSS Ansoft

должно быть в пределах 6...10 дБ. В этом случае ширина полосы захвата для данного типа магнетронов составляет около 30 МГц. Учитывая, что собственные частоты магнетронов находятся в пределах 2440...2470 МГц, такая ширина полосы захвата обеспечивает затягивание и синхронизацию частот магнетронов.

Синхронизация работы магнетронов зависит от их взаимного влияния. Для его уменьшения необходимо оптимизировать шаг следования магнетронов, размеры резонатора и селекционных вставок. Кроме этого использовано уменьшение поперечного размера широкой стенки резонатора (волновода). В результате волновод переходит в запредельный режим

и между магнетронами наблюдается эффект ослабления сигнала. Тогда можно считать, что общий резонатор распадается на четыре взаимосвязанных (с некоторым ослаблением), согласованных по частоте и фазе резонатора.

В данной конструкции суммирование мощностей осуществляется в свободном пространстве в ближней зоне и по принципу действия напоминает антенную фазированную решётку.

Пассивная часть устройства суммирования мощности в резонаторе и рупорная антенна, излучающая мощность в пространство, были рассчитаны и оптимизированы с помощью программы электродинамического моделирования HFSS Ansoft [4].

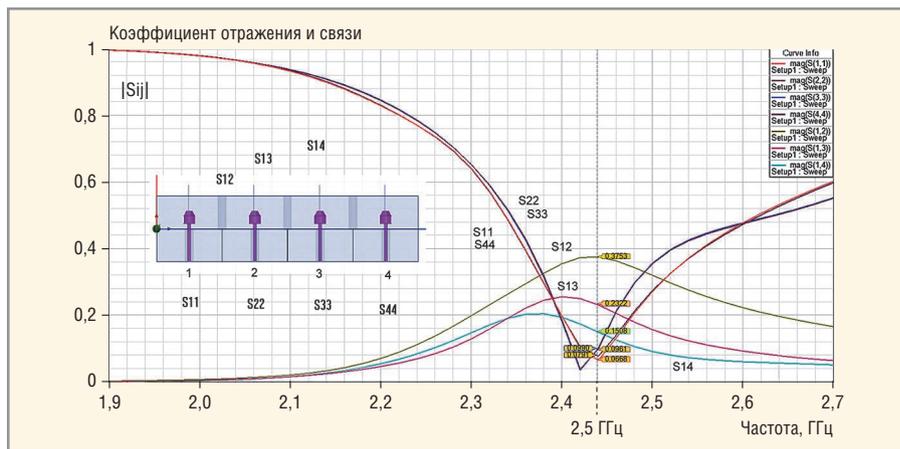


Рис. 5. Частотные характеристики коэффициентов отражения со стороны портов резонатора

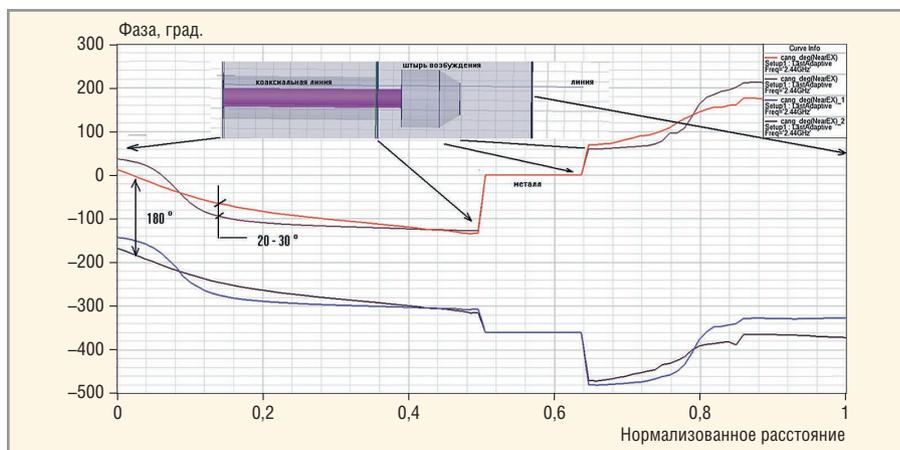


Рис. 6. График изменения фазы электромагнитного поля вдоль линии, параллельной оси штыря

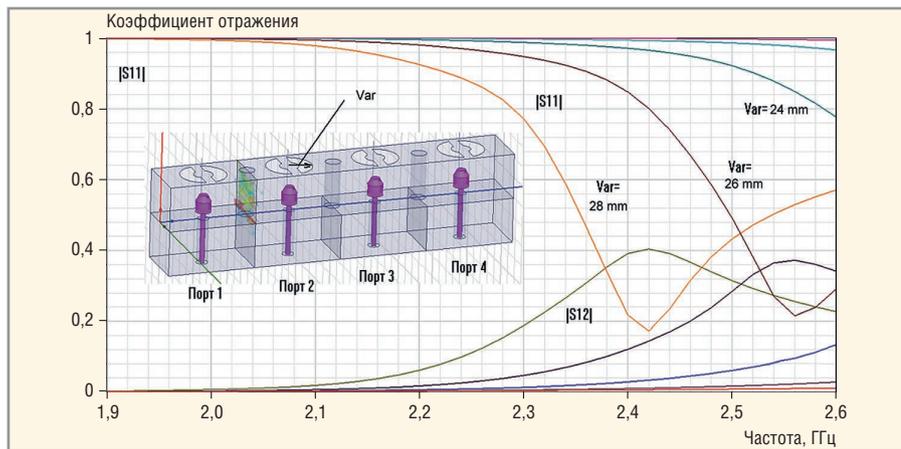


Рис. 7. Частотные характеристики резонатора для нескольких значений внешнего радиуса элемента связи резонатора Var с окружающим пространством

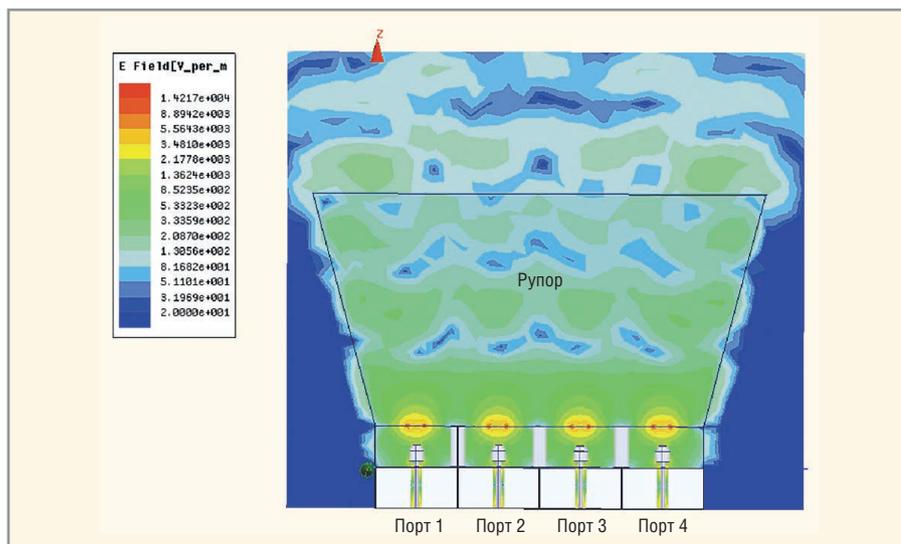


Рис. 8. Ближнее поле в сечении структуры суммирования и синхронизации мощности

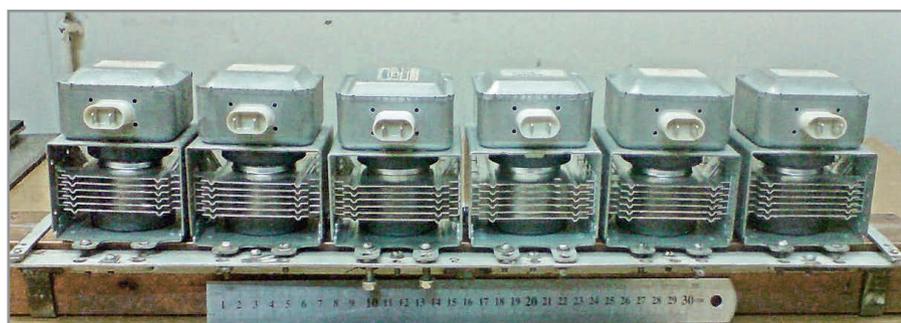


Рис. 9. Внешний вид устройства суммирования и синхронизации работы четырёх магнетронов

МОДЕЛИРОВАНИЕ СИСТЕМЫ СУММИРОВАНИЯ И СИНХРОНИЗАЦИИ МОЩНОСТИ ОТ ЧЕТЫРЕХ МАГНЕТРОНОВ

Для создания в пространстве резонатора стоячих волн его размеры были выбраны так, чтобы в резонаторе 3 (см. рис. 2) возникал основной тип колебаний Н104. Исходные данные для моделирования системы суммирования и синхронизации мощности:

- рабочая частота 2450 МГц;
- длина резонатора 368 мм;
- ширина резонатора 58 мм;

- высота резонатора 45 мм;
- диаметр селективных штырей 12 мм.

Резонатор в разрезе представлен на рисунке 4. Он разделён на четыре бокса, в каждом из которых находится коаксиальная линия, идущая от магнетрона и оканчивающаяся штыревым излучателем конической формы. Каждый штырь является монополярной антенной.

Коаксиальная линия от порта магнетрона имеет характеристический импеданс 50 Ом. Частотные характеристики коэффициентов отражения

без рупора представлены на рисунке 5. В дальнейшем выполнена оптимизация отверстий связи и высоты рупора по критерию минимизации коэффициента отражения в полосе частот.

Фазовые характеристики являются определяющими при анализе синхронизации работы магнетронов. В процессе расчётов было обнаружено запаздывание фазы в боковых ячейках резонатора. Можно показать, что оно является следствием неоптимального положения торцевых стенок резонатора (время прохождения высокочастотного тока по внутренней поверхности торцевой стенки слишком велико). В результате возникает отклонение фазы в боковых ячейках на 20...30 градусов. Это вносит свой вклад в изменение режима работы отдельных магнетронов и расширяет диаграмму направленности в продольном направлении.

Для расчёта фазовых характеристик поля в сечении каждого бокса были построены фазовые характеристики поля по линии, параллельной оси коаксиальной линии каждого магнетрона (см. рис. 4). Графики распределения фаз по вертикальным линиям внутри четырёх ячеек представлены на рисунке 6. Расчёты показывают, что вдоль линий распространения электромагнитных волн фазы изменяются нелинейно, с разницей около 180 градусов. Это указывает на взаимное влияние магнетронов и их несинхронное рассогласование. Такие физические эффекты можно уменьшить с помощью подбора и оптимизации формы вибратора штыря возбуждения.

Моделирование трёхмерных СВЧ-структур с помощью электродинамических программ позволяет исключить дорогостоящие макетирование и настройку. В процессе расчётов была проведена оптимизация по размерам отверстий связи (наружному радиусу секторов Var) в полосе частот. График представлен на рисунке 7; видно, что оптимальный радиус находится в районе 27...28 мм.

Изометрия структуры сумматора с излучающим рупором показана на рисунке 8. Рупор охватывает отверстия связи, которые становятся для него целевыми антеннами. После пристыковки рупора и установки граничного условия поглощения (аналог безэховой камеры) с помощью HFSS была рассчитана диаграмма направлен-

ности в дальней зоне с максимальным коэффициентом направленного действия КНД = 11,2 дБ. Диаграмма направленности имеет веерный характер. Картина поля в ближней зоне в центральном сечении показана на рисунке 8.

Для получения требуемой диаграммы направленности в пространстве была проведена оптимизация по высоте рупора (от которого зависит угол раскрыва). Определены оптимальные размеры рупора с учётом рабочей полосы.

На рисунке 8 видно, что при добавлении рупора ближнее поле в резонаторах выравнивается. Следует отметить, что реализация электродинамических методов моделирования в современных коммерческих пакетах программ [4, 5] переводит проектирование на новый уровень, часто исключая дорогостоящее макетирование и подгонку. Это особенно важно при оптимизации сложных СВЧ-структур, которые одновременно демонстрируют и согласующие, и излучающие свойства.

РЕЗУЛЬТАТЫ ЭКСПЕРИМЕНТА

Макет сумматора мощности четырёх магнетронов показан на рисунке 9. В процессе исследований был достигнут коэффициент сложения мощностей $K_{\text{сум}} = 0,7$ и получена суммарная мощность в растре рупора 2,8 кВт. Амплитудно-частотные характеристики магнетронов в одиночном режиме и в режиме суммирования представлены на рисунке 10. На основании этих экспериментов был зарегистрирован патент РФ [3].

Измерение ближнего поля и спектральной характеристики устройства суммирования и синхронизации мощности выполнено с помощью тестовой антенны, которая устанавливается в ближней зоне рупора. На рисунке 10

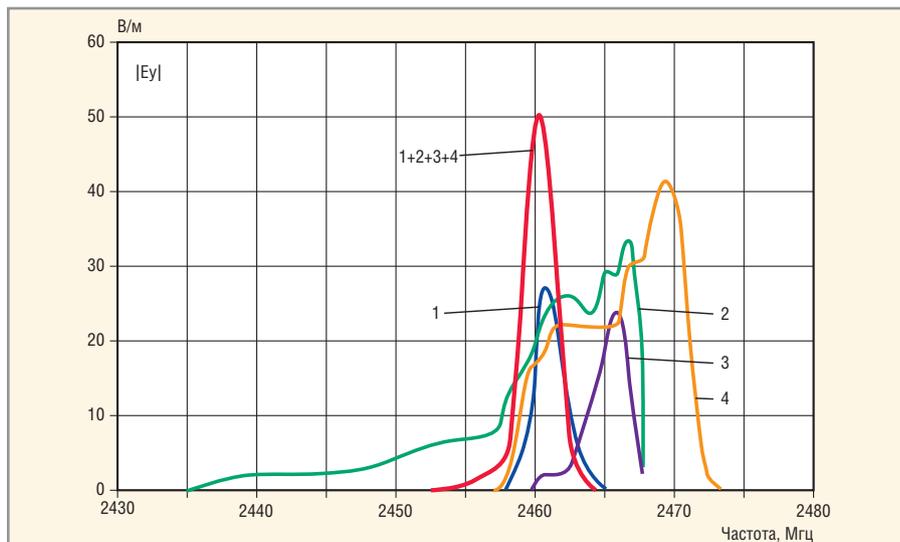


Рис. 10. Экспериментально измеренные частотные характеристики излучения отдельных магнетронов и всех одновременно

отдельными линиями показаны модули спектральной плотности электромагнитного поля, измеренного на выходе сумматора при работе отдельных магнетронов (1, 2, 3, 4), а красным цветом выделена характеристика при одновременной работе четырёх магнетронов.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В статье описана методика оптимизации сумматора магнетронных генераторов, в результате которой улучшен коэффициент сложения мощностей и обеспечено формирование требуемой диаграммы направленности в дальней зоне излучающего устройства. Оптимизированы геометрические размеры отверстий связи резонатора со свободным пространством. Данное устройство может быть увеличено в продольном и поперечном направлениях посредством дополнительных «полуволновых» ячеек, с сохранением симметричных свойств диаграммы направленности. При этом не

требуется принципиальных изменений конструкции и изменения режимов питания и охлаждения отдельных магнетронов. Возможно применение описанного устройства для передачи энергии на расстояние и для СВЧ-воздействия на протяжённых объектах.

ЛИТЕРАТУРА

1. Дейвид Е.Е. Фазирование высокочастотными сигналами: Электронные сверхвысокочастотные приборы со скрещенными полями: Изд-во иностранной литературы, 1961.
2. Канавец В.И., Мозговой Ю.Д., Слетков А.И. Излучение мощных электронных потоков в резонансных замедляющих системах. Изд-во МГУ, 1993.
3. Егоров Ю.М., Иванов И.М., Артамонов В.А., Юсутов У. Патент РФ №2394357. Устройство сложения мощностей генераторов на магнетронах.
4. Программа HFSS Ansoft (www.ansoft.com)
5. Банков С.Е., Гутцайт Э.М., Курушин А.А. Решение оптических и СВЧ-задач с помощью HFSS, Оркада, 2012.



Новости мира News of the World Новости мира

Samsung приобретает немецкого производителя OLED

Samsung Electronics и её дочернее предприятие Cheil Industries договорились о приобретении за 260 млн евро (около \$347 млн) компании Novaled, немецкого производителя OLED-дисплеев. Cheil перейдёт около 50% акций Novaled, а Samsung - ещё 40%. Необходимо отметить, что оставшаяся доля Novaled (примерно 10%) с 2011 года принадлежит компании рискованных инвестиций Samsung Venture Investment.

«В будущем лидерство на рынке дисплеев будет определяться технологическими возможностями, – отметил исполнительный директор Cheil Джонг-Ву Парк (Jong-Woo Park). – Это поглощение, как ожидается, даст значительные результаты от совместной деятельности в области исследований и разработки новых OLED-материалов и будет играть ключевую роль в улучшении рыночной позиции Cheil Industries в качестве мирового лидера в области электронных материалов».

Компания Cheil собирается заметно развить деятельность Novaled в области иссле-

дований и разработки, сосредоточив в Дрездене свои основные усилия в области OLED. Novaled была основана в 2001 году и занимается производством органических светодиодов для экранов и освещения. В настоящее время на предприятии работают 130 человек, а в 2012 году доходы составили 26 млн евро.

Согласно прогнозам DisplaySearch, мировой рынок OLED будет быстро расти и с \$6,8 млрд в 2012 году увеличится до \$20 млрд к 2017 году.

www.digitimes.com

Что такое источник питания с автоматическим выбором диапазона?

Боб Золло, Agilent Technologies

В статье обсуждаются преимущества и недостатки источника питания с автоматическим выбором диапазона, а также сферы применения, в которых его использование целесообразно.

Источники питания (ИП) с автоматическим выбором диапазона ориентированы на более широкую сферу применения, чем обычные ИП. По оценкам автора, автоматическим выбором диапазона обладают менее 10% выпускаемых сейчас источников питания. Чтобы определить, обладает ли ваш прибор функцией автоматического выбора диапазона, взгляните на его максимальное напряжение, ток и выходную мощность. Если произведение максимального напряжения на максимальный ток больше максимальной мощности, то этот источник способен выбирать диапазон автоматически.

На рисунке 1 показана выходная характеристика типичного ИП без автоматического выбора диапазона. Это называется прямоугольным выходным питанием, поскольку такой источник может работать в любой точке, лежащей внутри прямоугольника, ограниченного предельными значениями тока и напряжения. Чтобы определить, отвечает ли ИП вашим потребностям, просто взгляните на его номинальные характеристики: если необходимые напряжение и ток меньше максимальных значений, такой источник вас устраивает. Если ИП рассчитан на некоторую максимальную мощность, её вы сможете получить только при максимальном паспортном напряжении и максимальном паспортном токе.

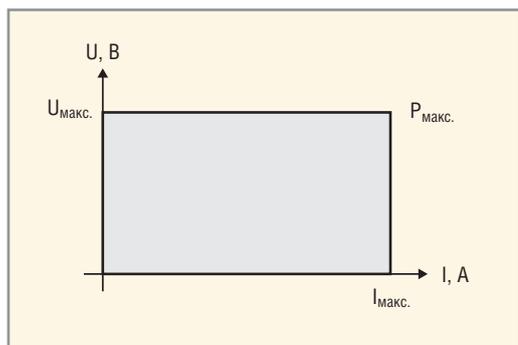


Рис. 1. ИП с прямоугольной выходной характеристикой

Что такое автоматический выбор диапазона?

Главной особенностью этой характеристики является кривая, в любой точке которой напряжение, помноженное на ток, равно максимальной мощности. На концах кривой мы по-прежнему имеем предельные значения тока и напряжения.

На рисунке 2 показана выходная характеристика типичного ИП с автоматическим выбором диапазона. U_1 является максимальным напряжением, а I_1 – соответствующим током, определяемым выражением $I_1 = P_{\text{макс}}/U_1$. I_2 – это максимальный ток, а U_2 – соответствующее напряжение, определяемое выражением $U_2 = P_{\text{макс}}/I_2$. Допустимые токи и напряжения, лежащие на кривой, ограничиваются максимальной мощностью $P_{\text{макс}}$.

Критерием качества ИП с автоматическим выбором диапазона является отношение напряжений в конечных точках кривой. Для выходной характеристики, показанной на рисунке 2, максимальное напряжение U_1 равно 50 В, и потребляемый ток нагрузки при этом напряжении может достигать значения 2 А. Поскольку мощность источника питания равна 100 Вт, при максимальном потребляемом токе нагрузки 10 А выходное напряжение U_2 будет равно 10 В. Отношение U_1/U_2 равно 5, т.е. этот ИП характеризуется отношением 5:1. Чем

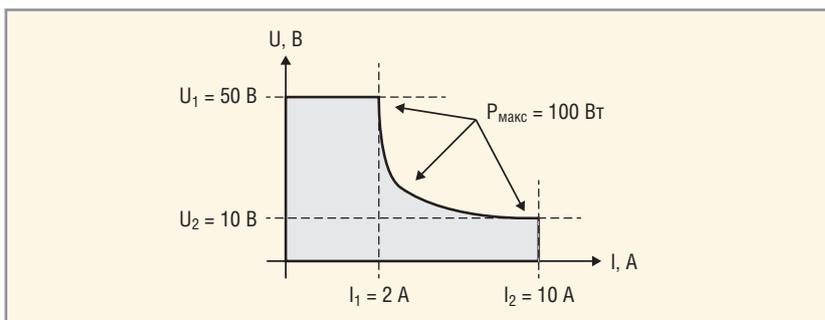


Рис. 2. Выходная характеристика ИП с автоматическим выбором диапазона (соответствует ИП с автоматическим выбором диапазона с параметрами 50 В, 10 А, 100 Вт, 5:1)

больше это отношение, тем выше гибкость ИП, поскольку он может работать в более широком диапазоне. Типичные современные ИП с автоматическим выбором диапазона характеризуются отношением напряжений от 2:1 до 5:1.

Недостатки ИП с автоматическим выбором диапазона

По существу, ИП с автоматическим выбором диапазона представляет собой источник с прямоугольной характеристикой, мощность которого ограничена до 1/2, 1/3 или 1/5 от произведения максимального тока на максимальное напряжение. И хотя ИП с автоматическим выбором диапазона обладают большей гибкостью, у них есть определённые проблемы с точностью. Из-за широкого диапазона тока и напряжения, в котором они работают, встроенная измерительная система тоже должна работать в этом широком диапазоне. В предыдущем примере измерительная система должна измерять напряжение до 50 В и ток до 10 А, хотя это всего лишь 100-ваттный ИП. Расширение диапазона измерительной системы означает, что придётся смириться с дополнительной погрешностью, особенно в области малых значений.

Стоимость ИП с автоматическим выбором диапазона обычно на 20–30% выше аналогичных источников с прямоугольной характеристикой. Тому есть несколько причин. Во-первых, им нужна дополнительная схема регулирования, поддерживающая выходную мощность в заданных пределах. Во-вторых, фактически используемые

Источники питания Agilent: НЕ ТОЛЬКО питание



▶▶ Полный Вперед с уникальной функциональностью приборов Agilent

Высококласные источники питания - это не только стабильное и надежное питание. Разработанные нами приборы упрощают решение сложных задач и построение сложных измерительных систем. Созданные на основе многолетнего опыта и революционных технологий, источники питания Agilent Technologies гарантируют качественное и стабильное питание, быстрые и точные измерения. С ними Вы будете уверены в результатах своей работы.

Источники питания постоянного тока Agilent

(выберите нужный источник из более чем 200 моделей)

- ▶▶ Более глубокий анализ благодаря информативному дисплею, как у осциллографа, функциональности генератора сигналов произвольной формы и регистратора длительных сигналов
- ▶▶ Надежная защита Вашего тестируемого устройства благодаря встроенным защитным механизмам
- ▶▶ Повышение производительности благодаря уникальному быстрдействию

© 2013,
Agilent Technologies, Inc.

Подробная информация
по телефону 8 800 500 9286
(звонок по России бесплатный)

Загрузите Руководство по выбору источников
питания, чтобы выбрать нужное вам решение
www.agilent.com/find/power



Agilent Technologies

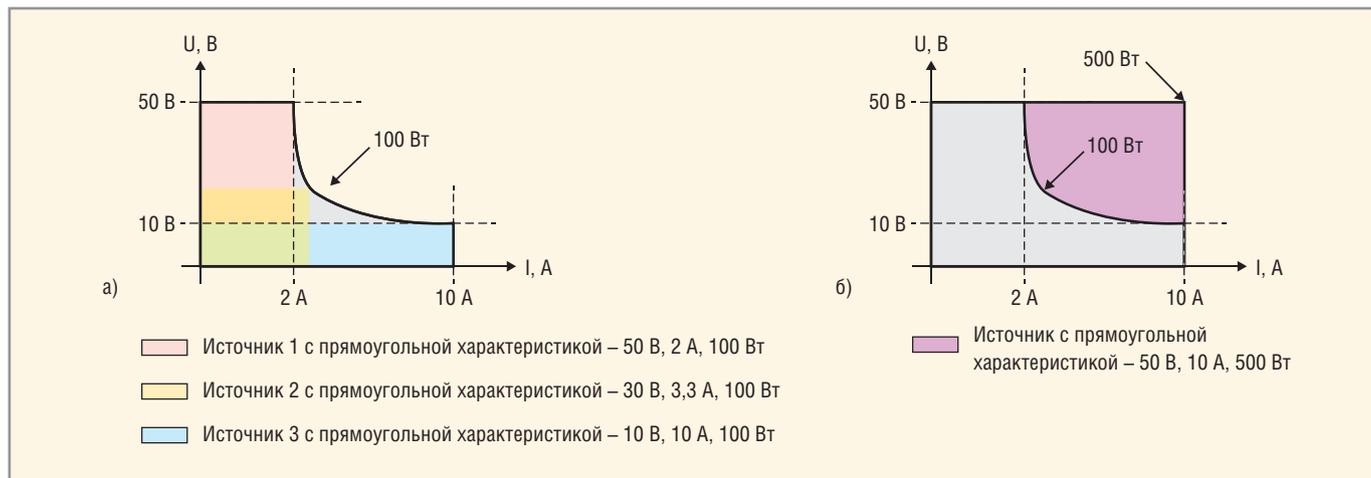


Рис. 3. Сравнение выходной характеристики источника с автоматическим выбором диапазона мощностью 100 Вт с источниками с прямоугольной выходной характеристикой с различными параметрами

а) Источники мощностью 100 Вт; б) Источник мощностью 500 Вт

компоненты должны быть рассчитаны на самые высокие значения тока и напряжения, поскольку в некоторые моменты они работают при этих максимальных значениях, хотя и никогда одновременно. И, наконец, для достижения максимальной точности измерений в столь широком рабочем диапазоне необходима более дорогая измерительная система.

Что лучше, ИП с автоматическим выбором диапазона или источник с прямоугольной характеристикой?

Поскольку автоматические ИП работают в более широком диапазоне, один такой источник может заменить несколько ИП с прямоугольной характеристикой той же мощности. На рисунке 3а показано, что для получения тех же параметров, что и у автоматического ИП мощностью 100 Вт с диапазоном 5:1, приходится использовать несколько 100-ваттных ИП с прямоугольной характеристикой.

Альтернативным подходом является применение более мощного ИП с прямоугольной характеристикой. На рисунке 3б показано, что ИП с прямоугольной характеристикой мощностью 500 Вт обеспечивает те же рабочие точки, что и 100-ваттный автоматический источник с диапазоном 5:1. И хотя здесь можно вспомнить о гибкости и эффективности источника с автоматическим выбором диапазона, более мощный источник с прямоугольной характеристикой может оказаться не хуже.

Чтобы сделать правильный выбор, надо сравнить стоимость и физические

размеры обоих устройств. На первый взгляд может показаться, что автоматический источник должен быть дешевле и меньше обычного ИП с пятикратно большей выходной мощностью. Однако с учётом современных импульсных технологий размер и стоимость 500-ваттного ИП с прямоугольной характеристикой могут быть сравнимы с размером и стоимостью 100-ваттного автоматического ИП с диапазоном 5:1.

На рисунке 3а автоматический ИП мощностью 100 Вт сравнивается с несколькими 100-ваттными приборами с прямоугольной характеристикой. Чтобы перекрыть тот же широкий диапазон выходных напряжений и токов, понадобится несколько источников питания с прямоугольной характеристикой, которые обойдутся дороже и займут больше места, чем один 100-ваттный автоматический ИП. На рисунке 3б ИП мощностью 500 Вт с прямоугольной характеристикой сравнивается со 100-ваттным автоматическим источником. И хотя, скорее всего, 500-ваттный ИП с прямоугольной характеристикой окажется больше и дороже, он может охватить тот же рабочий диапазон, что и автоматический источник мощностью 100 Вт, и выдать на 400 Вт больше мощности за пределами характеристики 100-ваттного автоматического источника, что, потенциально, может оправдать более высокую стоимость и больший размер.

В каких случаях ИП с автоматическим выбором диапазона является предпочтительным?

Если для тестирования вам необходимы напряжения в ограничен-

ном диапазоне, то дополнительная стоимость ИП с автоматическим выбором диапазона означает, что вы платите деньги за не востребовавшую дополнительную гибкость. Например, если вы тестируете мобильный телефон, работающий от литий-ионного аккумулятора, его рабочий диапазон напряжений будет составлять от 2,8 до 4,2 В. Этот диапазон достаточно узок, и применение ИП с автоматическим выбором диапазона будет в данном случае избыточным.

И, наоборот, если вы тестируете схему в широком диапазоне рабочих режимов, источник питания с автоматическим выбором диапазона может оказаться очень ценным прибором, поскольку он предоставит большую гибкость при меньших размерах. Это может существенно сэкономить деньги и пространство в стойке.

Например, если вы системный интегратор и перед вами стоит задача создания гибкой системы тестирования, целесообразно заплатить больше за большую универсальность. Или если вы изготовитель преобразователей постоянного тока, тестирующий целое семейство таких приборов, вам может потребоваться ИП с диапазоном напряжений от 5 до 72 В, чтобы перекрыть входные характеристики целого семейства изделий. Если точность измерений не имеет решающего значения, например при наличии внешней измерительной системы, то повышенная точность ИП с автоматическим выбором диапазона может оказаться для вас бесполезной.



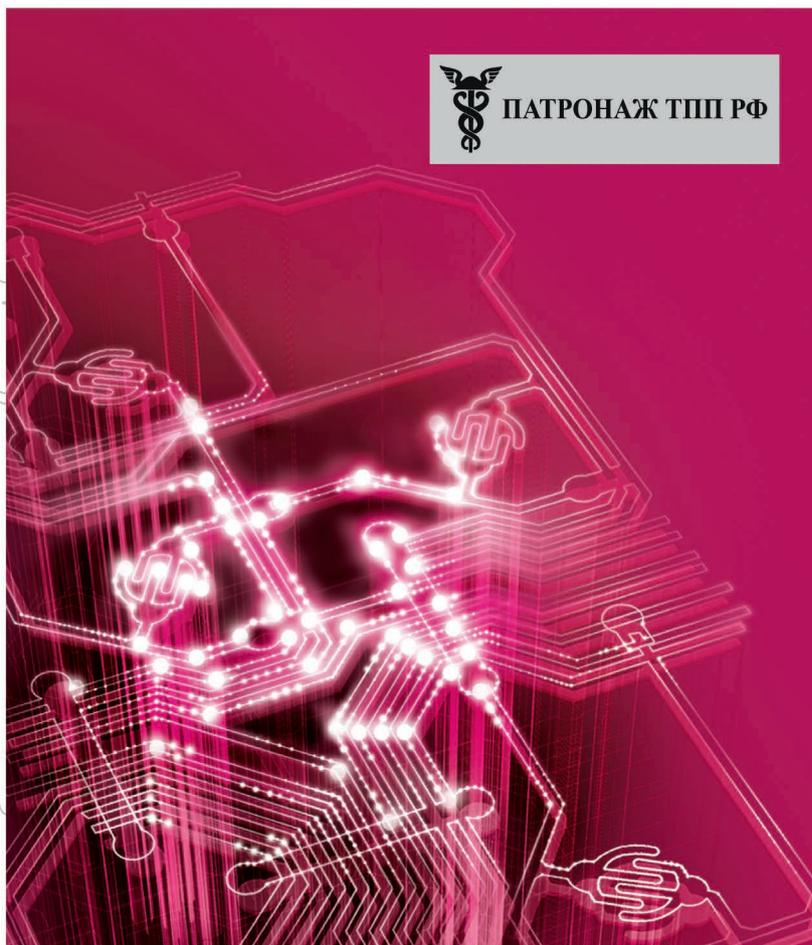


РАДИОЭЛЕКТРОНИКА И ПРИБОРОСТРОЕНИЕ

XIII МЕЖДУНАРОДНАЯ СПЕЦИАЛИЗИРОВАННАЯ ВЫСТАВКА



ПАТРОНАЖ ТПП РФ



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

Организаторы выставки:



radel2@orticon.com, www.farexpo.ru/radel
тел.: +7 (812) 777-04-07, 718-35-37

Место проведения: Санкт-Петербург, СКК, пр. Ю. Гагарина, 8, м. «Парк Победы»

30 октября – 1 ноября 2013

Санкт-Петербург, СКК

Создание SPICE-моделей магнитных компонентов с использованием систем AccuSim II и Eldo

Юрий Злоказов, Юрий Климанский (г. Снежинск),
 Андрей Лохов, Алексей Рабоволюк (Москва)

В статье подробно описаны методы создания специализированных SPICE-моделей (макромоделей) трансформаторов в системах аналогового моделирования AccuSim II и Eldo, приведены результаты верификации моделей и сделана оценка точности моделирования.

ВВЕДЕНИЕ

Создание специализированных SPICE-моделей и, в частности SPICE-моделей магнитных сердечников, учитывающих воздействие магнитного поля, температуры и частоты, для проектирования радиоэлектронной аппаратуры (РЭА) является актуальной задачей.

В настоящее время заслуживают внимания несколько моделей перемагничивания ферромагнитных материалов. К ним в первую очередь относятся математические модели гистерезиса, описанные в [1] и модель перемагничивания Джилса-Атертона [2]. Что касается моделей перемагничивания, представленных в работе [1], то вопрос их практического использования по-прежнему остаётся открытым. Модель перемагничивания Джилса-Атертона (далее по тексту ДАМ) является наиболее удачной для анализа процессов в РЭА. Вследствие относительной простоты

математического описания она получила широкое распространение в схемотехническом моделировании.

Однако практическое использование модели, условно названной базовой ДАМ, сопровождается значительными трудностями. Ни оригинальное описание [2], ни последующие работы авторов не содержат методик определения параметров модели. Кроме того, модель не учитывает частотных свойств петли перемагничивания.

Для повышения точности расчётов с применением ДАМ в работе [3] предлагается определять параметры модели по экспериментально снятым для различных амплитуд индукции семействам петель гистерезиса. Однако такой подход требует уточнения параметров модели с помощью оптимизации отклонения экспериментальных и расчётных точек семейства петель, что очень громоздко.

Для учёта частотных свойств материалов сердечников в работе [4] выполнена модификация базовой ДАМ – получена зависимость коэрцитивной силы от скорости перемагничивания. Однако использование предлагаемого этой методикой численного интегрирования для решения основного уравнения базовой ДАМ вызывает затруднения у обычного пользователя.

В работе [5] предложена модификация ДАМ, учитывающая частотные свойства аморфных магнетиков путём введения зависимости величины коэрцитивной силы от скорости изменения магнитного поля. Однако и в этом случае вопрос практического использования предлагаемой методики остаётся открытым.

В работе [6] рассмотрена уточнённая математическая модель сердечника, позволяющая адекватно отобразить монотонное снижение проницаемости, характерное для ферромагнетиков при сильных магнитных полях. В работе [7] описана методика определения параметров модели. К сожалению, предлагаемая модель сложна, описывается большим числом параметров, определение которых представляет большую сложность. В работе [8] говорится об увеличении точности расчётов с применением ДАМ. Однако это требует усложнения методики определения параметров модели и ввода в базовую ДАМ дополнительных элементов для учёта частотных свойств.

В справочных руководствах по системам моделирования AccuSim II и Eldo [9,10] описаны встроенные SPICE-модели трансформаторов, приведены уравнения, положенные в основу их создания, обозначены общие подходы к построению моделей. Как показывает проведённый анализ, модели относительно просты и описываются сравнительно небольшим числом параметров. При наличии установки контроля магнитных параметров сердечников [11] проблема определения параметров моделей существенно облегчается. Кроме того, модели просты для практическо-

<p>.SUBCKT <имя макромодели> <узлы подключения к внешней схеме></p>	
<p>* Описание обмотки</p> <p>W <порядковый_номер_обмотки> node+ node- B <порядковый_номер_сердечника> +TURNS= <значение> K= <значение> L= <значение> R= <значение> +WDIA= <значение> WPER= <значение> WAREA= <значение> +AWG= <значение> MLT= <значение> TEMP= <значение> IC= <значение></p>	
<p>* Описание сердечника</p> <p>B <порядковый_номер_сердечника> <имя модели сердечника> +LENGTH= <значение> AIRGAP= <значение> AREA= <значение> +WINDOW= <значение> BFREQ= <значение> BTEMP= <значение> +BO= <значение> AL= <значение></p>	
<p>* Описание модели сердечника</p> <p>.MODEL <имя модели сердечника> CORE +LEVEL= <значение> BS= <значение> BR= <значение> HC= <значение> +MUR= <значение> F1= <значение> F2= <значение> F3= <значение> +FBS= <значение> FBR= <значение> FHC= <значение></p>	
<p>.ENDS</p>	
<p> TURNS – число витков обмотки; K – коэффициент связи между обмоткой и сердечником; L (Гн) – индуктивность рассеяния обмотки; R (Ом) – сопротивление обмотки на постоянном токе; WDIA (м) – диаметр провода обмотки; WPER (м) – периметр провода обмотки; WAREA (м²) – площадь поперечного сечения провода обмотки; AWG – номер провода из американского сортамента проводов; MLT (м) – средняя длина витка провода обмотки; TEMP и BTEMP (°C) – температура окружающей среды; IC (А) – начальный ток обмотки; LENGTH (м) – средняя длина магнитной силовой линии в сердечнике; AIRGAP (м) – длина воздушного зазора в сердечнике; AREA (м²) – эффективная площадь поперечного сечения сердечника; WINDOW (м) – высота окна сердечника; BFREQ (Гц) – частота перемагничивания сердечника; BO (Тл) – начальная магнитная индукция; AL (Гн) – коэффициент индуктивности на 1000 витков; LEVEL – уровень сложности модели; BS (Тл) – индукция насыщения; BR (Тл) – остаточная магнитная индукция; HC (А·витки/м) – коэрцитивная сила; MUR – относительная магнитная проницаемость материала сердечника при H = HC; F1, F2 и F3 – коэффициенты зависимости HC от BFREQ; FBS, FBR и FHC (1/°C) – коэффициенты зависимости BS, BR и HC от температуры. </p>	

Рис. 1. Формат описания макромодели трансформатора в системе AccuSim II

го использования. Вместе с тем они учитывают температурные и частотные зависимости характеристик материалов магнитных сердечников. И, наконец, при проектировании РЭА с применением маршрута Expedition Flow [12] модели легко встраиваются в упомянутый маршрут. Эти характеристики позволяют рассматривать модели магнитных компонентов AccuSim II и Eldo как весьма привлекательные.

Ниже подробно описаны методы создания SPICE-моделей (макромодели) трансформаторов в системах AccuSim II и Eldo, приведены результаты верификации моделей и оценена точность моделирования.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ACCUSIM II ДЛЯ ПОСТРОЕНИЯ МАКРОМОДЕЛЕЙ

Система аналогового моделирования AccuSim II входит в состав маршрута сквозного проектирования топологии печатных плат Board Station. Описание макромодели трансформатора начинается с ключевого слова .SUBCKT. За ним следуют название макромодели и узлы её подключения к схеме. Ключевое слово .ENDS завершает описание. Между ключевыми словами .SUBCKT и .ENDS размещаются строки описания обмоток, магнитного сердечника и модели сердечника.

Описание обмотки трансформатора начинается с обозначения и содержит значения геометрических и электрических параметров обмотки. Обозначение обмотки всегда начинается с буквы «W», за которой обычно следует её порядковый номер. Затем указываются узлы подключения обмотки и сам сердечник. Узлом node+ подключения обмотки служит её начало (в обозначении трансформатора помечено «+»), узлом node- – конец обмотки. Обозначение сердечника всегда начинается с буквы «B», за которой обычно следует его порядковый номер. Количество строк описания обмоток определяется числом обмоток трансформатора (см. рис. 1).

Описание магнитного сердечника начинается с обозначения и содержит значения его геометрических параметров. Обозначение сердечника должно совпадать с его обозначением в описании обмоток. Затем следует обозначение модели сердечника, задаваемое пользователем.

Описание модели сердечника начинается с ключевого слова .MODEL и со-

держит значения параметров встроенной в AccuSim II модели. За ним следует обозначение модели сердечника, совпадающее с его обозначением в описании сердечника и ключевое слово .CORE, указывающее на принадлежность модели к моделям магнитных сердечников.

ДОПОЛНИТЕЛЬНЫЕ СВЕДЕНИЯ О ПАРАМЕТРАХ И УРОВНЯХ СЛОЖНОСТИ МОДЕЛИ В ACCUSIM II

Параметры LEVEL, BS, BR, HC и MUR управляют взаимосвязью между магнитной индукцией В и напряжённостью намагничивающего поля Н для заданного ферромагнитного материала.

Параметр MUR представляет собой относительную магнитную проницаемость материала сердечника и характеризует наклон кривой В(Н) в точке пересечения с осью Н. Если В(Н) – кривая намагничивания, то пересечение имеет место в точке Н = 0. Для нелинейной кривой намагничивания значение параметра MUR может отличаться от начальной магнитной проницаемости материала сердечника, приводимой в справочной литературе. Если В(Н) – предельная петля гистерезиса, то пересечение с осью Н происходит в точках Н = HC и Н = -HC. По этой причине, как показано ниже, MUR определяют как относительную магнитную проницаемость материала сердечника при Н = HC (см. рис. 2).

Уровень сложности модели устанавливается с помощью параметра LEVEL. Модель можно выбрать линейную с насыщенным сердечником или нелинейную с насыщенным сердечником. Нелинейная модель в свою очередь может учитывать или не учитывать гистерезис.

Линейная модель сердечника LINEAR не учитывает его насыщение и описывается линейной характеристикой В(Н). Наклон характеристики равен абсолютной магнитной проницаемости материала сердечника μ_a (см. рис. 3).

Гиперболическая модель сердечника SAT_HYP предназначена для учёта насыщения сердечника без гистерезиса и используется, когда необходимо быстро просмотреть форму основной кривой намагничивания без значительных затрат времени на проведение моделирования. Если полученная при моделировании кривая совпадает по форме с экспериментально снятой кривой, то для учёта гистерезиса целесообразно повторить моделирование с использо-

5

фактов

PADS – доступный, понятный, масштабируемый, настраиваемый

96%

Считают интерфейс важным фактором

опрошенных инженеров

Интерфейс PADS создан по вашему образу мысли и подогнан под ваши задачи

в среднем для сложной платы нужно изготовить

16.1

прототипов

Пре- и постопологическое моделирование в PADS позволяет снизить их число в два раза

40 часов

vs

400

“Плату, которую мы раньше разводили за 2.5 месяца, с PADS high-speed router мы разводим за 40 часов”

- CAD manager, medical devices, Austin, TX

повторно используют свои разработки

75%

опрошенных инженеров

Уникальные технологии PADS, такие как выбор правильных компонентов для повторяемых блоков, повышают производительность и экономят время и деньги

лидеров в отрасли

96%

используют автоматическую проверку правил

PADS позволяет задавать, поддерживать и автоматически проверять правила быстрее и проще, чем в других пакетах

Реклама

Mentor graphics

pads

personal automated design system

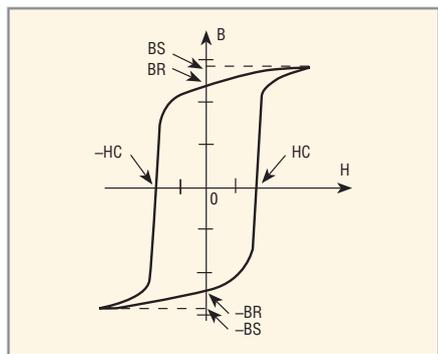


Рис. 2. Кривая перемагничивания сердечника

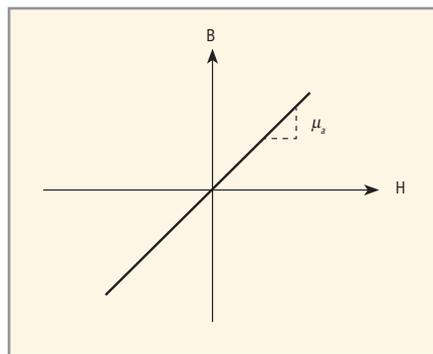


Рис. 3. Линейная кривая намагничивания

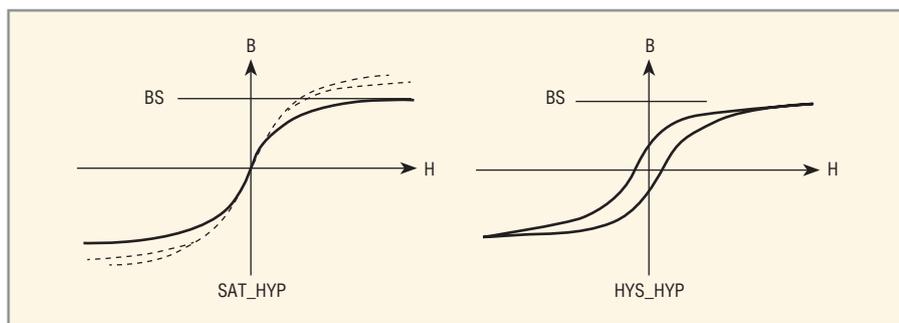


Рис. 4. Кривые намагничивания для гиперболических моделей

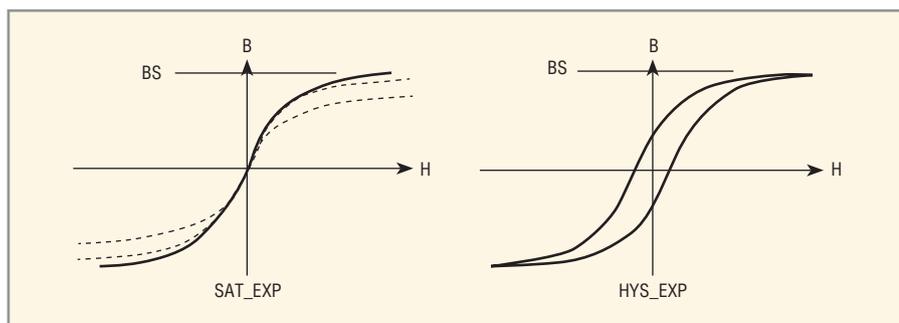


Рис. 5. Кривые намагничивания для экспоненциальных моделей

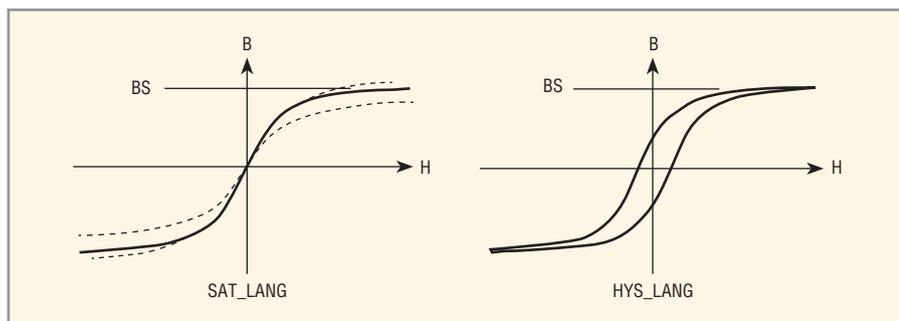


Рис. 6. Кривые намагничивания для моделей Лангевина

ванием HYS_HYP модели (см. рис. 4 – слева сплошной линией изображена кривая намагничивания для гиперболической модели). Дополнительно, для сравнения кривых намагничивания от разных моделей, приведены две пунктирные линии. Верхняя линия в первом квадранте соответствует кривой намагничивания для экспоненциальной модели, нижняя – кривой намагничивания для модели Лангевина.

При выборе гиперболической функции магнитная индукция B связана

с напряжённостью магнитного поля H уравнением:

$$B = BS \times \frac{H}{|H| + S} + \mu_0 \times H, \quad (1)$$

где

$$S = \frac{BS}{\mu_0 \times (\mu - 1)}. \quad (2)$$

Экспоненциальную модель сердечника SAT_EXP можно использовать для моделирования насыщения сердечника, с тем чтобы быстро получить основную кривую намагничивания сердечника и сравнить её по форме с экс-

периментально снятой кривой. Перед началом измерений сердечник должен быть полностью размагничен. В случае совпадения кривых, для учёта гистерезиса можно повторить моделирование с использованием модели HYS_EXP (см. рис. 5 – слева сплошной линией изображена кривая намагничивания для экспоненциальной модели). Верхняя пунктирная линия в первом квадранте соответствует кривой намагничивания для модели Лангевина, нижняя пунктирная линия – кривой намагничивания для гиперболической модели.

При выборе экспоненциальной функции связь между магнитной индукцией B и напряжённостью магнитного поля H описывается уравнением:

$$B = BS \times \left(1 - e^{-\frac{H}{S}}\right) + \mu_0 \times H, \quad (3)$$

где $S = \frac{BS}{\mu_0 \times (\mu - 1)}$. (4)

Модель сердечника Лангевина SAT_LANG можно использовать для быстрого моделирования основной кривой намагничивания сердечника с последующим её сравнением с экспериментально снятой кривой. В случае совпадения кривых, для учёта гистерезиса можно повторить моделирование с использованием модели HYS_LANG (см. рис. 6 – слева сплошной линией изображена кривая намагничивания для модели Лангевина). Верхняя пунктирная линия в первом квадранте соответствует кривой намагничивания для экспоненциальной модели, нижняя пунктирная линия – кривой намагничивания для гиперболической модели.

При выборе функции Лангевина связь между магнитной индукцией B и напряжённостью магнитного поля H описывается уравнением:

$$B = BS \times \left[\cos h\left(\frac{H}{S}\right) - \left(\frac{H}{S}\right) \right] + \mu_0 \times H = BS \times \left[\frac{\left(\frac{H}{S}\right)}{3} - \frac{\left(\frac{H}{S}\right)^3}{45} + \frac{2 \times \left(\frac{H}{S}\right)^5}{945} - \dots \right] + \mu_0 \times H, \quad (5)$$

где

$$S = \frac{BS}{3 \times \mu_0 \times (\mu - 1)}. \quad (6)$$

Параметры FBS, FBR и FHC представляют собой коэффициенты линейных температурных зависимостей индукции насыщения BS, остаточной индукции BR и коэрцитивной силы HC. Зависимости имеют вид:

$$BS(BTEMP) = BS \times (1 + FBS \times (BTEMP - TNOM)), \quad (7)$$

$$BR(BTEMP) = BR \times (1 + FBR \times (BTEMP - TNOM)), \quad (8)$$

$$HC(BTEMP) = HC \times (1 + FHC \times (BTEMP - TNOM)) \quad (9)$$

где TNOM = 27°C (номинальная температура). Как правило, температурные коэффициенты имеют отрицательные значения.

Параметры F1, F2, F3 являются коэффициентами нелинейной зависимости HC от частоты. Известно, что коэрцитивная сила HC зависит не только

от температуры, но и от частоты. С ростом частоты перемagnичивания сердечника HC возрастает, что приводит к значительному «растягиванию» петли по горизонтали. В отличие от линейной температурной зависимости, зависимость HC от частоты нелинейная и имеет вид

$$HC(BFREQ) = HC \times (1 + F1 \times BFREQ + F2 \times BFREQ^{F3}). \quad (10)$$

Величины параметров F1, F2, F3 можно определить из эксперименталь-

но снятой зависимости HC от частоты. Для получения зависимости используют установку контроля магнитных параметров сердечников.

На основе формата описания в AccuSim II была составлена макро-модель для трехобмоточного трансформатора, выполненного на сплошном тороидальном сердечнике и условно названного transformer_1. Параметры, используемые в описании макро-модели, получены из исходных данных в соответствии с расчётами по известным формулам [13–15]. Исходные данные собраны в таблице 1, а содержание файла описания макро-модели представлено в Листинге 1.

ВЕРИФИКАЦИЯ МАКРОМОДЕЛИ

Для верификации макро-модели использовалась часть схемы прибора, в состав которого входит трансформатор transformer_1 (см. рис. 7). Для приведённой схемы проводилось моделирование с применением пакета SystemVision, а также экспериментальные исследования с использованием контрольно-измерительной аппаратуры. Проверка макро-модели осуществлялась путём сравнения полученных результатов (см. рис. 8).

Как следует из результатов моделирования, напряжение на нагрузке CN, RN представляет собой ступенчато нарастающую кривую. При моделировании кривая напряжения на нагрузке стремится к установившемуся значению примерно 8,5 В (сигнал load), экспериментально снятая кривая стремится к значению примерно 7 В (сигнал ch3). Амплитуды напряжений в цепи R1, CK (сигналы mid_prim и ch2) до и после замыкания контакта UPI при моделировании и измерениях практически совпадают. Таким образом, полученная в результате моделирования диаграмма напряжения на нагрузке по установившемуся значению отличается от снятой экспериментальным путём осциллограммы примерно на 18%.

Разница в уровне напряжений может быть объяснена следующим. Наиболее существенный вклад вносит технологический разброс начальной магнитной проницаемости, которая для ферритов марки M2000HM1 составляет 2000_{-300}^{+500} , т. е. +25%...–15%, что определяет более ранний или более поздний момент наступления насы-

Таблица 1. Исходные данные трансформатора

Параметр	Характеристика	Значение
Параметры сердечника		
	Тип сердечника	M2000HM1 K10 × 6 × 3
μ_n	Начальная магнитная проницаемость материала сердечника	2000
BS	Индукция насыщения, Тл	0,4
BR	Остаточная индукция, Тл	0,12
HS	Напряженность внешнего магнитного поля, соответствующая индукции насыщения, А/м	800
HC	Коэрцитивная сила, А • витки/м	16
D	Наружный диаметр сердечника, м	10×10^{-3}
d	Внутренний диаметр сердечника, м	6×10^{-3}
h	Высота сердечника, м	3×10^{-3}
F	Частота перемagnичивания сердечника, Гц	50000
Параметры обмоток		
w_1	Число витков первичной обмотки	4
w_2	Число витков первой вторичной обмотки	20
w_3	Число витков второй вторичной обмотки	20
d_1	Диаметр провода первичной обмотки, м	$0,16 \times 10^{-3}$
d_2	Диаметр провода первой вторичной обмотки, м	$0,16 \times 10^{-3}$
d_3	Диаметр провода второй вторичной обмотки, м	$0,16 \times 10^{-3}$

Листинг 1

```
* file transformer_1.mod
.SUBCKT transformer_1 PIN_4 PIN_5 PIN_1 PIN_2 PIN_3
*
W1 PIN_4 PIN_5 B1 TURNS=4 K=1.0 L=9.0841e-10
+ R=0.0354 TEMP=27.0
*
W2 PIN_1 PIN_2 B1 TURNS=20 K=1.0 L=2.2710e-08
+ R=0.1772 TEMP=27.0
*
W3 PIN_2 PIN_3 B1 TURNS=20 K=1.0 L=2.2710e-08
+ R=0.1772 TEMP=27.0
*
B1 m2000nm1 LENGTH=0.0251 AIRGAP=0.0
+ AREA=6.0e-6 WINDOW=0.0251
+ BFREQ=50000.0 BTEMP=27.0 B0=0.0
*
.MODEL m2000nm1 CORE LEVEL=HYS_HYP BS=0.4
+ BR=0.12 HC=16 MUR=2000 F1=0.0
+ F2=0.0 F3=0.0 FBS=0.0
+ FBR=0.0 FHC=0.0
.ENDS
```

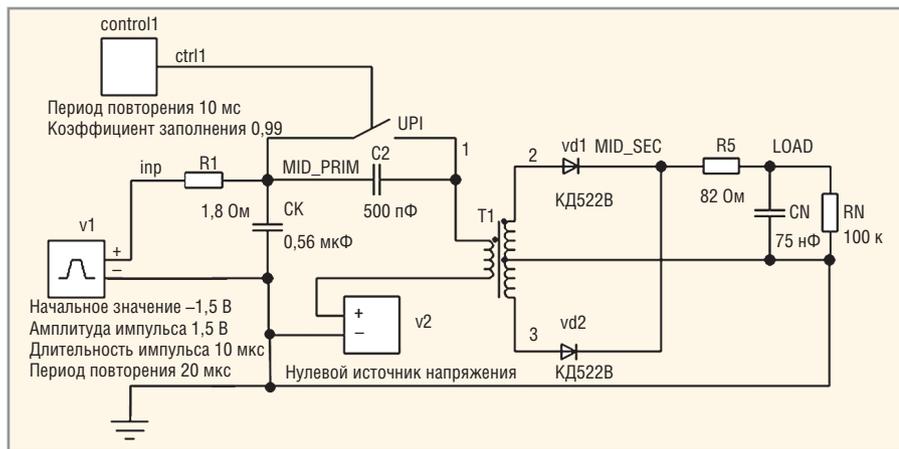


Рис. 7. Схема подключения трансформатора transformer_1

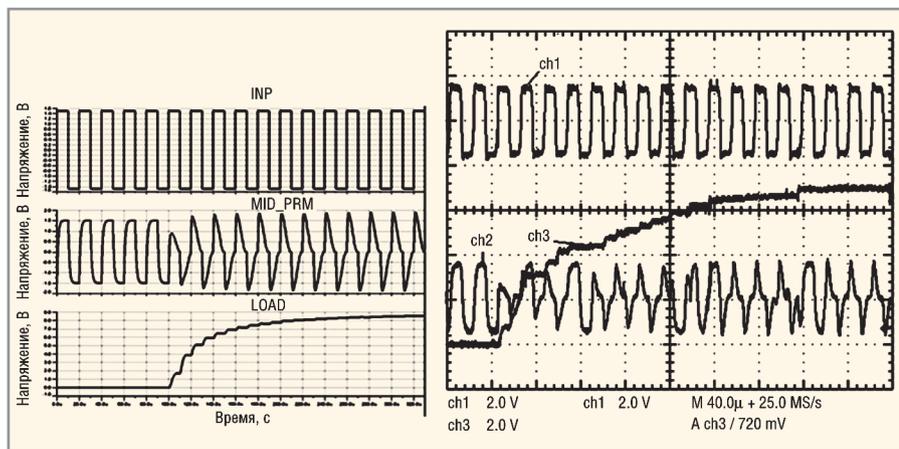


Рис. 8. Результаты моделирования и осциллографирования схемы рис. 7

.SUBCKT <имя макромоделей> <узлы подключения к внешней схеме>

*** Описание обмотки**

y <порядковый_номер_обмотки> winding e1 e2 m1 m2 model: <имя_модели_обмотки>
 .model <имя_модели_обмотки> modfas AREA = <значение> R = <значение> K = <значение>

*** Описание сердечника**

y <порядковый_номер_сердечника> nlc core1 mp mn model: <имя_модели_сердечника>
 .model <имя_модели_сердечника> modfas AREA <значение> LEN = <значение>
 + MS = <значение> ALPHA = <значение> A = <значение> K = <значение>
 + C = <значение> KF = <значение> LEVEL = <значение> MD = <значение>

ИЛИ

y <порядковый_номер_сердечника> nlc core2 mp mn model: <имя_модели_сердечника>
 .model <имя_модели_сердечника> modfas AREA <значение> LEN = <значение>
 + HC = <значение> BR = <значение> BS = <значение> CEPS = <значение>
 + TBS = <значение> TBR = <значение> THC = <значение> FNOM = <значение>
 + FC1 = <значение> FC2 = <значение> FC3 = <значение> MYI = <значение>

.ENDS

e1 и e2 – электрические выводы обмотки;
 m1 и m2 – магнитные выводы обмотки;
 N – число витков обмотки;
 R – сопротивление обмотки на постоянном токе, Ом;
 K – коэффициент связи между обмоткой и сердечником;
 mp и mn – магнитные выводы сердечника;
 AREA – площадь поперечного сечения сердечника, м²;
 LEN – средняя длина магнитной силовой линии в сердечнике, м;
 MS – намагниченность насыщения, А/м;
 ALPHA – усредненный коэффициент связи доменов;
 A – концентрация (плотность) доменов, А/м;
 K – коэффициент закрепления доменных стенок, А-витки/м;
 C – постоянная подвижности доменных стенок;
 KF – параметр зависимости коэффициента закрепления доменных стенок от частоты;
 LEVEL – уровень сложности описания безгистерезисной кривой намагничивания;
 MD – элемент задержки для необратимого намагничивания;
 HC – коэрцитивная сила, А-витки/м;
 BR – остаточная магнитная индукция, Тл;
 BS – индукция насыщения, Тл;
 CEPS – показатель точности модели;
 TBS, TBR и THC – коэффициент зависимости BS, BR и HC от температуры, 1/К;
 FNOM – рабочая частота, Гц;
 FC1, FC2 и FC3 – 1-й, 2-й и 3-й коэффициенты частотной зависимости гистерезисных характеристик сердечника, 1/Гц;
 MYI – начальная магнитная проницаемость материала сердечника.

Рис. 9. Формат описания макромоделей трансформатора в системе Eldo

щения в магнитопроводе (см. осциллограмму на рис. 8). Площади импульсов на первичной обмотке при наблюдении осциллографом заметно меньше, чем аналогичные при моделировании. Соответственно, энергия, передаваемая трансформатором в нагрузку, также меньше. Иными словами, насыщение реального сердечника наступает быстрее.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СИСТЕМЫ ELDO ДЛЯ ПОСТРОЕНИЯ МАКРОМОДЕЛЕЙ

Система Eldo – это аналоговый симулятор, основной компонент комплексного набора инструментальных программных средств аналогового и смешанного моделирования. Eldo предлагает уникальную схему разделения, позволяющую использовать раз-

личные алгоритмы в разных частях проекта. Это даёт возможность пользователю осуществлять гибкое регулирование точности моделирования, используя широкий ассортимент библиотек моделей устройств в сочетании с высокой скоростью и эффективностью.

Правила описания макромоделей в системе Eldo аналогичны общим правилам в системе AccuSim II. Описание макромоделей трансформатора начинается с ключевого слова .SUBCKT и заканчивается ключевым словом .ENDS. Между ключевыми словами .SUBCKT и .ENDS размещаются строки описания обмотки, магнитного сердечника и моделей обмоток и сердечника. Формат описания макромоделей трансформатора с использованием системы Eldo представлен на рисунке 9.

Описание обмотки трансформатора начинается с её обозначения в виде обязательной буквы «y» с последующим порядковым номером обмотки. Затем указывается ключевое слово winding, обозначающее принадлежность модели к моделям обмоток. Далее следуют электрические и магнитные выводы обмотки. Электрические выводы e1 и e2 предназначены для включения обмотки в электрическую цепь макромоделей трансформатора. Выводом e1 служит начало обмотки (в обозначении трансформатора помечено «*»), выводом e2 – конец обмотки. Магнитные выводы обмотки m1 и m2 предназначены для включения обмотки в магнитную цепь, состоящую из намагничивающих ампер-витков обмоток (между узлами m1 и m2 каждой обмотки) и магнитного сопротивления сердечника (между узлами mp и mn сердечника (см. ниже)). Завершает описание обмотки ссылка на модель в виде ключевого слова model с последующим названием модели обмотки. На рисунке 10 приведено условное графическое обозначение модели обмотки. Его не следует путать с обозначением обмотки на схеме электрической принципиальной.

Описание модели обмотки начинается с ключевого слова .model и содержит значения параметров встроенной в Eldo модели. За ним следует название модели обмотки, совпадающее с названием в описании обмотки, и ключевое слово modfas, указывающее на принадлежность модели к аналоговым макромоделям.

Описание магнитного сердечника содержит значения его геометрических

параметров и всегда начинается с буквы «у», за которой обычно следует порядковый номер сердечника. Затем указывается ключевое слово `nlcore1` или `nlcore2`, означающее, что для сердечника использованы модели первого или второго уровня сложности соответственно. Далее следуют магнитные выводы сердечника `mp` и `mn`, предназначенные для включения сердечника в магнитную цепь макромодели. Завершает описание сердечника ссылка на модель в виде ключевого слова `.model` с последующим именем модели сердечника.

Описание модели сердечника начинается с ключевого слова `.model` и содержит значения параметров встроенной в Eldo модели. За ним следует наз-

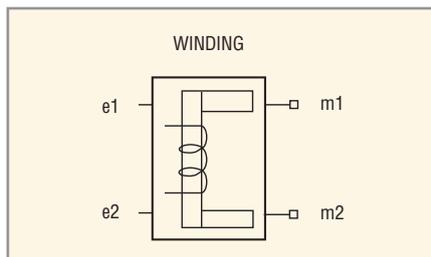


Рис. 10. Условное графическое обозначение модели обмотки

вание модели сердечника, совпадающее с названием в описании сердечника и ключевое слово `modfas`, указывающее на принадлежность модели к аналоговым макромоделям. На рисунке 11 приведено условное графическое обозначение модели сердечника.

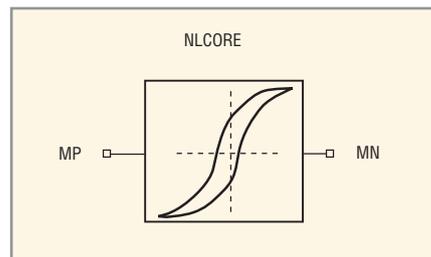


Рис. 11. Условное графическое обозначение модели сердечника

ДОПОЛНИТЕЛЬНЫЕ СВЕДЕНИЯ О ПАРАМЕТРАХ ПЕРВОГО И ВТОРОГО УРОВНЯ СЛОЖНОСТИ МОДЕЛИ СЕРДЕЧНИКА В ELDO

Описание гистерезисных процессов в модели `nlcore1` основано на теории движения доменных стенок в магнитном поле. Намагниченность насыщения `MS` определяет предельный цикл перемагничивания и пропорциональна максимальной индукции насыщения. По умолчанию, $MS = 1,7 \times 10^6$ А/м. Безразмерный параметр `ALPHA` представляет собой усреднённый коэффициент связи доменов. $ALPHA = 1 \times 10^{-3}$ (по умолчанию). Безразмерный параметр `A` характеризует концентрацию (плотность) доменов и по умолчанию равен 1×10^{-3} .

Параметр `K` представляет собой коэффициент закрепления доменных стенок (постоянная подвижности доменов) и равен коэрцитивной силе `Hc`, определяющей ширину предельной петли гистерезиса. По умолчанию $K = 10$ А • витков/м. Безразмерный параметр `C` представляет собой постоянную подвижности доменных стенок (постоянную упругого смещения доменных границ). Параметр обеспечивает моделирование слабых полей и связывает наклон безгистерезисной и начальной кривых намагничивания (по умолчанию равен 0,1).

Безразмерный параметр `KF` характеризует зависимость коэффициента закрепления доменных стенок от частоты и по умолчанию равен 1×10^{-6} . Параметр `LEVEL` обозначает уровень сложности описания безгистерезисной кривой намагничивания. Если `LEVEL = 1`, то для описания используется функция Лангевина. Если `LEVEL = 2`, то кривая описывается с помощью гиперболической функции `tanh`. По умолчанию `LEVEL = 1`. Безразмерный параметр `MD` представляет собой элемент задержки для необратимого намагничивания и по умолчанию равен 1×10^{-5} .

В модели `nlcore2` учитываются зависимости гистерезисных характеристик сердечника от частоты и темпера-

Таблица 2. Исходные данные и описание макромодели трансформатора в Eldo

Параметр	Характеристика	Значение
Параметры сердечника		
	Тип сердечника	M2000HM1 K16 × 10 × 4,5
μ_n	Начальная магнитная проницаемость материала сердечника	2000
BS	Индукция насыщения, Тл	0,4
BR	Остаточная индукция, Тл	0,12
HS	Напряженность внешнего магнитного поля, соответствующая индукции насыщения, А/м	800
HC	Коэрцитивная сила, А • витки/м	16
D	Наружный диаметр сердечника, м	16×10^{-3}
d	Внутренний диаметр сердечника, м	10×10^{-3}
h	Высота сердечника, м	$4,5 \times 10^{-3}$
F	Частота перемагничивания сердечника, Гц	$15,625 \times 10^3$
Параметры обмоток		
w_{11}, w_{12}	Число витков первичных обмоток	85
w_2	Число витков вторичной обмотки	15
R_{11}, R_{12}	Активное сопротивление первичных обмоток, Ом	1,816
R_2	Активное сопротивление вторичной обмотки, Ом	0,044
l	Длина намотки, м	0,0408
Δ	Суммарная высота слоёв намотки, м	6×10^{-3}

Листинг 2

```
* file transformer_2.mod
.subckt transformer_2 pin_1 pin_2 pin_3 pin_4 pin_5
*
umod_prim_11 winding pin_1 pin_2 p1 p2 model:mod_prim_11
.model mod_prim_11 modfas n=85 r=1.816 k=1.0
*
umod_prim_12 winding pin_2 pin_3 p2 p3 model:mod_prim_12
.model mod_prim_12 modfas n=85 r=1.816 k=1.0
*
umod_prim_2 winding pin_4 pin_5 p3 p4 model:mod_prim_2
.model mod_prim_2 modfas n=15 r=0.044 k=1.0
*
umod_core nlcore2 p4 p1 model:mod_core
.model mod_core modfas area=1.35e-5 len=0.0408 hc=16
+ br=0.12 bs=0.4 fnom=15.625e3 myi=2000
.ends
```

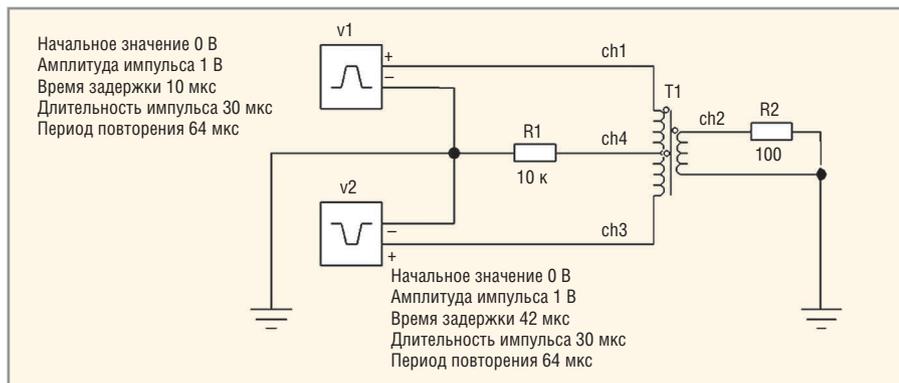


Рис. 12. Схема подключения трансформатора transformer_2

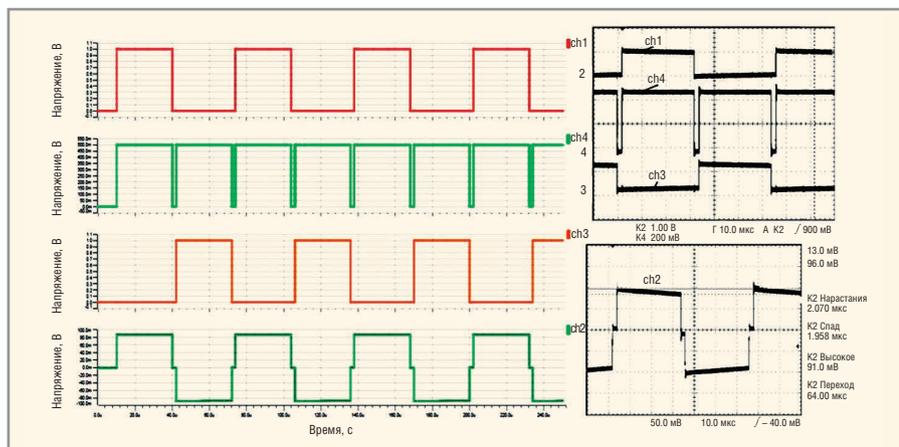


Рис. 13. Результаты моделирования и осциллографирования схемы рис. 12

туры. Ниже перечислены соответствующие параметры:

- TBS, TBR и THC – коэффициенты зависимости BS, BR и HC от температуры, 1/К (по умолчанию все эти параметры равны 0);
- FNOM – рабочая частота, Гц (по умолчанию – 1000);
- FC1, FC2 и FC3 – первый, второй и третий коэффициенты частотной зависимости гистерезисных характеристик сердечника (безразмерный параметр, по умолчанию FC1 = 1, FC2 = 0 и FC3 = 0).

На основе формата описания в Eldo была составлена макромодель для трёхобмоточного трансформатора, выполненного на сплошном тороидальном сердечнике и условно названного transformer_2. Параметры, используемые в описании макромодели, получены из исходных данных в соответствии с расчётами по известным формулам, представленным в [13–15]. Исходные данные и содержание файла описания макромодели представлены в таблице 2 и Листинге 2.

ВЕРИФИКАЦИЯ МАКРОМОДЕЛИ

Для верификации макромодели использовалась часть схемы прибора, в состав которого входит трансформа-

тор transformer_2 (см. рис. 12). Для приведённой схемы проводилось моделирование с применением пакета SystemVision, а также экспериментальные исследования с использованием контрольно-измерительной аппаратуры. Проверка макромодели осуществлялась путём сравнения полученных результатов (см. рис. 13).

Как следует из результатов моделирования, значение амплитуды напряжения на нагрузке трансформатора, полученное при моделировании, приблизительно равно 88 мВ (сигнал ch2). Согласно результатам измерений тестовой схемы, значение амплитуды указанного сигнала приблизительно равно 96 мВ. Таким образом, полученная в результате моделирования диаграмма напряжения на нагрузке по амплитудному значению отличается от снятой экспериментальным путём осциллограммы примерно на 8%. Разница в уровнях напряжений обусловлена разбросом технологических параметров сердечников, который не учитывается в приведённых моделях.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В статье разработаны и подробно описаны методы создания SPICE-макромоделей трансформаторов с по-

мощью систем AccuSim II и Eldo. Полученные с применением этих методов макромодели трансформаторов позволяют проводить моделирование на базе маршрута Expedition Flow.

ЛИТЕРАТУРА

1. Isaak D. Mayergoyz. Mathematical models of Hysteresis and their applications. Department of Electrical and Computer Engineering University of Maryland, USA, 2003.
2. Jiles D. C., Atherton D. L. Theory of ferromagnetic hysteresis. Journal of magnetism and magnetic materials, vol. 61, No 6, 1986.
3. Новиков А.А., Амелин С.А. Экспериментальное исследование параметров модели перемагничивания ферромагнетиков Джилса-Атертона. Электричество, № 9, 1995.
4. Амелин С.А., Новиков А.А., Строев К.Н., Строев Н.Н. Расчёт потерь в аморфных магнитных материалах с помощью модифицированной модели Джилса-Атертона. Вестник МЭИ, № 1, 1996.
5. Строев Н.Н. Исследование предельных возможностей использования новых магнитных материалов в высокочастотных источниках вторичного электропитания. Диссертация на соискание уч. степени к.т.н., Москва, 2000.
6. Глебов Б.А. Применение моделей процесса перемагничивания ферромагнетиков при анализе электрических цепей. Электро-связь, № 6, 1998.
7. Глебов Б.А., Каюков Д.С., Недолужко И.Г. Модели магнитных компонентов. Практическая силовая электроника, № 11, 2003.
8. Недолужко И.Г., Каюков Д.С. Модификация PSpice-модели магнитного сердечника. Силовая электроника, № 1, 2005.
9. AccuSim II Models Reference Manual. Software Version 8.10.
10. ELDO User's Manual. Software Version 6.6_1 Release 2005.3.
11. Установка контроля магнитных параметров магнитопроводов в производственных условиях УКМП-0.05-100. Техническое описание и инструкция по эксплуатации. НЛСД.411174.002.ТО. ЗАО «НИИСТТ» (г. Смоленск), 2010.
12. Лохов А., Филиттов А., Селиванов И., Рабовалюк А. САПР печатных плат: маршрут Expedition. Электроника: НТБ, № 2, 2004.
13. Русин Ю.С., Гликман И.Я., Горский А.Н. Электромагнитные элементы радиоэлектронной аппаратуры. Радио и связь, 1991.
14. Вдовин С.С. Проектирование импульсных трансформаторов. Энергоатомиздат, 1991.
15. Семёнов Б.Ю. Силовая электроника для любителей и профессионалов. СОЛОН-Р, 2001.

Новости мира News of the World Новости мира

Анализатор протоколов MIPI M-PHY для мобильных устройств

Компания Agilent Technologies Inc. представляет новый анализатор протоколов U4431A MIPI M-PHY для нового поколения приложений для мобильных устройств. Анонсируемый анализатор протоколов позволяет инженерам НИОКР и производственных отделов выполнять глубокий и качественный анализ данных разработок на базе MIPI M-PHY.

Функциональность современных мобильных устройств значительно превосходит возможности стационарных ПК. Разработчики мобильных устройств используют несколько высокоскоростных шин для управления несколькими камерами высокого разрешения, высокоскоростным периферийным оборудованием, усовершенствованными графическими адаптерами и объёмными буферами памяти. Постоянно возрастающая потребность в расширении пропускных каналов привела к расширению набора характеристик M-PHY, которые включают в себя средства четырёхполосной передачи данных на скорости в 6,0 Гб/с.



Анализатор U4431A обеспечивает объём анализа памяти до 16 Гб по каждой полосе, позволяя разработчикам захватывать десятые доли секунды системного трафика даже на таких высоких скоростях.

Помимо прочих функций анализатор U4431A может работать в режиме «Первичные данные», позволяя разработчикам анализировать коррелированные по времени данные 8b/10b, связанные с каждым протоколом. Статистика может отображаться в форме волнообразного графика или списка, обеспечивая наглядное представление процесса формирования пакета на физическом уровне.

Такие средства отображения данных также применимы к пакету протоколов M-PHY, позволяя выявлять ошибки от физического уровня до канала передачи данных и от транспортного уровня до высшего прикладного уровня. Таким образом, разработчики получают возможность отсле-

живать и получать данные в течение всего процесса их передачи.

Кроме того, анализатор U4431A предлагает мощные инструменты для выявления и определения характера событий на шине. Сигналы в режиме реального времени позволяют выявлять ошибки на каждом уровне протокола, фильтры помогают настраивать аналитические инструменты на определённые типы трафика, а обзоры трафика и маркеры измерений позволяют разработчикам оценивать трафик в различных объёмах – от целых пакетов данных до одной наносекунды.

Модульная форма AXIe анализатора U4431A позволяет пользователям выполнять одновременный анализ нескольких шин M-PHY. Шины M-PHY могут быть скоррелированы по времени с шинами MIPI D-PHY CSI-2 и DSI-1, PCIe®, DDR и HDMI или даже с модулями анализаторов быстродействующих логических схем. Разработчикам предлагаются решения, соответствующие актуальной потребности по количеству полос, объёму памяти и поддержке протоколов с возможностью последующего обновления.

www.agilent.com

Компания ООО «КОДО-ТРАНС»

www.kodo-trans.ru

Компания выполняет проектирование и изготовление **трансформаторов на ферритовых сердечниках**, для импульсных источников питания на каркасах, проектирование и изготовление **дресселей, в том числе сетевых**. Любой вид намотки, кроме тороидальной.

На данный момент мы активно ищем потребителей на данный вид продукции во всех регионах нашей страны и будем очень рады сотрудничеству с Вами.

Производственная мощность нашего предприятия составляет **200 000** моточных изделий в месяц.



111524, г. Москва, ул. Электродная, 13
Телефон: (495) 916-67-17
E-mail: kodotrans@kodosvet.ru

Дополнительные приложения для OrCAD

Анатолий Сергеев (Москва)

Развитие технологий Интернет во многом определяет способ доступа инженеров к необходимой информации. Интерактивная работа с материалами является ключевым фактором ускорения процесса проектирования. Чтобы удовлетворить такую потребность компания Cadence Design Systems Inc. в 2011 году запустила интернет-портал, посвящённый разработке печатных плат в среде OrCAD, а также магазин приложений.

OrCAD Capture Marketplace (www.orcadmarketplace.com) – это несколько служб, объединённых общей концепцией быстрого доступа к информации для инженеров-разработчиков электрических схем и печатных плат. Портал имеет поисковую систему по библиотекам компонентов, PSpice- и IBIS-моделям и содержит публикации и мультимедийные материалы, посвящённые работе в OrCAD и Allegro.

Особое место занимает магазин приложений OrCAD Apps, которые расширяют стандартный функционал OrCAD и помогают ускорить процесс проектирования. С момента своего появления в 2011 году список приложений, доступных в OrCAD Apps, неуклонно растёт и на данный момент содержит 44 программы. Многие из них являются бесплатными и почти у всех есть пробные версии. В данной статье мы рассмотрим наиболее интересные и важные приложения.

ПРИЛОЖЕНИЕ SYMBOLGEN



Библиотеки компонентов – это ключевой элемент любой системы проектирования печатных плат. Современные компоненты могут содержать тысячи выводов и сотни логических блоков. Каждый вывод должен быть описан как можно более подробно: в его свойствах необходимо указать номер, наименование, тип, направление, и при необходимости ряд других свойств. Сложные компоненты разбиваются на логические ячейки для удобства размещения на схеме и соединения с другими компонентами. Важно указывать информацию о взаимозаменяемости выводов и ячеек для оптимизации трассировки печатной платы.

подавляющее большинство разработчиков создают компоненты вручную, что отнимает массу времени и делает процесс крайне трудоёмким. При ручном вводе велика вероятность

возникновения ошибок, которые будет сложно исправить на более поздних этапах разработки. SymbolGen – это приложение, которое радикальным образом меняет представление о способах создания библиотеки компонентов. Эта программа позволяет просматривать техническое описание (Datasheet), распознавать таблицы и диаграммы с описанием выводов, а затем обрабатывать полученные данные и передавать их в OrCAD. Приложение SymbolGen распознаёт все ключевые свойства выводов, расставляет их в нужной последовательности и позволяет проверить целостность данных. После установки программы она становится доступной в меню Accessories – EMA Apps – SymbolGen (см. рис. 1).

Окно программы делится на четыре секции. В первой секции отображается содержание PDF-документа, во второй – сам документ, где пользователь должен указать область распознавания (как правило, это таблица) и исключить ненужные данные. После этого вся информация передается в третье окно, где происходит её предварительная обработка. Здесь пользователь указывает наименования столбцов с точки зрения привязки их к данным в OrCAD, а затем передаёт эти данные в таблицу для окончательной обработки. Завершающим этапом является передача данных в редактор символов и компонентов OrCAD и генерация готового символа.

Преимущества использования SymbolGen:

- значительно сокращается время на создание символов компонентов (от нескольких часов или дней до нескольких минут);
- сводится к минимуму ручной труд;
- каждый вывод размещается в строгой последовательности, заданной пользователем, и содержит полный набор основных свойств, обеспечивающий целостность данных при разработке схемы в OrCAD Capture/Allegro Design Entry CIS;
- снижается вероятность человеческой ошибки и обеспечивается полнота данных за счёт встроенной системы проверки правил и выводов отчетов.

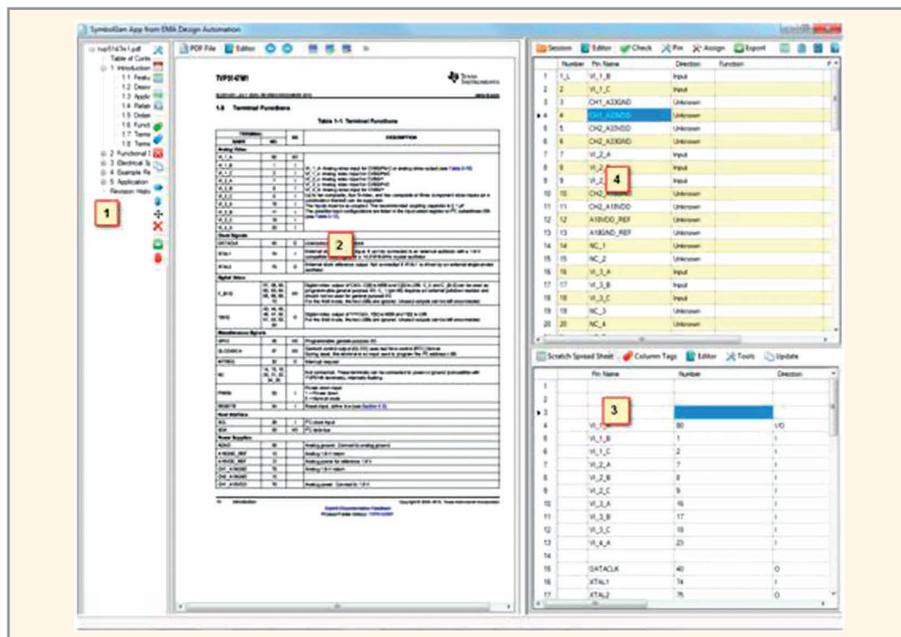


Рис. 1. Окно программы SymbolGen

ПРИЛОЖЕНИЕ FOOTPRINTGEN



Как и в случае создания символов компонентов для схемы, процесс создания библиотек посадочных мест вручную является достаточно трудоёмким, и вероятность возникновения ошибки здесь гораздо выше, поскольку следует учитывать множество технологических ограничений, влияющих на размеры и форму контактных площадок, переходных отверстий, масок и т.д. Приложение FootprintGen автоматизирует процесс создания сложных посадочных мест и значительно экономит время по сравнению со стандартным, ручным, способом работы.

Программа позволяет создавать посадочные места для широкого диапазона типов корпусов в соответствии с международным стандартом IPC-7351, а также в соответствии с собственными настройками пользователя. В список поддерживаемых типов корпусов входят BGA, CHIP, CHIPARRAY, DIP, LCC, LGA, PLCC, QFN, QFP, SOJ и др. Данный список постоянно пополняется по мере выхода новых версий программы.

Интерфейс FootprintGen интуитивно понятен и показывает всю необходимую информацию в одном окне – контактные площадки, покрытия, размеры и многое другое (см. рис. 2). Установленная программа доступна из меню OrCAD PCB Editor: My Apps – EMA – FootprintGen.

Программа FootprintGen устраняет процесс сложной многооконной работы с применением дополнительных приложений. Все изменения, вносимые инженером в конструкцию посадочного места, мгновенно отображаются на экране в понятном графическом представлении. Помимо использования стандартных форм контактных площадок в FootprintGen можно задать необходимые параметры для генерации нестандартных площадок со специфическими округлениями и фасками. В приложении FootprintGen можно задать положение металлизированных и неметаллизированных отверстий в любом месте контактной площадки, в любом порядке и с любым шагом.

Приложение FootprintGen тесно интегрировано с решениями Cadence OrCAD и Allegro, а также с програм-

мой для автоматизированного создания схемотехнических библиотек SymbolGen. Совместное использование FootprintGen и SymbolGen позволяет автоматически находить ошибки и неточности при генерации посадочного места компонента в соответствии с его схемотехническим символом. Такая связь обеспечивает значительное ускорение создания точных библиотек компонентов.

Преимущества использования FootprintGen:

- встроенные шаблоны посадочных мест под различные типы корпусов упрощают и ускоряют работу по созданию собственных библиотек;
- посадочные места полностью соответствуют IPC-7351 или спецификации пользователя;
- наглядный и интуитивный ввод размеров;
- использование контактных площадок любой формы;
- учёт технологических ограничений;
- автоматическая проверка после завершения создания символа и автоматическая передача данных в OrCAD/Allegro PCB Editor.

Используете морально устаревшие САПР?



Ваш пропуск в мир скоростей

OrCAD PCB Designer

современные технологии проектирования
и взгляд в будущее



функциональность
масштабируемость
интегрированность
интернет-приложения
оптимальная цена

cadence®

Техническая поддержка Обучение Дизайн-проекты

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

оркада

CADENCE CHANNEL PARTNER

Реклама

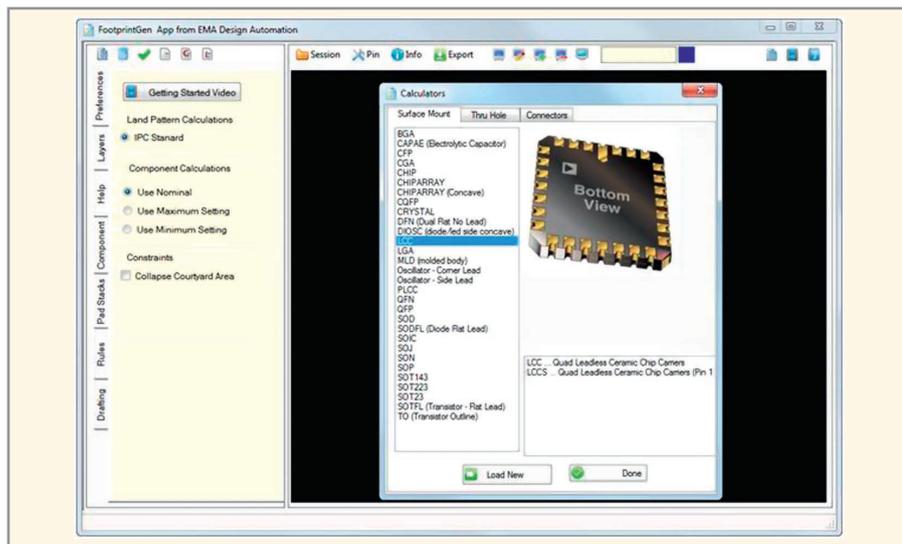


Рис. 2. Окно программы FootprintGen

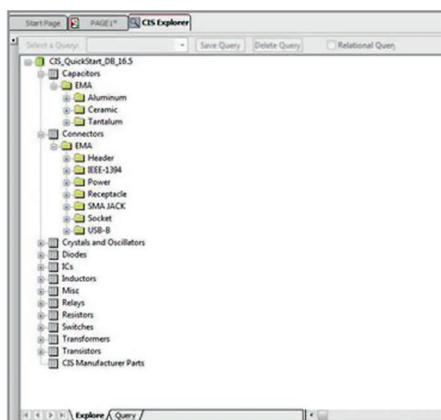


Рис. 3. Вид базы данных CIS Quick Start в окне OrCAD Capture CIS

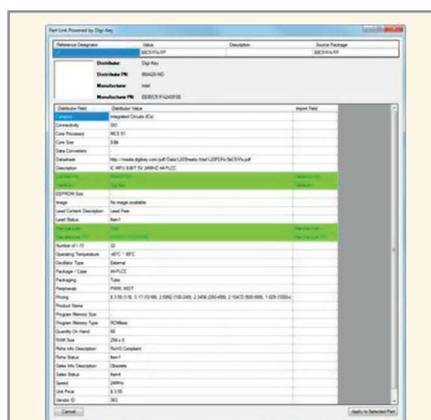


Рис. 4. Окно приложения Part Link Powered by Digi-Key

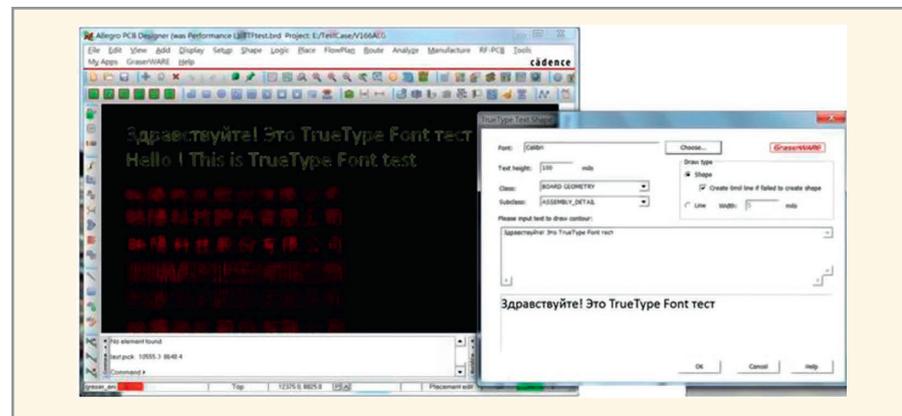


Рис. 5. Вид приложения True Type Text Shape

На интернет-странице компании EMA Design Automation (www.ema-edc.com) можно скачать пробную версию программы EDABuilder, которая сочетает в себе возможности SymbolGen и FootprintGen и обладает расширенным функционалом. По своим возможностям EDABuilder превосходит аналогичные программы, например LP Wizard, и обеспечивает максимальную производительность при создании новых библиотек компонентов.

ПРИЛОЖЕНИЕ CIS QUICK START

Общая база данных компонентов в рамках предприятия имеет много преимуществ по сравнению со стандартной системой ведения интегрированных библиотек. Большие затраты времени и труда, необходимые для реализации общей базы данных (БД), могут стать сдерживающим фактором для разработчиков. Программа CIS Quick Start – это готовая полнофункциональ-

ная и отлаженная БД, которая является хорошим шаблоном для создания собственной локальной БД с учётом специфики предприятия.

Приложение CIS Quick Start (см. рис. 3) включает в себя готовую БД в формате Microsoft Access со следующими характеристиками:

- полностью заполненные таблицы параметров компонентов с точной и проверенной информацией;
- отлаженная схема данных, созданная на основе опыта внедрения CIS на предприятиях;
- более 1000 компонентов с готовыми схематическими и топологическими символами;
- предустановленный файл Capture.INI и конфигурационные файлы БД;
- утилита для автоматического создания источника данных ODBC.

ПРИЛОЖЕНИЕ PART LINK POWERED BY DIGI-KEY



Компоненты на схеме должны обладать рядом свойств, которые позволяют выводить перечень элементов и спецификацию в полном объёме. Систематизировать эти свойства, эффективно ими управлять и загружать новые компоненты позволяет база данных OrCAD Capture CIS. Перед тем как компонент загружается в базу данных, разработчик должен правильно заполнить свойства, например наименование модели, код производителя и поставщика, посадочное место, допуск на основной параметр, номинал и т.д. В подавляющем большинстве случаев эта информация хранится в разных источниках и её поиск требует времени.

Программа Part Link Powered by Digi-Key позволяет разработчикам получить необходимую информацию о компоненте прямо на схеме, не выходя за пределы OrCAD Capture CIS. Это приложение представляет собой поисковую систему по номеру компонента и ряду других параметров через интерактивный каталог крупнейшего поставщика электронных компонентов Digi-Key. По окончании поиска все данные выводятся в виде компактной таблицы и автоматически копируются в свойства компонента на схеме (см. рис. 4).

Программа Part Link Powered by Digi-Key является бесплатной. Достаточно выбрать компонент на схеме в OrCAD Capture и с помощью меню правой кнопки мыши вызвать поиск по каталогу Digi-Key.

ПРИЛОЖЕНИЕ GRASERWARE TRUETYPE TEXT SHAPE



Данное приложение позволяет вставлять в OrCAD PCB Editor текст, набранный шрифтом TrueType, в виде линий или полигонов. Текст можно поставить на любой слой. Это даёт возможность оформить документацию на русском языке, не выходя из PCB Editor (см. рис. 5).

ПРИЛОЖЕНИЕ PSpice MODELING APPS



Приложение позволяет в считанные минуты создать компонент с его PSpice-моделью и разместить на схеме в OrCAD Capture. На данный момент, PSpice Modeling Apps генерирует два типа компонентов и моделей – неидеальные радиочастотные индуктивности и стабилитроны (см. рис. 6). Установленная программа появляется в меню Place – Pspice Component – Modeling Application. Она значительно упрощает создание новых компонентов и подготовку схемы к моделированию без необходимости поиска и установки дополнительных библиотек компонентов. По мере обновления

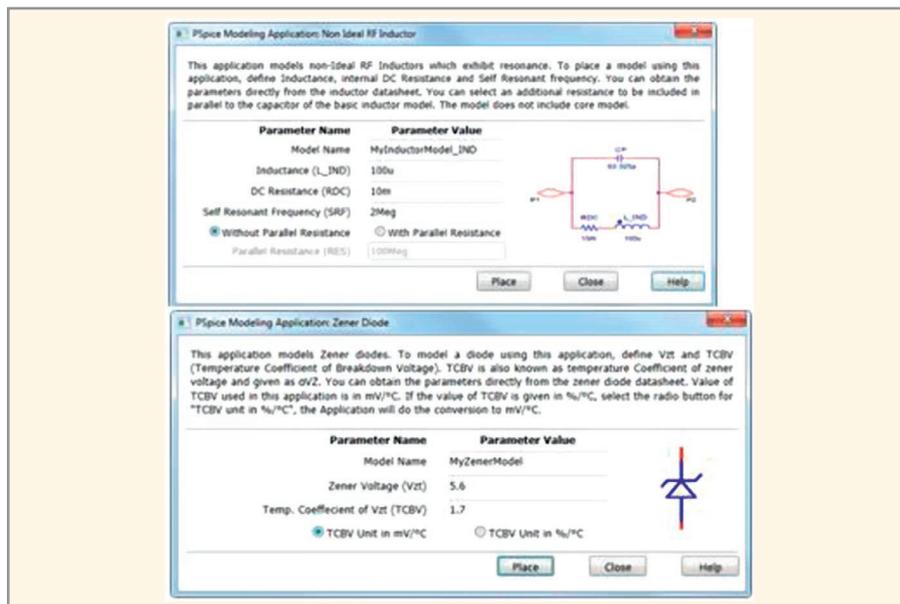


Рис. 6. Вид приложения PSpice Modeling Apps

в приложение будут добавляться новые типы устройств.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Список приложений на интернет-странице www.orcadmarketplace.com постоянно пополняется. Для скачивания достаточно пройти регистрацию. По мере выхода обновлений по-

являются оповещения в разделе My apps. Все обновления для платных программ могут быть скачаны и установлены бесплатно. После скачивания приложения вы получаете на электронный адрес письмо с кодом активации. Как уже отмечалось выше, большинство приложений являются бесплатными. ©



13-Я МЕЖДУНАРОДНАЯ ВЫСТАВКА
НЕРАЗРУШАЮЩИЙ КОНТРОЛЬ И ТЕХНИЧЕСКАЯ ДИАГНОСТИКА В ПРОМЫШЛЕННОСТИ

**18-20
ФЕВРАЛЯ 2014**

МЕСТО ПРОВЕДЕНИЯ:
**МОСКВА,
СК «ОЛИМПИЙСКИЙ»**

МОСКВА

ВОСКРЕСЕНСКИЙ ПРОСЛАВЛЕННИЙ МИР ПЕНЗА

НОСИБИРСКЕКАТЕРИНО-РИЗАНЬ

ЛАДИМИРМИНСК ОБНИНСКИЙНОВГОРОД ЭЛЕКТРОСТАЛЬ

МОСКВА ХИМКИКОРОЛЕВ РОСТОВ-НА-ДОНУ

САНКТ-ПЕТЕРБУРГ














Тел.: +7 (812) 380 6002 | Факс: +7 (812) 380 6001 | ndt@primexpo.ru | www.ndt-russia.ru

Новости мира News of the World Новости мира

CSoft представляет ПК «Model Studio CS Технологические схемы»

Компания CSoft Development создала новый продукт в линейке Model Studio CS – программный комплекс «Model Studio CS Технологические схемы».

Мощный и простой в использовании ПК предназначен для быстрого и удобного создания принципиальных, технологических и монтажно-технологических схем установок и производств. Новинка работает с любой версией платформы AutoCAD и позволяет владельцу создавать интеллектуальные схемы, работать с готовой базой данных условно-графических обозначений, автоматически оформлять схемы и формировать спецификации.

«Мы прилагаем много усилий для расширения и развития линейки продуктов Model Studio CS. Теперь, благодаря инструментам "Model Studio CS Технологические схемы», создание технологических и принципиальных схем станет более удобным и простым процессом. Следует отметить, что продукт создавался в сотрудничестве с компанией «ГЕА Процессный инжиниринг» и изначально

но учитывает потребности наших пользователей», – прокомментировал коммерческий директор CSoft Development Максим Титов.

www.astera.ru

ПО SpiTanIII V2.0 для моделирования полупроводниковых конденсаторов

Компания AVX выпустила обновлённую версию ПО моделирования танталовых и ниобиевых оксидно-полупроводниковых (Oxipac®) конденсаторов – SpiTanIII V2.0.

Данное программное обеспечение поможет разработчикам в моделировании работы конденсаторов для создания стабильных и надёжных электронных изделий, включая расширенную библиотеку из более чем 3000 артикулов конденсаторов и новую функцию сравнения двух конденсаторов. ПО SpiTanIII V2.0 обеспечивает инженеров информацией о всех основных характеристиках и параметрах разнообразных конденсаторов компании AVX, включая новую серию TCM танталовых полимерных мультианодных конденсаторов для поверхностного монтажа и конденсаторов серии F.

www.avx.com

ПО BPSWin v5.34.0 для программирования микросхем

Компания BPM Microsystems сообщает, что последняя версия программного обеспечения BPSWin доступна для немедленной загрузки по адресу www.bpmmicro.com/software.

ПО BPSWin v5.34.0 включает поддержку новых решений программирования через адаптер и 162 типа микросхем. Общее количество поддерживаемых устройств теперь превышает 57 200 от 195 производителей.

Описание новой версии ПО BPSWin находится по адресу www.bpmmicro.com/release-notes-index/.

www.globalsmt.net

В Московской области будет создан центр авиаприборостроения

Соглашение о создании центра авиаприборостроения, который объединит в научно-производственный кластер Раменское приборостроительное конструкторское бюро (РПКБ) и Раменский приборостроительный завод, планируется подписать на Меж-

ИННОВАЦИИ: ЭТО ПЕРВЫЙ БЕСПИЛОТНИК, СПОСОБНЫЙ САДИТЬСЯ НА АВИАНОСЕЦ



Northrop Grumman X-47B

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

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

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

WIND RIVER

ИННОВАЦИИ НАЧИНАЮТСЯ ЗДЕСЬ.

ОФИЦИАЛЬНЫЙ ПОСТАВЩИК ПРОДУКЦИИ WIND RIVER



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

Реклама

Новости мира News of the World Новости мира

дународном авиационно-космическом салоне МАКС-2013, сообщил «Раменскому информагентству» генеральный директор РПКБ Павел Лыткин.

«Сейчас готовится соглашение между губернатором Московской области А.Ю. Воробьёвым, генеральным директором корпорации «Ростех» С.В. Чемезовым, Внешэкономбанком и Российской венчурной компанией, которое, как мы предполагаем, будет подписано на МАКС-2013», – сказал он.

На базе предприятий планируется создать авиаприборостроительный кластер, который сможет производить продукцию мирового уровня. Благодаря накопленному РПКБ опыту в создании бортовых систем и радиоэлектронных комплексов для авиации, новая компания сможет расширить номенклатуру изделий. Обеспечивать аппаратурой планируется атомную, транспортную, сырьевую сферы, а также ЖКХ.

Лыткин также сообщил, что РПКБ представит на МАКС-2013 все последние разработки, в том числе и совершенно новую продукцию – комплекс бортового оборудования для малой авиации.

www.aviasalon.com

К 2020 году РВСН полностью перейдут на цифровые технологии передачи информации

Динамика поставки в Ракетные войска стратегического назначения (РВСН) новых образцов техники связи позволит к 2020 году полностью перейти на современные цифровые технологии передачи информации.

В 2013 году на вооружение РВСН поступили новые цифровые системы передачи информации для позиционных районов ракетных дивизий, обновляется парк станций спутниковой связи, радиостанций КВ и УКВ диапазонов, комплексы технического обеспечения и ремонта средств связи.

РВСН оснащаются цифровым телекоммуникационным оборудованием, таким как цифровые радиорелейные станции, автоматические телефонные станции засекреченной и открытой телефонной связи, локально-вычислительные сети закрытого сегмента сети передачи данных Министерства обороны Российской Федерации.

С 2009 по 2012 год в рамках государственных контрактов в РВСН проведено оснащение цифровым телекоммуникационным оборудованием пунктов управления РВСН до ракетной дивизии включительно.

В 2013 году в РВСН переоборудованы запасные командные пункты ракетных дивизий, вынесенные элементы Центра связи РВСН, учебные центры, Военная академия РВСН имени Петра Великого и её филиал в г. Серпухове.

В 2014 году планируется провести данные работы на арсеналах и в подразделениях 4-го Государственного центрального межвидового полигона РФ.

Реализация намеченных мероприятий позволит достичь существенного повышения эффективности применения РВСН в части сокращения времени цикла управления и улучшения качества решений, принятых должностными лицами органов военного управления, по управлению подчинёнными соединениями и объединениями с учётом осуществления мер информационной безопасности, помехо- и разведзащитности.

<http://rosrep.ru/>

САПР печатных плат

EREMEX DELTA DESIGN – проектирование печатных плат



Тел.: +7 (495) 232-1864; +7 (812) 448-0444
 Факс: +7 (495) 234-0640 • E-mail: info@eremex.ru • Web: www.eremex.ru

Реклама

Конференция по российскому рынку микроэлектроники: путь предстоит длинный

4 июня 2013 года в префектуре Зеленоградского административного округа в рамках Международного форума SEMICON Russia 2013 прошла конференция по российскому рынку микроэлектроники. В ней приняли участие представители Департамента радиоэлектроники Министерства промышленности и торговли Российской Федерации, руководители Департамента науки, промышленной политики и предпринимательства города Москвы, холдинга «Российская электроника», ОАО «НИИМЭ и Микрон», Группы компаний «Ангстрем», ОАО «Роснано», особой экономической зоны «Зеленоград», ассоциации SEMI Europe и других ведущих мировых компаний, работающих в сфере микроэлектроники и смежных областях.

Объём инновационной продукции вырастет в 5 раз

Актуальная тема конференции «Инновационные технологии и современное производство для развития и повышения конкурентоспособности российской промышленности» затронула каждого сидящего в зале. Приветствуя участников и гостей форума, президент ассоциации SEMI Europe Хайнц Кюндерт (Heinz Kundert) подчеркнул, что российский рынок очень перспективен и в будущем имеет все основания для роста и развития. Руководитель особой экономической зоны «Зеленоград» и управляющей компании высокотехнологичного кластера «Зеленоград» Юрий Васильев поблагодарил руководителей ассоциации SEMI за поддержку российского рынка и веру в его возможности. Он назвал форум новой попыткой оживить бизнес микроэлектроники в России.

С презентацией Государственной программы развития радиоэлектронной промышленности в России на 2013–2025 гг. выступил заместитель директора Департамента радиоэлектроники Министерства промышленности

и торговли РФ Павел Куцько. Госпрограмма предусматривает переход от поддержки отдельных предприятий к программе развития отрасли в целом. Это задача первого этапа её реализации – с 2013 по 2015 год. На втором этапе – с 2016 по 2020 год – государство активно содействует запуску новых проектов. С 2021 по 2025 год. начинается рост производства. В соответствии с предусмотренными госпрограммой этапами происходит снижение государственного финансирования (с 19 млрд руб. в 2013 году до 11 млрд руб. в 2025 году). При этом общий объём инвестиций в отрасль не снижается, а растёт за счёт финансирования частными компаниями (с 30 млрд руб. в 2014 году до 45 млрд руб. в 2025 году).

Локомотивом реализации этих задач должны стать кластеры микроэлектроники, ориентированные прежде всего на развитие средних и малых предприятий. Сегодня прорабатывается вопрос о создании более 20 таких кластеров. Госпрограмма предусматривает общий объём финансирования отрасли в период с 2013 по 2025 год – более 517 млрд руб. Из них из фе-

дерального бюджета – 178 млрд руб., из внебюджетных источников – 340 млрд руб. Реализация государственной программы приведёт к созданию 15 тысяч высокопроизводительных рабочих мест и даст рост объёма инновационной продукции в 5 раз, рост производительности труда в 6 раз, увеличение экспорта – в 4 раза, увеличение доли отечественных компаний на внутреннем рынке – до 40%, на внешнем – в 3 раза.

Чипы на экспорт

Участников конференции заинтересовало заявление заместителя Департамента радиоэлектроники Минпромторга РФ Павла Куцько о том, что планируется выход продукции отрасли на внешний рынок. Член-корреспондент Российской академии наук, заместитель директора Института физики полупроводников им. Ржанова Сибирского отделения РАН Анатолий Двореченский озвучил вопрос, который волновал многих сидящих в зале: с какой продукцией микроэлектроники Россия будет выходить на мировой рынок, какую долю этой продукции, по мнению Минпромторга, должна составлять интеллектуальная собственность? В том, что исследования не всегда востребованы промышленными предприятиями страны, учёный из Сибири убедился на собственном горьком опыте. Результаты работы его института не заинтересовали российских производителей и были проданы южнокорейскому концерну. Сегодня эти микросхемы страна вынуждена закупать.

Павел Куцько отметил, что Институт физики полупроводников СО РАН является участником государственной программы развития. В связи с чем востребованность его исследований и их финансирование должны возрасти в ближайшие годы. Господин Куцько считает, что без выхода на внешний рынок отрасль не сможет подняться. Николай Лисай, директор по развитию бизнеса компании «Ангстрем-Т», высказал свою точку зрения: он считает, что перед тем как решать, с какой продукцией выходить на мировой рынок, нужно его хорошенько изучить. Так, собственный опыт господина Лисая показывает, что



в США например, имеют хорошую прибыль даже некоторые производители микронных чипов. В дискуссию вмешался заместитель генерального директора по науке, главный конструктор крупного отечественного производителя чипов, компании «НИИМЭ и Микрон», Николай Шелепин. Он считает, что существует несколько путей успешного выхода на мировую арену. Например, можно, опираясь на финансовую поддержку государства, установить демпинговые цены на микроэлектронную продукцию или создать собственный уникальный продукт, с которым не могли бы конкурировать партнёры. Господин Шелепин сослался в качестве прецедента на компанию STMicroelectronics, которая совершила прорыв, создав 60-нм чип, в то время как «Микрон» работает над 90-нм.

В своём докладе «Кластерная форма развития микроэлектроники как стратегия регионального экономического развития» Николай Шелепин показал на примере группы компаний «Микрон» преимущество кластерной модели, рассказал о достижениях своего предприятия в разработке отечественной пластиковой платёжной карты, получившей международный сертификат качества, и о запуске новой линии по выпуску 90-нм чипов.

ОТРАСЛИ НУЖНА ПОДДЕРЖКА

Директор практики технологических исследований консалтинговой компании Frost&Sullivan Анкит Шукла (Ankit Shukla) в своём выступлении на конференции оценил российский рынок микроэлектроники. Он обозначил перспективы его роста и определил залог успеха отрасли – высокий уровень образования, большое число образованных молодых людей, наработки отечественной фундаментальной и отраслевой науки и финансовая поддержка государства. В то же время господин Шукла отметил, что социологические опросы, проведённые его специалистами среди руководителей российских предприятий микроэлектроники, показали, что 92% респондентов не удовлетворены уровнем финансирования отрасли со стороны государства и хотели бы его значительно увеличить.

Хайнц Кюндерт, президент ассоциации SEMI Europe, выразил удивление: почему большинство руководителей отрасли недовольны, если озвученные цифры государственного финансиро-

вания микроэлектроники достаточно велики? Николай Лисай, директор по развитию бизнеса компании «Ангстрем-Т», объяснил, почему отрасли так важна серьёзная финансовая помощь. Микроэлектроника в России тесно связана со стратегическими интересами страны, но милитаризация индустрии мешает её развитию. Дело в том, что затруднён процесс обмена информацией между предприятиями. Коллеги зачастую не имеют возможности узнать о достижениях партнёров, что тормозит кооперацию. Когда Николай Лисай делал выкладки по развитию отрасли для одного из своих докладов, он вынужден был воспользоваться данными из справочника ЦРУ США. В российских источниках найти требуемую информацию он не смог. Лисай считает также, что для увеличения объёма выпуска продукции микроэлектронике должны быть предоставлены преференции по налогообложению и другие преимущества со стороны государства. Эта практика существует во всём мире.

Николай Шелепин (НИИМЭ и Микрон) полагает, что тормозом является длительное таможенное оформление комплектующих и готовых изделий. Поэтому необходимо установить на территории Зеленоградского кластера специальный таможенный пост. Николай Лисай поддержал идею коллеги.

БЕЗОПАСНОСТЬ, ТРАНСПОРТ, МЕДИЦИНА И КОСМОС

Конференция проходила в неформальной обстановке открытых дискуссий. Одна из них была посвящена путям повышения конкурентоспособности отечественной микроэлектронной промышленности. Алан Астьер (Alain Astier), вице-президент STMicroelectronics, отметил, что в каждом регионе есть свои особенности, с учетом которых можно строить развитие. В России, с его точки зрения, микроэлектроника может развиваться, прежде всего, в области безопасности, транспорта и медицины. Российский рынок мал, но он имеет потенциал, считает господин Астьер. Путь впереди длинный. Нужна единая стратегия и инициатива со стороны губернаторов, чиновников, руководителей предприятий отрасли. «Я настроен оптимистично», – закончил своё выступление Алан Астьер.

Николай Шелепин (НИИМЭ и Микрон) высказал критические замечания



Хайнц Кюндерт



Павел Куцько



Николай Шелепин



Николай Лисай



Анкит Шукла

относительно кооперации российских предприятий с зарубежными партнёрами: «Иностранные компании за наши деньги готовы сотрудничать с нами. Нет инвесторов». По его словам, на отечественном рынке существует очень жёсткая конкуренция между отечественными и иностранными компаниями. Последние используют весь арсенал самых разнообразных приёмов борьбы за заказы, иногда играя на грани допустимого. Господин Шелепин отметил, что проблемой производителей микроэлектроники в России часто является отсутствие потребителей. Предприятия отрасли по уровню своего развития опережают отечественный рынок.

Павел Приходько, руководитель Центра оптимизации производственных систем холдинга «Российская электроника», выступая на конференции с докладом о макроэкономических аспектах реструктуризации российской электронной промышленности, отметил, что в состав холдинга входят компании «Сириус» и «Орион», которые являются потребителями микроэлектронной продукции. В этом причина отсутствия проблем со сбытом в структуре его предприятия. Он также подчеркнул важность выхода отрасли на внешний рынок и заметил, что концерн «Ростехнологии», в состав которого входит «Российская электроника», планирует с этой целью купить несколько заводов по выпуску микроэлектроники в Юго-Восточной Азии.

Директор практики технологических исследований консалтинговой компа-

нии Frost&Sullivan Анкит Шукла посоветовал российским производителям микроэлектроники сменить тактику – не стараться догнать ведущие компании мира, а совершить качественный скачок в какой-то одной области, что позволит создать продукт с уникальными свойствами и выйти с ним на рынок.

Николай Шелепин (НИИМЭ и Микрон) уверен, что кроме безопасности, транспорта и медицины продукция отечественной микроэлектроники может быть востребована и в космической отрасли. Анатолий Ковалёв, генеральный директор ЗАО «Зеленоградский нанотехнологический центр», считает, что нужно искать «точки роста» и поддерживать их, важно найти свои ниши и в мировом, и в отечественном масштабе. Заместитель управляющего директора ФИОП Группы «Роснано» Руслан Титов рассказал о том, что на аукцион выставлено несколько десятков инвестиций, которыми могут воспользоваться и стартапы в области микроэлектроники.

Общий итог дискуссии подвёл Николай Лисай (Ангстрем-Т): «Когда мы говорим о развитии микроэлектроники, речь идёт о промышленном развитии страны в целом. Будет наращивать объёмы индустрия – будет расти и наша отрасль».

Конференция завершила свою работу. Её участники продолжили дискуссии на выставке SEMICON Russia 2013 в Экспоцентре.

*Материал подготовила
Ирина Тимофеева*

Форум

«Altium: навстречу российскому пользователю»

Москва,
8 октября 2013 года

Международный информационно-выставочный центр
«ИнфоПространство»

Оторвитесь от традиционной рутины и воспользуйтесь новейшими методами проектирования, которые успешно применяются во всем мире.

Работайте с умными комплексными решениями, которые уже завтра станут стандартом.

Расширяйте горизонты ваших проектных возможностей вместе с **Altium Designer!**

Компания Altium Limited является одним из ведущих мировых разработчиков программного обеспечения для проектирования электронных устройств. Такие продукты компании, как Altium Designer (ранее Protel), P-CAD, Tasking и другие, широко известны в мире и зарекомендовали себя как удобные и надежные инструменты разработчиков электроники.

В ПРОГРАММЕ ФОРУМА*



Майкл Лайдл
(Michael Leidel)

Директор Altium по региону EMEA
«ОБЗОР РЕШЕНИЙ КОМПАНИИ ALTIUM»



Роберт Хаксэл
(Robert Huxel)

Технический эксперт в области управления данными
«СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ ДАННЫМИ ALTIUM VAULT»



Арам Мирказеми
(Aram Mirkazemi)

Директор по технологиям Altium
«ИДЕОЛОГИЯ РАЗВИТИЯ ALTIUM DESIGNER 2013»

ALTIUM: истории успеха российских пользователей

Об опыте работы на платформе расскажут представители крупнейших компаний радиоэлектронной отрасли России.

«User-zone»: пробуй, оцени, пользуйся!

В течение всего мероприятия будет действовать «User-zone» – площадка с рабочими местами, где вы сможете лично попробовать и оценить все функциональные возможности Altium Designer!

Регистрация на сайте Altium-forum.ru и по тел.: +7 (495) 645-86-26, доб. 134

* В программе мероприятия возможны изменения.

Altium

Итоги международного МЭМС-Форума 2013

«МЭМС – повсюду!» – именно так начал своё выступление один из спикеров международного МЭМС-Форума 2013 «МЭМС-датчики и малогабаритные системы. Сферы их применения».

Действительно, на сегодняшний день не осталось практически ни одной отрасли, которая смогла бы обойтись без использования микроэлектромеханических систем. В ближайшее время прогнозируется ещё более активное развитие сферы высоких технологий, что наглядно подтверждает и тенденция ежегодного увеличения количества посетителей МЭМС-Форума. В этом году число участников превысило 170 человек, что почти в 2 раза выше показателя прошлого года.

МЭМС-Форум 2013 состоялся в июне в Санкт-Петербурге на базе ОАО «Концерн «ЦНИИ «Электроприбор» при поддержке ООО «Совтест АТЕ» (Россия), Coventor Inc., (США) и европейской Ассоциации предприятий электронной и микросистемной индустрии Silicon Saxony e.V. (Германия). Организатором мероприятия традиционно выступила «Русская Ассоциация МЭМС».

В этом году Форум посетили специалисты из Бельгии, Германии, США, Финляндии, Великобритании, Италии, Нидерландов, Франции, Швеции, Белоруссии и, конечно, России. Опытном использованием МЭМС-технологий с учётом специфики каждой отрасли



Урманов Денис Маратович, исполнительный директор «Русской Ассоциации МЭМС»

поделились более 20 делегатов, как российских, так и зарубежных. Деловая программа охватила широкий спектр направлений и включала в себя следующие секции.

- Перспективы применения МЭМС-устройств в медицине.
- Тенденции применения МЭМС в автомобильной промышленности.
- Новейшие материалы в производстве МЭМС.
- Оптические сенсорные решения.
- Микроэлектромеханические системы для суровых условий промышленной эксплуатации и авиакосмической промышленности.
- Сенсорные решения, основанные на МЭМС.
- Инерциальные МЭМС-системы.

Открытие третьего международного МЭМС-Форума началось с приветственных слов заместителя генерального директора по инновациям ОАО «Концерн «ЦНИИ «Электроприбор» А.В. Соколова, исполнительного директора «Русской ассоциации МЭМС» Д.М. Урманова и технического директора ООО «Совтест АТЕ» И.А. Приходько.

Далее внимание участников было обращено к докладам, посвящённым основной теме Форума-2013 – сферам применения МЭМС. Как оказалось, миниатюрные микроэлектромеханические системы, которые в обычной жизни почти не попадают на глаза, способны кардинально изменить качество нашей жизни в лучшую сторону. Однако как скоро это произойдёт (в том числе и в России), зависит от многих факторов.

Автомобильная промышленность

По данным исследований французской консалтинговой компании Yole Development, сегодня на автомобильную сферу приходится порядка 20% МЭМС-рынка, и в ближайшее время эта цифра будет только увеличиваться. По большей части микроэлектромеханические системы находят применение в инфракрасных камерах дальнего

и ближнего диапазона, позволяющих распознавать объекты при плохом освещении или в темноте. За счёт использования МЭМС в радарных, визуальных и тепловых камерах реализуется функция «реакция на опасность» в условиях плохой видимости. Данные новшества активно используют лидеры мировой автомобильной промышленности: Audi, BMW, Lexus, Rolls Royce.

Полезными для автомобильной отрасли оказались и миниатюрные датчики для контроля давления в шинах, а также акселерометры для подушек и ремней безопасности, которые активно используются в системах пассивной безопасности (SRS).

Сегодня специалисты работают над объединением возможностей ИК-камер ближнего и дальнего диапазона, а также рядом других разработок. Однако главной целью, по утверждению специалистов немецкой ассоциации Silicon Saxony e.V., по-прежнему остаётся возможность полностью автоматизированного вождения, добиться которого невозможно без применения высоких технологий.

Аэрокосмическая промышленность

Особое внимание сегодня уделяется современным инерциальным системам, которые являются неотъемлемой частью навигационно-аппаратного комплекса спутников. Так, например, представитель ООО «Совтест АТЕ» рассказал о ходе реализации проекта по разработке и производству двухосевого МЭМС-акселерометра с диапазоном измеряемых ускорений $\pm 30g$. В результате кооперации с немецким институтом Fraunhofer уже изготовлен прототип изделия, который на данный момент проходит испытания на базе ОАО «РНИИ «Электронстандарт» с целью подтверждения технических характеристик, после чего планируется подготовка к следующему этапу – запуску в серийное производство.

Другие спикеры, по большей части представители отечественных предприятий (что неудивительно, ведь в России развитие данной отрасли является стратегической целью), также поделились своим опытом в области разработки гироскопов и акселерометров с уникальными характеристиками.

АВТОМАТИЗИРОВАННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ МОНИТОРИНГ

Постоянный мониторинг изменений параметров различных объектов, будь то окружающая среда, транспортные средства, здания, мосты и другие сооружения, исключил бы возможность возникновения многих катастроф и аварий.

«Понятие «непредвиденная ситуация» в принципе перестанет существовать, т.к. система заранее предупредит о каких-либо изменениях и можно будет своевременно внести коррективы во избежание нежелательных последствий», – отметил представитель французской фирмы VeonAir.

Беспроводные автоматизированные системы технического мониторинга (БАСТМ) – достаточно известное за рубежом, но пока ещё не слишком распространённое в России решение для автоматического сбора данных от распределённых в пространстве измерительных модулей (датчиков). Удобство (отсутствие многочисленных проводных соединений), надёжность и точность – вот основные преимущества аппаратно-программного комплекса на основе БАСТМ.

Для развития данного направления под эгидой «Русской Ассоциации МЭМС» был создан альянс между российской и французской компаниями, в результате которого в Курске было налажено производство беспроводных измерительных модулей. С учётом того, что в настоящее время датчики VeonAir уже успешно применяются в десятках стран мира, на нашем рынке у альянса открываются широкие перспективы по применению указанной продукции в аэрокосмической, железнодорожной, геодезической, горнодобывающей, инфраструктурной (здания, мосты) сферах и в работе МЧС.

МЕДИЦИНА

Внедрение высоких технологий в область здравоохранения необходима в первую очередь для идентификации и развития новых терапевтических подходов к лечению различных заболеваний и создания более эффективных лекарственных средств. Определённых успехов в этой области уже добились разработчики исследовательского центра IMES (Бельгия), о которых представитель организации и рассказал участникам МЭМС-Форума.

Так, специальные автономные датчики, прикреплённые к телу челове-



ка, способны в режиме реального времени незаметно осуществлять мониторинг всех жизненно важных параметров организма, не нарушая при этом привычный ритм повседневной жизни. Таким образом, пожилые люди смогут дольше оставаться дома, вне зависимости от диагноза и развития хронических болезней, тренеры – получать и оценивать актуальную информацию о состоянии организма спортсменов во время тренировок и т.д.

Современные лаборатории на чипе – идеальное решение для оснащения медицинских центров, позволяющее оперативно (до 20 млн клеток в секунду!) и достоверно проводить анализ всего организма, способствуя ранней диагностике многих болезней. Другие решения позволяют прогнозировать приближение различных приступов (как, например, в случае с эпилепсией) и обеспечивают автоматическую подачу лекарственных средств пациенту.

«Открывающиеся возможности впечатляют! – поделился один из участников мероприятия. – Крошечные системы способны значительно облегчить жизнь тысячам людей по всему миру, страдающим от различных болезней».

Выступления спикеров нашли большой отклик у аудитории, поэтому обсуждения и многочисленные вопросы после каждого доклада плавно перемещались в кулуары во время перерывов. Кроме того, организаторы Форума подготовили ряд информационных стендов, где были представлены решения, охватывающие все стадии производства изделий микроэлектроники. Бесплатные консультации по каждому направлению оказывали в режиме on-line квалифицированные специа-

листы. Это позволило многим участникам Форума в рамках одного мероприятия найти подходящее решение для целого ряда своих производственных задач.

Подведение итогов МЭМС-Форума 2013 состоялось в формате круглого стола, где были рассмотрены перспективы локализации всей производственной цепочки МЭМС внутри нашей страны, прогнозы развития рынка на 2013–2015 гг., роль сотрудничества с зарубежными компаниями, а также проблемы и трудности организаций, осуществляющих деятельность в области МЭМС в России.

«Результаты работы Форума в этом году, где были рассмотрены сферы применения МЭМС, открывают перед нами очевидную вещь, – отметил Денис Урманов. – На сегодняшний день микроэлектромеханические системы – гораздо больше, чем просто инновации, активно вошедшие в наш повседневный словарь. Сегодня МЭМС – это синоним новой электроники. В первую очередь интеллектуальной».

Для всех участников МЭМС-Форума по традиции была подготовлена не только насыщенная деловая, но и культурная программа. По завершении первого дня мероприятия все желающие отправились на обзорную экскурсию по Санкт-Петербургу и прогулку на теплоходе по Неве.

«Русская Ассоциация МЭМС» выражает благодарность ОАО «Концерн ЦНИИ «Электроприбор» за помощь в организации и проведении мероприятия, отраслевым СМИ, оказавшим информационную поддержку, а также всем участникам форума и надеется в следующем году увидеть всех на четвёртом международном МЭМС-Форуме.



Выставка Interlight Moscow

С 5 по 8 ноября 2013 года в Москве в ЦВК «Экспоцентр» пройдёт крупнейшая выставка по декоративному и техническому освещению, электротехнике и автоматизации зданий в России и СНГ – Interlight Moscow powered by Light+Building.

Interlight Moscow powered by Light+Building – крупнейший российский выставочный проект, посвящённый последним достижениям в светотехнике, электротехнике и автоматизации зданий. Организатором мероприятия выступает компания Messe Frankfurt RUS, российское представительство немецкого выставочного концерна Messe Frankfurt GmbH.

Выставка существует уже 19 лет. В 2012 году число экспонентов достигло абсолютного рекорда – 692 компании из 24 стран, что на 20% больше показателей предыдущего года. Организаторы планируют привлечь к участию более 750 ведущих отечественных и зарубежных компаний и пригласить на выставку 29 000 посетителей-специалистов. В соответствии с концепцией выставки большое внимание будет уделено как светотехническому рынку, так и сектору автоматизации зданий и электротехники.

На июнь 2013 года ведущие российские и международные компании подтвердили своё участие в выставке – более 85% площади забронировано и оплачено. Уже заявили о своём участии компании «Световые технологии», БЛ Групп, Ардатовский светотехнический завод, OSRAM, WAGO, Seoul Semiconductor, KNY Design, Corvi, Fael Luce и Bayer.

Выставка расширяется, дополнительно застраивается павильон № 8 в ЦВК «Экспоцентр», где будут распо-



лагаться тематические экспозиции «Автоматизация зданий», «Электротехника» и «Светодиоды». В целом экспозиция займёт более 35 000 м² и расположится в пяти тематических павильонах по продуктовым группам:

1) павильон «Форум» – «Техническое освещение»;

2) павильон № 1 – «Электрические лампы и техническое освещение»;

3) павильон № 7 – «Декоративное освещение» (залы 3, 4, 5 и 6) и национальная экспозиция Китая (залы 1 и 2);

4) павильон № 8 – «Декоративное освещение» (зал 1), «Автоматизация зданий и электротехника» (зал 2) и «Светодиоды» (зал 3);

5) павильон № 3 – экспозиция высококачественной продукции азиатских производителей (Top Asia).

Формируя концепцию и программу мероприятий выставки, организаторы Interlight Moscow powered by Light+Building активно сотрудничают с ведущими специалистами и признанными экспертами отрасли. В июне 2013 года начал работу Экспертный совет, основными задачами которого являются разработка стратегии развития выставки и формирование актуальной деловой программы.

6 ноября 2013 года в рамках выставки состоится VII конференция по светодиодным технологиям в освещении в России и Восточной Европе – LED Forum (Московский международный форум «Светодиоды в светотехнике»). На конференции специалисты смогут получить обзор текущего состояния российского светодиодного рынка, ознакомиться с новейшими технологиями светодиодной индустрии и изучить успешные бизнес-стратегии. В этом году акцент будет сделан на дизайн, бизнес и науку.

На данный момент сформирован экспертный совет форума, членами которого являются:

- Айзенберг Юлиан Борисович, д.т.н., профессор, академик Академии электротехнических наук;

- Юнович Александр Эммануилович, д.ф.-м.н., профессор, автор исследований и разработок в области физики полупроводников (п/п), поверхностных свойств п/п, оптических свойств и люминесценции, двумерных структур в п/п, светодиодов и лазеров;

- Шахпаруянц Анна Геннадьевна, к.т.н., генеральный директор Всероссийского научно-исследовательского светотехнического института им. С.И. Вавилова (ВНИСИ);

- Пашков Виктор, старший научный сотрудник Университета Торонто в области оптоэлектроники.

Эксперты помогают организаторам определить круг наиболее актуальных проблем отрасли для плодотворной дискуссии, указывают на наиболее значимые тенденции в индустрии, привлекают учёных с мировым именем в качестве спикеров.

В рамках выставки пройдёт форум «Автоматизация зданий и энергоэффективность», который предоставит участникам рынка исчерпывающую информацию о состоянии индустрии, перспективах её развития, проблемах отрасли и актуальных решениях. Доклады охватят весь спектр тем от законодательного регулирования до новейших разработок и технологий в области автоматизации зданий.

В 2013 году выставка Interlight Moscow powered by Light+Building уже получила официальную поддержку Министерства промышленности и торговли Российской Федерации, Торгово-Промышленной палаты РФ, Роснано, Ассоциации KNX в России, ВНИСИ им. С.И.Вавилова, Светотехнической Торговой Ассоциации (СТА), Московского государственного строительного университета (МГСУ), Континентальной ассоциации автоматизации зданий (САВА), Профессиональной Ассоциации Дизайнеров по Свету (PLDA), Некоммерческого партнёрства LonMark RUS, объединения компаний EnOcean Alliance, Некоммерческого Партнёрства Производителей Светодиодов и Систем на их основе (НП ПСС). Авторитетная поддержка госструктур и профессиональных ассоциаций в очередной раз подтверждает статус выставки как ведущего мероприятия отрасли.

До встречи на выставке!



INTERLIGHT MOSCOW

powered by **light+building**

Международная выставка декоративного и
технического освещения, электротехники и
автоматизации зданий

5–8 ноября 2013

ЦВК «Экспоцентр», Москва



www.interlight.messefrankfurt.ru



messe frankfurt



Первые работы в СССР в области УКВ

К 90-летию создания Центральной радиолaborатории в Ленинграде

Владимир Бартнев (Москва)

Создание Центральной радиолaborатории в Ленинграде относится к тому моменту отечественной истории, когда возникла необходимость в консолидации всех предприятий электротехнической промышленности для создания и ускоренного развития новой радиоэлектронной отрасли. В статье приводится краткая история ЦРЛ и рассмотрена одна из сторон её деятельности – поисковые работы в области сверхвысоких частот, которые позволили создать необходимый научно-технический задел для развития радиолокации и телевидения.

ВВЕДЕНИЕ

После создания Государственного электротехнического треста заводов слабого тока в начале 1922 г., объединившего разрозненные предприятия электротехнической промышленности России, возникла необходимость иметь в составе треста мощную научно-исследовательскую лабораторию. 11 ноября 1923 г. правление ГЭТЗСТ принимает решение организовать во главе с А.Ф. Шориным радиоотдел с лабораторией, которая получила название «Центральная радиолaborатория» (ЦРЛ).

Некоторые историки считают, что датой создания Центральной радиолaborатории следует считать дату создания треста, т.е. март 1922 года. Ведь именно тогда в состав треста вошла московская радиолaborатория бывшего завода РОБТиТ под руководством В.М. Лебедева, эвакуированная из Петрограда в Москву в марте 1918 года. Однако московская радиолaborатория влилась в ЦРЛ только после ноября 1923 г., когда были утверждены штат и структура будущего научно-исследовательского центра отечественной радиопромышленности.

КРАТКАЯ ИСТОРИЯ ЦЕНТРАЛЬНОЙ РАДИОЛАБОРАТОРИИ

Главной задачей создания ЦРЛ была консолидация, а также привлечение ведущих радиоспециалистов из разных предприятий и разных городов страны. К январю 1924 г. в составе ЦРЛ действовало 8 лабораторий. Одной из лучших книг по истории ЦРЛ, изданной к её 50-летию, можно считать

сборник коллектива авторов под редакцией И.В. Бренёва [1].

С момента создания в 1923 году и до образования на её основе ИРПА в 1936 году Центральная радиолaborатория постоянно находилась в состоянии реформирования. Как было упомянуто выше, 11 ноября 1923 г. правление Государственного треста заводов слабого тока по предложению В.П. Вологодина организовало ЦРЛ и отвело ей помещения бывшего Русского общества беспроволочных телеграфов и телефонов (РОБТиТ). Для этого была возвращена из Москвы заводская лаборатория РОБТиТ, в числе прежних сотрудников которой были приглашены для работы в ЦРЛ Э.Я. Борусевич, В.М. Лебедев, Р.В. Львович, Н.Д. Папалекси, а также ряд видных специалистов – В.П. Вологдин, Л.И. Мандельштам, Л.Б. Слепян, Д.А. Рожанский, И.Г. Фрейман, Н.Н. Циклинский, А.Ф. Шорин и др. Бывший директор РОБТиТ С.М. Айзенштейн к этому времени эмигрировал за границу.

До 29 сентября 1924 г. дирекция Электровакуумного завода и ЦРЛ была общей. Первоначально ЦРЛ размещалась на первых двух этажах основного корпуса на Лопухинской улице, дом 14а. В 1928 г. в ЦРЛ влился сильный коллектив специалистов упразднённой Нижегородской радиолaborатории им. В.И. Ленина (НРЛ) во главе с её директором М.А. Бонч-Бруевичем, и в ЦРЛ перешли работать А.М. Кугушев, И.А. Леонтьев, О.В. Лосев, Д.Е. Маляров, Б.А. и Г.А. Остроумовы, А.А. Пистолькорс, В.В. Татаринов, С.И. Шапошников и др. В результате ЦРЛ становится ведущей научно-исследовательской радиотехнической органи-

зацией страны довоенного периода. Её разработки внедрялись на заводах Ленинграда и других городов. Особенно тесными были научно-технические и производственные связи с заводами им. Коминтерна и им. Козицкого, где ряд разработок выполнялся совместно.

В целях ускорения радиофикации страны путём строительства сети мощных радиовещательных станций в 1930 г. ЦРЛ и радиозавод им. Коминтерна (бывшее Депо морского ведомства) объединяются в единую организацию – ЦРЛЗ. Однако это объединение оказалось непрочным. В 1930 г. Бюро мощного радиостроения (БМР) и специалисты ЦРЛЗ по передатчикам образуют Отраслевую радиолaborаторию передающих устройств, а в 1931 г. ЦРЛ и завод им. Коминтерна опять становятся самостоятельными.

В 1927–1929 гг., кроме комплекса зданий на Лопухинской улице, ЦРЛ построила и заняла помещения на Каменном острове и на улице Грота. Численность работников лаборатории превысила 1000 человек. Здесь начинали свою деятельность Н.А. Гуревич, В.С. Дехтярёв, Ю.К. Коровин, М.С. Нейман, Н.Н. Пальмов, А.А. Расплетин, А.А. Савельев, А.П. Сиверс, В.И. Сифоров, С.Я. Соколов, С.В. Спириков, М.А. Спицин, А.А. Харкевич, А.Н. Щукин и другие, ставшие впоследствии известными, специалисты.

В 1935 году, по настоянию руководителя программы мощного радиостроения А.Л. Минца, решением Главэспрома НКТП № 40 в Ленинграде был создан Комбинат мощного радиостроения им. Коминтерна (КМРС). В составе Комбината была образована Отраслевая радиолaborатория профессиональных устройств (ОРПУ КМРС), куда перешли специалисты ЦРЛ, Отраслевой радиолaborатории передающих устройств и лабораторий завода им. Коминтерна. Из состава ЦРЛ были выведены подразделения, занимавшиеся промышленным применением токов высокой частоты (рук. В.П. Вологдин), электроакустикой (рук. С.Я. Соколов), высокочастотной физикой

(рук. Л.И. Мандельштам и Н.Д. Папалекси), физиологического воздействия высокочастотных излучений (рук. А.М. Кугушев), радиолокацией (рук. Ю.К. Коровин) и телевидением (рук. А.А. Расплетин). Многие подразделения ЦРЛ были переведены в вузы и другие научные организации. На Каменном острове сосредоточили подразделения, занимавшиеся в ЦРЛ вещательным радиоприёмом, акустикой и радиопомехами, на базе которых в 1936 г. был образован Институт радиовещательного приёма и акустики (ИРПА).

Подразделения ЦРЛ на улице Академика Павлова и улице Грота, занимавшиеся антенными устройствами, профессиональными приёмниками и передатчиками, радиопеленгацией, источниками питания, радиоматериалами и средствами радионавигации, вошли в состав ОРПУ КМРС. Первым руководителем ОРПУ КМРС был назначен А.Л. Минц. Всего в ОРПУ КМРС было создано 20 основных лабораторий (отделов), где продолжали работать ведущие сотрудники ЦРЛ – В.И. Сифоров, М.Е. Старик, М.А. Спицин, А.А. Пистолькорс, В.С. Дехтярёв, А.А. Савельев, Н.А. Гуревич, А.П. Сиверс, а также сотрудники ОРПУ – З.И. Модель, И.Х. Не-

вяжский, Г.А. Зейтленок, И.М. Векслин, И.С. Гоноровский и другие.

Комбинат мощного радиостроения, также как и ЦРЛЗ, просуществовал недолго. В 1936-1937 годах внутри Комбината образуется ряд структур, и в 1937 г. он окончательно распадается. Радиозавод им. Коминтерна становится самостоятельным, ОРПУ КМРС на ул. Академика Павлова переименовывается в НИИ-33, а лаборатория радиоматериалов ЦРЛ в 1938 г. образует НИИ-34. Преобразования, которые происходили в стране, затронули не только ЦРЛ, но и многие радиозаводы. В этом проявлялось стремление руководства страны в предельно сжатые сроки создать мощную отечественную радиопромышленность.

РАБОТЫ ПО ГЕНЕРАЦИИ И ПРИЁМУ ДЕЦИМЕТРОВЫХ ВОЛН

Интерес к диапазону радиоволн короче 10 м особенно возрос к началу 1930-х годов. Если короткие волны бурно осваивались в силу своей «дальнобойности», то ультракороткие волны были мало изучены. Именно поэтому в 1931 году в ЦРЛ были начаты исследования методов генерации и приёма де-

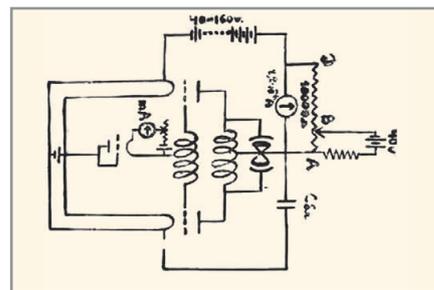


Рис. 1. Схема первого отечественного УКВ-передатчика Винника-Завойского (1931 г.)

циметровых волн. В 1923–1936 годах в ЦРЛ работал весь «цвет» советской радиотехники, включая Евгения Константиновича Завойского (1907–1976), который стал академиком в 1964 году. После окончания Казанского университета в 1931 г. он поступает там же в аспирантуру. Но на практику аспирант Завойский отправляется в ЦРЛ. Именно в ЦРЛ Евгений Константинович сформировался как исследователь, попав в лабораторию ультракоротких волн. Ниже приведён фрагмент его отчёта [2]:

- «...мною была проделана следующая экспериментальная работа:
- I. Исследование суперрегенератора:
 1. Общая форма резонансных кривых суперрегенератора;

GaN СВЧ-компоненты

Транзисторы и микросхемы на основе GaN

Новые транзисторы X-диапазона

- Рабочие частоты 7,9...9,6 ГГц
- Выходная мощность 50 Вт и 100 Вт
- Согласованные на вх/вых 50 Ом

Новые кристаллы

- Ширина затвора 0,25 мкм
- Рабочая частота до 18 ГГц

Транзисторы и кристаллы на основе GaN

- Ширина затвора 0,4 мкм
- Рабочая частота до 6 ГГц
- Выходная мощность до 240 Вт

Дополнительные продукты и услуги

- Отладочные платы
- Модули для САПР

ПРОДУКЦИЯ СО СКЛАДА В МОСКВЕ

ОФИЦИАЛЬНЫЙ ДИСТРИБЬЮТОР ПРОДУКЦИИ CREE (MICROWAVE)

АКТИВНЫЙ КОМПОНЕНТ ВАШЕГО БИЗНЕСА

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

СОВРЕМЕННАЯ ЭЛЕКТРОНИКА ♦ № 7 2013

WWW.SOEL.RU

77

© СТА-ПРЕСС

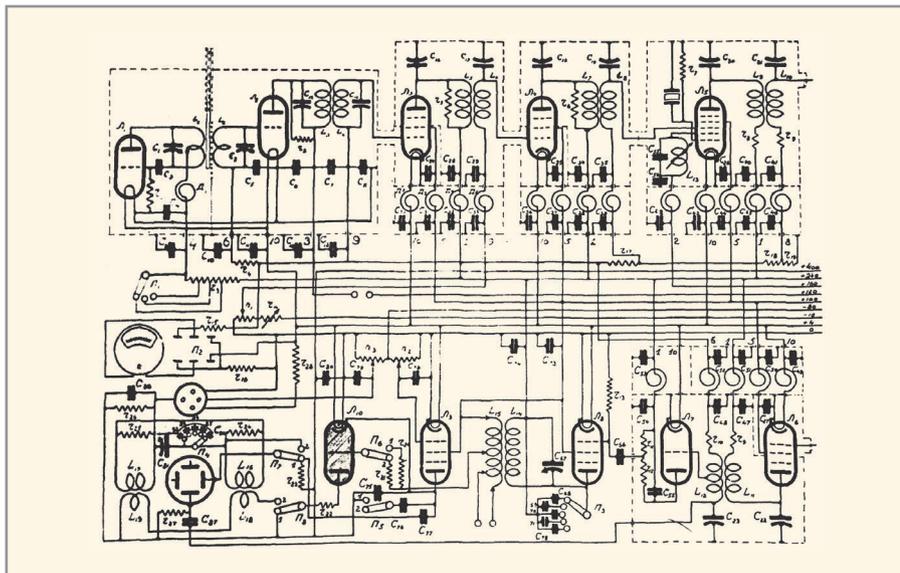


Рис. 2. Схема первого отечественного высокочувствительного УКВ-супергетеродина с двойным преобразованием частоты (1935 г.)

2. Законы образования резонансных кривых суперрегенератора;
 3. Необходимые и достаточные условия для режима суперного шума;
 4. Зависимость суперного шума от различных параметров суперрегенератора;
 5. Раздельная генерация и модуляция;
 6. Объяснение суперного шума и чувствительности суперрегенератора. По этой работе написан отчет, который будет опубликован.
- II. Совместно с сотрудником лаборатории УКВ П.М. Винником разработаны новые схемы для генерации коротких и ультракоротких волн, характеризующиеся, в общих чертах, следующим:
1. Схемы дают возможность получить более короткие, чем обычно, волны с теми же лампами;
 2. КПД повышается схемами до 40-50%;
 3. Схемы дают возможность увеличивать колебательную мощность генератора за счёт приключения ламп без изменения длины волны;
 4. Некоторые режимы работы генератора характеризуются необычайно большими гармониками.
- III. Совместно с П.М. Винником разработан новый вид лампового приёмника, характеризующийся отсутствием обычного детекторного устройства, функции которого одновременно исполняет генератор и нагружающий его контур – триод». Особым авторитетом в ЦРЛ пользовался профессор Н.Н. Циклинский. С 1914 по 1924 гг. он руководил разработкой и изготовлением радиостанций на радиотелеграфном заводе Морского

ведомства, а в 1926–1928 гг. был директором Центральной радиолaborатории.

Вот отзыв Н.Н. Циклинского о практике аспиранта Завойского в ЦРЛ: «В дополнение к прилагаемому краткому перечню проделанной Е.К. Завойским работы необходимо добавить, что эти работы, представляя несомненный интерес новизны, характеризуют направление мысли Е.К. Завойского как совершенно оригинальный подход к использованию элементов и их сочетаний в колебательных цепях очень высокой частоты. В своей работе Е.К. Завойский обнаружил хорошие способности вдумчивого анализа изучаемого явления, столь необходимого в научно-исследовательской работе. Очень желательно, чтобы проделанная им работа нашла бы себе почву для дальнейшего развития. Это в особенности относится ко второй работе – изучению способа генерирования УКВ, давшего обнадеживающие результаты».

Инициатива начать работы по исследованию методов генерации и приёма дециметровых волн принадлежит именно Циклинскому, в дальнейшем занявшему пост научного руководителя Всесоюзного электрослаботочного объединения (ВЭСО), в которое был в 1931 году преобразован Государственный электротехнический трест заводов слабого тока. Профессор Циклинский понимал особую значимость этого нового направления, в первую очередь, для радиолокации.

Организацию группы дециметровых волн в ЦРЛ Циклинский поручил В.И. Калинину. Если Калинин вместе с В.А. Тропилло и Ю.А. Кацманом ос-

новные усилия направляли на исследование и создание радиоламп для дециметрового диапазона, то практиканту Завойскому под руководством П.М. Винника удалось создать установку, в которой эти лампы испытывались в режиме генерации и приёма дециметровых волн. Как следует из отчётов группы Калинина, «основным типом ламп, определяющим главное направление работ нашей лаборатории, является лампа с апериодической сеткой...». И далее: «Наибольшее внимание привлекала схема суперрегенератора, и её исследование привело к удовлетворительным результатам...».

На лампах Г-120 с номинальной мощностью 5 кВт была испытана схема генератора Винника-Завойского (см. рис. 1). От двух ламп Г-120 можно было получить 13...15 кВт на волне 4–5 м.

В 1933 году группа дециметровых волн ЦРЛ под руководством Ю.К. Коровина впервые на практике осуществила обнаружение и радиопеленгацию самолёта с помощью РЛС, работающей в непрерывном режиме излучения. Технические характеристики этой установки были такие: генератор мощностью около 1 Вт на волне 0,5 м, приёмник сверхрегенеративного типа и зеркальные антенны на приём и передачу.

Ещё более совершенную радиолокационную установку в 1935 г. удалось создать в лаборатории Д.А. Рожанского, который, к тому времени, из ЦРЛ перешёл в ЛФТИ. Как следует из его отчёта в 1935 году, в качестве приёмного устройства был применён не сверхрегенеративный приёмник, а супергетеродин с двойным преобразованием частоты (см. рис. 2). В отчёте Д.А. Рожанский писал: «...такой приёмник является в настоящее время единственным в СССР, пригодным для изучения рассеивания УКВ самолётами на больших расстояниях» [3]. Радиолокационная установка работала в импульсном режиме, используя диапазон волн от 3 до 6 м. Именно эта установка стала прототипом первой отечественной РЛС дальнего обнаружения «Редут», созданной до Великой Отечественной войны.

ЛИТЕРАТУРА

1. Центральная радиолaborатория в Ленинграде. П/ред. И.В. Бренёва. Советское радио. 1973.
2. Силкин И.И., Завойский Е.К. Издательство Казанского университета. 2005.
3. Кобзарев Ю.Б. Создание отечественной радиолокации. Наука. 2007.



РАДИАЦИОННО-СТОЙКИЕ DC/DC-ПРЕОБРАЗОВАТЕЛИ для космических систем (класс Space)



Особенности DC/DC-преобразователей серии SVR:

- Диапазон входных напряжений от 18 до 38 В DC
- Одноканальные или многоканальные решения на 3,3, 5, 12, 15 В DC
- Мощность до 100 Вт
- Суммарная накопленная доза (TID/ELDRS) – до 100 кРад(Si)
- Единичное воздействие (SEE) - до 85 МэВ-см²/мг
- КПД – до 96%
- Диапазон рабочих температур -55...+125°C без ухудшения параметров
- Соответствие стандартам:
 - MIL-PRF-38534
 - MIL-HDBK-1547
 - Aerospace TOR
- Герметичное исполнение, устойчивость к агрессивным средам
- Ультеракомпактные размеры, малый вес

Санкт-Петербург

тел. +7 812 324-6350

vpt@petrointrade.ru

официальный дистрибьютор в СНГ
Petro in Trade

www.petrointrade.ru

Москва

тел. +7 (495) 517-92-56

Чебоксары

тел. +7 (835) 255-40-34

Нижний Новгород

тел. +7 (831) 275-89-97

Екатеринбург

тел. +7 (343) 310-03-27

Новосибирск

тел. +7 (383) 211-02-02

Ижевск

тел. +7 (341) 293-01-62

Киев

ООО «ИНКОМТЕХ-ПРОЕКТ»

тел. +38 (044) 230-01-81

Таганрог

тел. +7 (863) 434-08-90

Пермь

тел. +7 (342) 259-52-28

МЭК против контрафакта

Международная электротехническая комиссия (МЭК) ведёт войну против контрафактной продукции, представляющей опасность для жизни и собственности.

В ответ на растущее беспокойство со стороны поставщиков электронной продукции IECQ (отдел оценки качества электронных компонентов при МЭК) запустил программу преодоления международного контрафактного кризиса, испытываемого аэрокосмическим и оборонным секторами промышленности.

Контрафакт – это мировая проблема, в том числе и на рынке микросхем для электронных приборов. Контрафактные компоненты часто производятся из электронных отходов, предназначенных для переработки. Сборка осуществляется кустарными методами с использованием некачественных кристаллов. Такие компоненты при эксплуатации в жёстких условиях являются ненадёжными и отличаются коротким сроком службы.

В последние годы на рынке наблюдается значительное увеличение доли контрафактных электронных компонентов, что создаёт большие риски с точки зрения качества, надёжности и безопасности продукции. Военные во всём мире признают, что многие тысячи, а иногда и миллионы поддельных компонентов просочились в их цепочки поставок. Правительственные органы провели исследования и обнаружили контрафактные компоненты, представляющие исключительную угрозу безопасности как для гражданских лиц, так и для солдат на поле боя. Выявленные компоненты могут стать причиной неисчислимого экономического ущерба.

CAP (Counterfeit Avoidance Program – антиконтрафактная программа, разработанная IECQ) является частью успешно зарекомендовавшей себя схемы апробации процессов и включает в себя мероприятия, направленные на исключение или уменьшение доли контрафактной и поддельной продукции на рынке. Данная программа была разработана специально для производителей и дистрибьюторов.

Первая компания, получившая сертификат IECQ CAP

Secure Components (Норристаун, шт. Пенсильвания, США) является независимым дистрибьютором, специализирующимся на снятых с производства и труднодоступных компонентах для аэрокосмической и военной отраслей промышленности. Это первая компания, которая получила сертификат IECQ CAP.

Тод Крамер, генеральный директор компании Secure Components, пояснил: «Беспрецедентный рост контрафактного материала на фоне тенденции глобализации экономики в последние 5–10 лет привёл к тому, что ведущие мировые компании вынуждены искать отраслевые решения против растущей эпидемии контрафакта. До принятия IECQ CAP мировая индустрия не имела надёжной программы, благодаря которой компании могли бы противостоять распространению контрафактной продукции. Брокер или дистрибьютор могли заявлять о соблюдении установленных требо-

МЭК (Международная электротехническая комиссия) – ведущая мировая организация, которая разрабатывает и публикует международные стандарты для электрических, электронных и связанных с ними технологий. МЭК поддерживает системы сертификатов соответствия, подтверждающих соответствие определённым стандартам компонентов, оборудования, систем и, в ряде случаев, компетенцию работников.

ваний без надзора третьей стороной или международного признания».

Что такое сертификат соответствия IECQ CAP

Сертификат IECQ CAP является подтверждением того, что данный производитель или дистрибьютор способен (обладает возможностями) исключить контрафакт при выборе и использовании компонентов.

Получив сертификат IECQ CAP, производители и дистрибьюторы смогут с большим успехом продвигать свои изделия и услуги, так как данный сертификат будет иметь международное признание. Также компании смогут получить систему независимого контроля и подтверждения качества компонентов и систем. Важным плюсом станет возможность обнаружения потенциальных технических проблем в цепочке поставок и исключение возможных повторных проверок. Всё это позволит упростить процедуру проверки качества органами контроля во многих странах.

Перспективы

Ожидается, что в будущем к программе присоединятся и другие отрасли промышленности – в первую очередь подразумеваются связь, биомедицина и автомобилестроение.

«Поддельная продукция поражает все отрасли без исключения, – говорит Крамер. Каждый может пострадать от кражи интеллектуальной собственности и появления угрозы своей безопасности. Принятие этих изменений не только поможет бизнесу, но и, что важнее, повысит безопасность использования техники».

По информации с сайта www.iec.ch

IECQ (IEC Quality Assessment System for Electronic Components) – Международная система оценки качества и сертификации, охватывающая поставку, сборку, материалы и технологические процессы, применяемые в производстве электронных компонентов, которые используются в миллионах приборов и систем. Сертификат IECQ указывает на то, что производители выполняют требования международных стандартов IEC и другие технические условия.

IECQ поддерживает пять систем сертификации: HSPM (нормативы работы с опасными материалами), ЕСМР (нормативы работы с электронными компонентами), АР (нормативы технологических процессов), АС (нормативы компонентов) и ITL (независимая испытательная лаборатория).



РАДИОКОМПЛЕКТ

Основана в 2000 г.

ПОСТАВКА ЭЛЕКТРОННЫХ КОМПОНЕНТОВ РОССИЙСКИХ И ИНОСТРАННЫХ ПРОИЗВОДИТЕЛЕЙ

Аттестованы ОС СМК при ФГУ «22 ЦНИИ Минобороны России»
в качестве второго поставщика с 2002 г.



- Комплексная поставка электронных компонентов импортного производства, стран СНГ и России
- Силовые полупроводниковые приборы
- Инверторы, конвертеры, источники питания, зарядные устройства для всех типов аккумуляторов

Постоянно в наличии:

Электрические соединители и разъемы (IDC; D-SUB; HU; WF; PLS; USB; HDMI; DVI; RJ-45)

SMD компоненты (резисторы, конденсаторы, диоды, LED компоненты, LED solutions, ESD protection)

Клеммные блоки



*В стремлении
к совершенству*



Комплексные поставки электронных компонентов специального, двойного и общего назначения

Второй поставщик в системе «ВОЕНЭЛЕКТРОНСЕРТ».

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

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



«Фаворит – Электронная Компания»

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

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

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

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



Реклама

© СТА-ПРЕСС