

СОВРЕМЕННАЯ ЭЛЕКТРОНИКА 4 2014

В номере:

Принципы тестирования энергонезависимой памяти

Методы обработки сигналов индуктивных датчиков

Инерциальные датчики и модули на основе МЭМС

Советы по совместимости оборудования на базе PXI

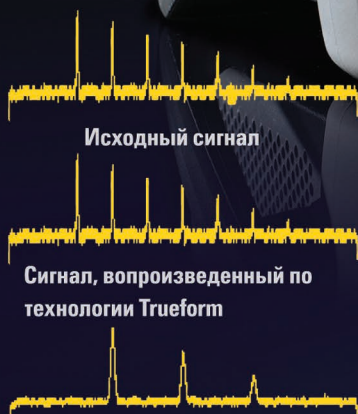
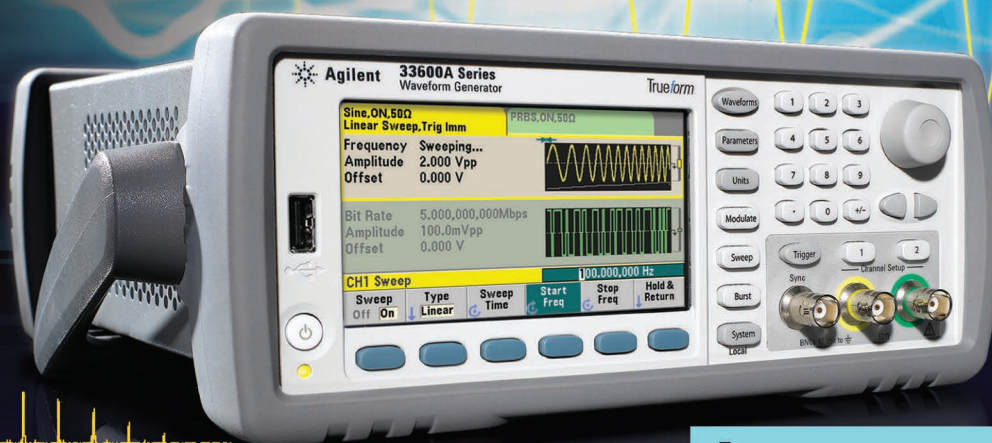
Необычное управление обычным таймером

Выход на глобальный рынок микроэлектроники

и многое другое



Сигналы более высоких частот идеально точной формы. Эксклюзивная технология Trueform – теперь в генераторах до 120 МГц



Исходный сигнал

Сигнал, воспроизведенный по
технологии Trueform

Сигнал, воспроизведенный по технологии прямого
цифрового синтеза (DDS)

Генераторы сигналов произвольной формы Agilent 33600A с более высоким диапазоном частот обеспечивают непревзойденное качество сигналов. Выберите нужный Вам прибор из 4 моделей новой серии, и Вы сможете проводить самые сложные измерения более быстро и эффективно.

Генератор сигналов произвольной формы серии Agilent 33600A

Частот дискретизации 1 Гвыб/с, диапазон частот
до 120 МГц

Функция создания сигналов произвольной
формы по точкам с возможностью многократного
последовательного воспроизведения сегментов
сигнала, глубина памяти 64 Мвыб

Джиттер 1 пс, в 100 раз меньше, чем у DDS-
генераторов

Уровень гармонических искажений в 5 раз ниже
чем у DDS-генераторов

Совместим с ПО Agilent BenchVue

8 800 500 9286 (Звонок по России бесплатно)



Посмотрите видеоролик,
просканировав QR-код или
посетив <http://qrs.ly/qy3qdh>

Список официальных
дистрибьюторов
www.agilent.com/find/distributors

Создание специальных форм сигналов с помощью
БЕСПЛАТНОГО ПО Waveform Builder Pro
www.agilent.com/find/trueformWW

© Agilent Technologies, Inc. 2014

Предвидеть — Опережать — Побеждать



Agilent Technologies

Реклама

© СТА-ПРЕСС

**Многоканальные оптико-
электронные системы**
МОЭС-250

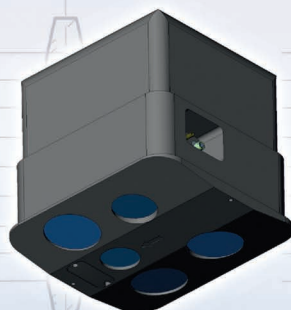
МОЭС-350

МОЭС-408

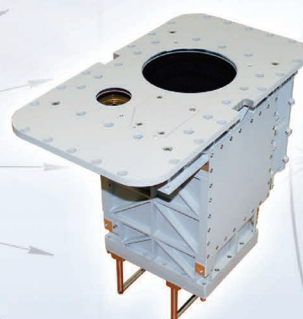

МОЭС обеспечивают круглосуточное обнаружение, распознавание, захват и автосопровождение целей, измерение наклонной дальности до объекта в простых и ограниченно сложных метеоусловиях.

Лазерный дальномер (ЛД-130)


Лазерный дальномер ЛД-130 предназначен для измерения дальности до наземных, надводных и воздушных целей при полете самолета днем и ночью, во всем диапазоне боевого применения.

Цифровая аэрофотокамера (ЦАФК) Астровизирующее устройство (АВУ)


Цифровая аэрофотокамера (ЦАФК) предназначена для ведения аэрофотосъемки подстилающей поверхности и расположенных на ней объектов. ЦАФК может быть установлена на любой летательный аппарат, обеспечивающий достаточную грузоподъемность.



АВУ входит в состав межвидовой астроиерциальной навигационной системы (АИНС), предназначенной для использования на самолете. Функцией АВУ является обеспечение астрокоррекции БИНС, с которой АВУ связано конструктивно, электрически и информационно.

**Комплекс прицельный системы
управления боевого модуля (КП БМ)**


КП БМ предназначен для работы в составе системы управления боевого модуля с дистанционным управлением для колесных бронированных машин типа «Тигр».

**Система видеорегистрации
цифровая (СВР-Ц)**


СВР-Ц предназначена для многоканальной регистрации видеоинформации от многофункциональных индикаторов и телевизионной камеры, установленной на объектах типа Ка-52.

Главный редактор

Алексей Смирнов

Редакционная коллегия

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

Литературный редактор

Ольга Семёнова

Вёрстка

Марина Петрова

Обложка

Дмитрий Юсим

Распространение

Ирина Лобанова
(info@soel.ru)

Реклама

Ирина Савина
(advert@soel.ru)

Издательство «СТА-ПРЕСС»

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



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

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

Перепечатка материалов допускается только
с письменного разрешения редакции.
Ответственность за содержание рекламы
несут рекламодатели.
Ответственность за содержание статей
несут авторы.
Материалы, переданные редакции,
не рецензируются и не возвращаются.
© СТА-ПРЕСС, 2014

4/2014 Contents

MARKET

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

MODERN TECHNOLOGIES

Compatibility of Connectors Insulator Materials with Processes of PCB Soldering and Washing	11
--	-----------

Natalia Martinova

Development of Domestic Ceramic Material for Manufacturing Products by LTCC Technology	12
---	-----------

Yurii Nepochatov, Svetlana Kumacheva, Yulia Shvecova, Aleksander Ditz

Bases of a Pulse Mode of Testing of New Types of Non-Volatile Memory	16
---	-----------

Peter J. Hulbert

ELEMENTS AND COMPONENTS

Tomsk LED: History, Characteristics and Prospects	22
--	-----------

Andrey Turkin

Galvanic Isolators	26
---------------------------------	-----------

Sergey Poplavnyi

Methods of Signals Processing of Inductive Sensors of Linear and Angular Movements	30
---	-----------

Vladimir Anufriev, Aleksander Lugbinin, Sergey Shumilin

Inertial Sensors and Modules on the Basis of MEMS	34
--	-----------

Dmitrii Danilcev, Andrey Miheev, Oleg Grekov

Z-thermistors in Temperature Control Systems	36
---	-----------

Vladislav Zotov

DEVICES AND SYSTEMS

Hints to Help Ensure Multi-Vendor Interoperability in PXI-based Systems	42
--	-----------

Alan Lesko

ENGINEERING SOLUTIONS

Unusual Control of the Timer KP1006BM1	46
---	-----------

Andrey Kashkarov

DESIGN AND SIMULATION

Design of the Tunable Filter with an Adjustable Bandwidth	52
--	-----------

Mikhail Yaroslavskii, Denis Moguchenok

Review of Opportunities of ANSYS Designer RF	56
---	-----------

Aleksander Evgrafov

Design Route of Mentor Graphics Expedition Enterprise 7.9.4 – Work with the Central Library	60
--	-----------

Tatiana Kolesnikova

Design of Analog and Mixed Signal IC Using Verilog-AMS. Part 1. Introduction to Verilog-A	68
--	-----------

Dmitrii Osipov

EVENTS

Two Training Centers of maxon motor in Russia – are Far not a Limit	76
--	-----------

SEMICON Russia 2014 – an Entry into the Global Microelectronics Market	78
---	-----------

Содержание 4/2014

РЫНОК

- 4** **Новости российского рынка**

СОВРЕМЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

- 11** **Совместимость материалов изолятора соединителей с процессами пайки и промывки печатных плат**
Наталия Мартынова
- 12** **Разработка отечественного керамического материала для изготовления изделий по технологии LTCC**
Юрий Непочатов, Светлана Кумачёва, Юлия Швецова, Александр Дитц
- 16** **Основы импульсного режима тестирования новых типов энергонезависимой памяти**
Питер Дж. Халберт

ЭЛЕМЕНТЫ И КОМПОНЕНТЫ

- 22** **Томские светодиоды: история, характеристики и перспективы**
Андрей Туркин
- 26** **Устройства гальванической развязки**
Сергей Поплавный
- 30** **Методы обработки сигналов индуктивных датчиков линейных и угловых перемещений**
Владимир Ануфриев, Александр Лужбинин, Сергей Шумилин
- 34** **Инерциальные датчики и модули на основе МЭМС**
Дмитрий Данильцев, Андрей Михеев, Олег Греков
- 36** **Z-термисторы в системах регулирования температуры**
Владислав Зотов

ПРИБОРЫ И СИСТЕМЫ

- 42** **Советы по обеспечению совместимости оборудования различных производителей в системах на базе PXI**
Алан Леско

ИНЖЕНЕРНЫЕ РЕШЕНИЯ

- 46** **Необычное управление таймером KP1006ВМ1**
Андрей Кашкаров

ПРОЕКТИРОВАНИЕ И МОДЕЛИРОВАНИЕ

- 52** **Проектирование перестраиваемого фильтра с регулируемой полосой пропускания**
Михаил Ярославский, Денис Могучёнок
- 56** **Обзор возможностей ANSYS Designer RF**
Александр Евграфов
- 60** **Маршрут проектирования Mentor Graphics Expedition Enterprise 7.9.4 – работа с центральной библиотекой**
Татьяна Колесникова
- 68** **Проектирование аналоговых и аналого-цифровых ИС с использованием языка Verilog-AMS. Часть 1. Введение в язык Verilog-A**
Дмитрий Осипов

СОБЫТИЯ

- 76** **Два учебных центра maxon motor в России – далеко не предел**
- 78** **SEMICON Russia 2014 – выход на глобальный рынок микроэлектроники**

ПОДПИСКА НА 2014 год

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

«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

«АЛЕКСАНДЕР ЭЛЕКТРИК Дон»: изменения в компании

В начале 2014 года компания завершила несколько этапов долгосрочной стратегии развития.



В марте 2014 года объявлено о смене наименования. Новое название «АЕДОН» имеет общее с прошлым наименованием и упрощает идентификацию клиентами. Компания вошла в состав НПО «Энергетическая Электроника».

В феврале 2014 года был завершён проект по модернизации и расширению рабочих площадей. Обновлённые помещения соответствуют современным европейским нормам безопасности производства и оборудованы всем необходимым для выпуска более 300 000 изделий в год. В рамках модернизации были автоматизированы многие операции производственного процесса.

Одновременно освоено производство новых серий продукции:

- AC/DC источников вторичного электропитания мощностью до 3000 Вт;
- DC/DC-преобразователей мощностью 100, 200 и 500 Вт с высоким выходным током до 80 А и высоким КПД.

Компания приглашает клиентов посетить стенд НПО «Энергетическая Электроника» на выставке «ЭкспоЭлектроника 2014», которая будет проходить 15–17 апреля в МВЦ «Крокус Экспо».

www.aedon.ru

Тел./факс: (800) 450-1139,
(473) 251-9518

«Родник»: новая версия Altium Designer 14 на «ЭкспоЭлектронике 2014»

Специалисты имеют возможность посетить стенд компании «Родник» на выставке «ЭкспоЭлектроника 2014», которая пройдёт с 15 по 17 апреля в МВЦ «Крокус Экспо» (павильон № 1, зал № 3, стенд 3А20).

На стенде будут продемонстрированы новая версия комплексной системы проектирования электронных устройств на уровне печатных плат и ПЛИС – Altium Designer 14, а также новая версия комплекта библиотек для Altium Designer, разработанная техническими специалистами НПП «Родник».

Среди новинок можно отметить новые версии интегрированных пакетов разработки СВЧ-устройств FEKO 6.3 и Antenna Magus 4.5. FEKO – многофункциональный

пакет численного электромагнитного моделирования, основанный на современных вычислительных технологиях (СЕМ). Области применения: антенная техника и её размещение, электромагнитная совместимость на уровне электрически больших объектов, биомедицина, распространение радиоволн.

Помимо продукции САПР специалисты НПП «Родник» представят измерительную технику компаний Tektronix и Keithley. Посетителям будут продемонстрированы новые модели источников-измерителей Keithley 2450. Данные приборы являются идеальным средством измерения вольт-амперных характеристик и функционального тестирования широкого круга современных электронных устройств, в т.ч. изделий микро- и нанoeлектроники.

Совместно с компанией «Нанософт» НПП «Родник» проведёт семинар «Повышение эффективности разработки печатных плат в новой версии Altium Designer 14.3». Ведущими выступят Майкл Лайдл, директор по продажам Altium в регионе EMEA, и Алексей Сабунин – автор книги «Altium Designer. Новые решения в проектировании электронных устройств». Семинар пройдет 15 апреля в конференц-зале № 3 в 15:00.

Бесплатные приглашаемые билеты на мероприятие можно получить в офисе компании «Родник» либо пройти регистрацию на официальном сайте выставки.

www.rodnik.ru

Тел.: (499) 613-7001

ОБОРУДОВАНИЕ

Дополнительные операции при сборке радиоэлектронных устройств от «КОМПАС ЭЛЕКТРОНИКС»

ООО «КОМПАС ЭЛЕКТРОНИКС» оказывает дополнительные услуги при сборке радиоэлектронных устройств:

- разработка специализированного стендового оборудования по согласованному техническому заданию;
- программирование изделий по специализированным интерфейсам (JTAG, SPI и пр.);
- проведение функционального тестирования изделий как с использованием универсального оборудования, так и на специализированных стендах;
- проведение электротермотренировки радиоэлектронной аппаратуры в диапазоне температур –60...+200°C при размерах рабочей зоны 600 × 600 × 600 мм.

Данные услуги позволяют получить дополнительные возможности по более

комплексному изготовлению радиоэлектронных изделий (электронных модулей, жгутов проводов, блоков и т.д.), особенно имеющих повышенные требования к надёжности и качеству сборки и монтажа.

www.kompas-electronics.ru

Тел.: (495) 228-4785

Чистые зоны для промышленности

В течение прошлого года специалисты ЗАО «Ламинаторные системы» спроектировали, изготовили и сдали в эксплуатацию около 20 комплексов чистых и особо чистых помещений (чистых зон) на различных предприятиях радиоэлектронной, фармацевтической и пищевой промышленности, в космической и оборонной отраслях, научно-исследовательских институтах, на предприятиях, занимающихся нанотехнологиями.

Производство высокоточной оптики, выпуск материалов особой степени чистоты,



ты, выращивание кристаллов, сборка агрегатов и электронных компонентов, работа с эталонами, лазерным оборудованием, осуществление процессов склейки оптических деталей, химического просветления, юстировки, оконцовки волоконно-оптических кабелей, скрайбирования и раскалывания полупроводниковых пластин – вот лишь некоторые виды работ, при выполнении которых производители успешно используют чистые зоны производства ЗАО «Ламинаторные системы».

Новости российского рынка

Чистые зоны марки LAMSYSTEMS имеют ряд конструктивных преимуществ:

- ровный вектор скоростей по всей поперечной площади, даже при очень больших размерах чистой зоны;
- гарантированный односторонний поток нисходящего воздуха в чистых зонах 5 класса ИСО по ГОСТ ИСО 14644-1-2002 и выше;
- модульность конструкций с учётом нарабатанных типовых узлов, позволяющая в минимальные сроки и с высоким качеством решать самые разнообразные задачи;
- возможность объединения произвольного количества чистых зон в единую систему, управляемую с одного пульта с возможностью диспетчеризации параметров каждой из зон по отдельности.

www.lamsys.ru

Тел./факс: (3513) 544-744, 544-755

Пополнение в системах рентгеновского контроля

Группа компаний «Диполь», эксклюзивный российский представитель компании

Nordson DAGE, сообщает о выпуске новой системы рентгеновского контроля XM8000.

В новой платформе сконцентрированы все ключевые свойства ныне существующих рентгеновских систем Nordson DAGE, что позволяет выполнять автоматизированный поиск дефектов и проведение автоматизированной высокопроизводительной инспекции визуально скрытых и видимых элементов TSV (Through-Silicon Via, переходные отверстия в кремнии), микросхем с компоновкой 2,5D и 3D, МЭМС и столбиковых выводов.

С системой рентгеновского контроля XM8000 можно в условиях конвейерного производства проводить быстрый и безопасный контроль уровня пустот и степени заполнения отверстий, определять критические размеры объектов и многое др. Таким образом, XM8000 можно использовать в качестве неотъемлемой части производства электронных изделий для контроля качества или приёмки продукции.

Коммерческий директор подразделения автоматизированных рентгеновских систем Дэвид Бернард (David Bernard) так



прокомментировал запуск новой крупной рентгеновской платформы: «При разработке этого оборудования мы использовали инновации и опыт, накопленный за многие годы обслуживания клиентов, учитывая их потребности в рентгеновских технологиях при производстве электроники. И теперь можем расширить применение рентгеноскопии, подтвердив лидерство Nordson DAGE в рентгеноскопии для электронной промышленности».

www.dipaul.ru

Тел./факс: (812) 702-1266

ПРИБОРЫ И СИСТЕМЫ

Система продолжительной и непрерывной регистрации записи высокочастотных сигналов

Центр АЦП выпустил переносную (возимую) систему регистрации и записи высокочастотного сигнала Nimble-3500 Mobile.



Данная система позволяет в реальном масштабе времени записывать и сохранять аналоговый и (или) цифровой сигнал с потоковой скоростью не менее 22 Гбит/с.

Одна из модификаций системы осуществляет запись высокочастотного сигнала с верхней граничной частотой до 2,5 ГГц и полосой до 950 МГц, разрешением АЦП 12 бит в течение 40 мин.

В комплект поставки входит программное обеспечение для дальнейшей обработки сигнала.

Возможна опция с одновременным выводом сигнала с помощью ЦАП (16 бит @ 1450 МГц или 12 бит @ 1950 МГц).

www.centeradc.ru

Тел.: (499) 257-4509

Новые тепловизоры с автоматической фокусировкой LaserSharp™ от Fluke

Fluke Corporation представляет тепловизоры Fluke® Ti200, Ti300 и Ti400 с возможностью беспроводного подключения. Данные приборы обеспечивают высокую точность измерений и максимальную производительность работы техников в полевых условиях.

Новые тепловизоры оснащены технологией LaserSharp, которая использует лазер, автоматически указывающий на объект фокусировки.

Fluke Ti200, Ti300 и Ti400 подключаются к беспроводным системам Fluke CNX™, что позволяет использовать их в качестве основного средства для просмотра измерений в режиме реального времени. При этом можно одновременно использовать до пяти беспроводных модулей, например модули переменного тока или напряжения.

Новые тепловизоры Fluke обладают функцией беспроводного соединения, что позво-



ляет с лёгкостью передавать изображения с камер непосредственно на компьютер, iPad или iPhone. Затем они могут импортироваться в программу Fluke SmartView® – профессиональный пакет инструментов для анализа и создания отчётов.

Важным преимуществом тепловизоров Fluke является запатентованная технология IR-Fusion®, соединяющая инфракрасное и визуальное изображения в одно, что способствует более лёгкому обнаружению и оперативной диагностике проблем.

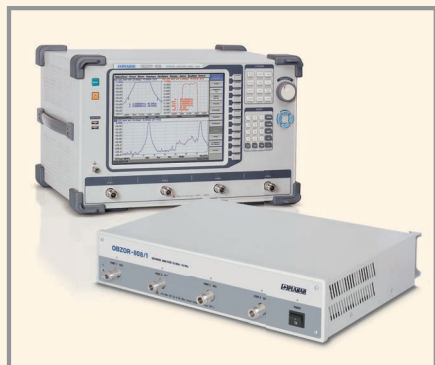
Представленные тепловизоры могут осуществлять высокотемпературные измерения, например, модель Ti400 может фиксировать объекты до +1200°C.

Дополнительную информацию можно найти на сайте производителя
www.fluke.ru/autofocus

Новости российского рынка

Четырёхпортовый векторный анализатор цепей от ООО «ПЛАНАР»

ООО «Планар» (г. Челябинск) приступил к выпуску четырёхпортовых измерителей комплексных коэффициентов передачи и отражения «Обзор-808» и «Обзор-808/1».



Приборы предназначены для измерения комплексных коэффициентов передачи и отражения (S-параметров) СВЧ-устройств в диапазоне частот 0,3...8000 МГц и обладают динамическим диапазоном измерения модуля коэффициентов передачи более 135 дБ.

Встроенный переключатель тестирующего сигнала на измерительные порты прибора позволяет производить измерения всех параметров за одно подключение. Для измерения нелинейных свойств четырёхполюсников и расширения диапазона измерений в приборах используется регулировка выходной мощности глубиной не менее 70 дБ.

Множество режимов анализа данных позволяет реализовать практически все требуемые методы измерений. Возможность удалённого управления приборами позволяет использовать их в составе измерительных стендов. Предусмотрено наличие виртуального прибора.

Характерные особенности:

- дифференциальные измерения;
- динамический диапазон 150 дБ при положении измерительного фильтра 1 Гц;
- широкий диапазон изменения выходной мощности с возможностью сканирования от -60 до +10 дБм;
- низкая погрешность измерений (типичная величина погрешности измерения S21 менее 0,1 дБ);
- время измерения на одной частоте 100 мкс;
- измерения с переносом частоты без использования внешнего генератора.

Прибор поддерживает различные виды калибровок, отличающихся по сложности выполнения и по погрешности измерений:

- нормализация отражения и передачи;
- полная однопортовая калибровка;

- однонаправленная двухпортовая калибровка;
- полные двух-, трёх-, четырёхпортовые калибровки;
- TRL-калибровка.

www.planar.chel.ru

Тел.: (351) 72-99-777

Современные аналоги устаревших ламп накаливания типа МН, СГ и А

После того как электроламповые заводы РФ прекратили выпуск ламп накаливания типа СМ, МН, ТН и др., многие потребители столкнулись с проблемой: что ставить взамен выходящих из строя ламп накаливания в изделиях специального назначения.



ЗАО «Протон-Импульс» (г. Орёл) выпускает цокольные полупроводниковые лампы (ЛП) с приёмкой «5», которые в полной мере позволяют заменить устаревшие и уже не выпускаемые лампы накаливания в качестве индикаторных (сигнальных) ламп.

Полупроводниковые лампы характеризуются высокой надёжностью и широким диапазоном температур эксплуатации -60...+85°C. Они устойчивы к вибрации и взрывобезопасны. Срок сохраняемости ламп – 25 лет при гарантийном сроке эксплуатации 50 000 часов.

Предлагаются ЛП белого, красного и зелёного цвета свечения с силой света 50 и 250 мкд. Лампы выпускаются в байонетном исполнении (BA9s, BA15s(d)) и с винтовым цоколем (E10/13).

Порадует конструкторов и разнообразие напряжений питания ламп ЛП: 6, 12, 24 и 28 В.

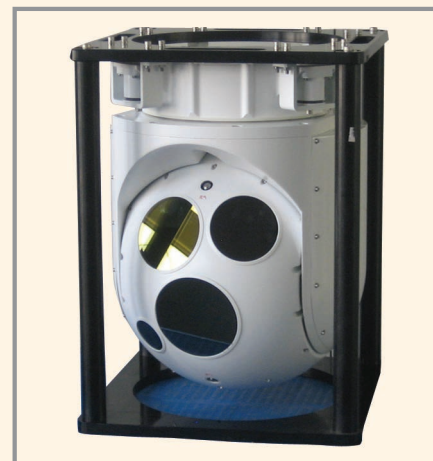
Следует отметить, что светодиодные лампы в силу своей специфики не могут в полной мере заменить лампы освещения типа СМ 28-10, т.к. свет у светодиодных ламп является направленным. Впрочем, если применять их в качестве индикаторных ламп (для световой индикации логического состояния электрических цепей постоянного тока или переменного тока произвольной формы частотой до 50 Гц), то они являются панaceей для большинства предприятий ВПК.

www.proton-impuls.ru

Тел.: (4862) 410-408, 762-421

Гиростабилизированная система с точностью стабилизации 20 мкрад

Команда инженеров компании ЗАО «ЭЛСИ» успешно завершила работу по созданию новой гиростабилизированной опτικο-электронной системы МОЭС-408.



Главным отличием новой системы от предшествующей (МОЭС-350) является 4-осная система стабилизации, которая в отличие от 2-осной позволяет добиться уровня стабилизации 20–50 мкрад. Кроме того, система «подросла» в размерах и её диаметр составляет 408 мм. Благодаря этому в систему можно встроить телевизионные и тепловизионные камеры с большей дальностью обнаружения целей, а также в ней достаточно места для установки лазерного дальномера-целеуказателя, который, в свою очередь, является обязательным требованием у большинства отечественных заказчиков.

Следует отметить, что масса системы в полном оснащении при таких «нескромных» габаритах всего 52 кг.

При определённых доработках в части амортизаторов и узлов крепления возможно использование системы МОЭС-408 на отечественных и импортных вертолётах, а также низкоскоростных БЛА.

ЗАО «ЭЛСИ» не останавливается на достигнутом и продолжает работу по увеличению надёжности системы и расширению модельного ряда.

www.elsy.nov.ru

Тел./факс: (8162) 94-8737

Одноканальные программируемые ИП постоянного тока серии ТЕКО-5500 от ЗАО «ТЕСТПРИБОР»

Источники питания постоянного тока серии ТЕКО-5500 представляют собой высококачественные одноканальные програм-

Новости российского рынка

мируемые ИП, оснащённые микропроцессорным блоком, что позволяет производить с высокой точностью управление источником посредством панели управления или с компьютера.



Программируемые источники питания серии ТЕКО-5500 обладают превосходными точностными характеристиками, такими как высокое разрешение и высокая точность.

Предусмотрены широкие функциональные возможности:

- защита от переплюсовки и перегрузки;
- работа в режиме стабилизации тока и напряжения;
- 100 ячеек настроек памяти;
- интерфейсы USB и RS-232;
- возможность регулировки двух диапазонов.

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

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

Источник питания мощностью 160 Вт для светодиодов

ЗАО «ММП-Ирбис» анонсирует производство источников питания для светодиодов серии А220 мощностью 160 Вт с выходными токами 700, 1000, 1400 и 2000 мА.



Прибор выполнен в алюминиевом корпусе и залит теплопроводным компаундом. Обеспечивается низкий уровень пульсации выходного напряжения. Допускаются внешние воздействия по классу IP66.

Габаритные размеры модуля (Д × Ш × В): 194 × 71 × 46 мм.

Представленные устройства могут быть использованы в осветительных установках для промышленного и уличного освещения.

www.mmp-irbis.ru
Тел.: (495) 987-1016

650-Вт источники питания AC/DC, соответствующие требованиям стандартов MIL-STD-810F и ANSI/ISA

Компания XP Power представляет источники питания AC/DC повышенной надёжности серии ННР650. Эти приборы разработаны для применения в жёстких условиях эксплуатации, характерных для промышленных производств.



Одноканальные 650-ваттные модули способны работать от сети переменного тока с широким диапазоном от 85 до 305 В. Они способны выдавать в нагрузку до 780 Вт при повышенном входном напряжении (более 180 В). Кроме того, модули ННР650 способны в течение 10 с обеспечивать пиковую мощность до 800 Вт при входном напряжении менее 180 В и 1000 Вт при входных напряжениях более 180 В.

Подходящие для применений в наиболее требовательном промышленном оборудовании, модули серии ННР650 соответствуют требованиям стандарта MIL-STD-810F к воздействию вибрации и ударов. Они устойчивы к кратковременным провалам напряжения, как это оговорено стандартом SEMI-F47 для производственного оборудования полупроводниковых изделий, и способны выдерживать импульсные напряжения до 6 кВ (стандарт IEEEStd62.41). Модули также сертифицированы на соответствие требованиям стандарта безопасности для промышленной аппаратуры управления UL508, международным стандартам безопасности UL/EN/IEC 60950 и техническим требованиям к оборудованию для применения в опасных

помещениях ANSI/ISA12.12.01-200 (ранее UL1604).

На платы ИП нанесено защитное покрытие. Диапазон рабочих температур позволяет применять ИП в большей части производственных сред: -40...+70°C (без понижения выходной мощности – до температуры +50°C).

Компактные высокоэффективные модули питания серии ННР650 (типичное значение КПД составляет 85%) оснащены внутренним охлаждающим вентилятором с изменяемой скоростью вращения.

Габаритные размеры модуля: 253,8 × 106,8 × 63,5 мм.

Серия ННР650 включает шесть моделей, рассчитанных на популярные выходные напряжения от +12 до +48 В. Функция подстройки позволяет регулировать выходное напряжение в диапазоне ±10% от номинального значения, что обеспечивает потребность в нестандартных напряжениях. Дополнительный канал 5 В / 0,2 А может быть использован для питания логических и схем и запоминающих устройств.

Модули оснащены сервисными функциями:

- дистанционное включение/отключение;
- подключение цепи внешней обратной связи;
- защита от перенапряжения, короткого замыкания и перегрева.

Имеется выход состояния выходного напряжения DC OK.

Однопроводная схема равномерного распределения тока позволяет организовать систему питания с резервированием.

www.prosoft.ru
Тел.: (495) 234-0636

Упрочнённый 10,4" «тонкий» клиент для применения в оборудовании военного назначения

Компания IEE Inc. (США), специализирующаяся в разработке, тестировании и поддержке дисплейных технологий для создания человеко-машинного интерфейса в широком ряде военных, аэрокосмических и промышленных применений, предлагает высоконадёжный 10,4" ЖК-дисплей с форматом изображения XGA.



Новости российского рынка

Устройство спроектировано на основе ARM-процессора и предназначено для применения в качестве «тонкого» клиента, который по заказу может быть приспособлен для оборудования военного назначения.

Дисплейный модуль создан на основе 10,4" TFT-дисплея с активной транзисторной структурой адресации на основе аморфного кремния с разрешением 1024 × 768 (формат изображения XGA). Дисплей характеризуется системой подсветки с двойным режимом и поддерживает регулируемые режимы считывания: от высокой яркости 600 кд/м² до подсветки для работы в тёмной окружающей обстановке.

Особые параметры чёткости делают новый дисплей идеальным для широкого ряда военных применений, включая крепление на амундировку солдата, установки на транспортном средстве или мобильного использования в качестве карманного приложения.

Дисплей с улучшенной подсветкой оснащается резистивным сенсорным экраном с высоким разрешением, оптически связанным с жидкокристаллической или фальш-панелью с 16 кнопками – восемь на каждой стороне – для обеспечения чрезвычайно гибкого управления функционированием. Оба операторских интерфейса могут быть объединены в одном устройстве.

ARM-процессор содержит кэш-память I и D по 32 Кбайт каждая, обеспечивающие одновременную выборку команд и данных для улучшения рабочих характеристик дисплея. Также включена кэш-память L2 128 Кбайт. Процессорная внутренняя память 16-битная 512 Мбайт DDR3-800 SDRAM ускоряет передачу данных, а 512 Мбайт память процессора NAND Flash увеличивает скорость записи.

Новый дисплейный процессор работает под управлением встроенной ОС Linux и поддерживает многие распространённые программные протоколы, например HTML 5.0 и JavaVM. Неотъемлемый интерфейс Ethernet поддерживает архитектурную реализацию VICTORY.

Объединённый с мощным ARM-процессором, работающим на частоте

1 ГГц, модуль потребляет суммарно менее 10 Вт.

Новый дисплей надёжно функционирует в жёстких полевых условиях. Он полностью герметизирован для работы при погружении в воду, включает герметичные круглые соединители ввода/вывода и способен работать в диапазоне температур –46...+70°C.

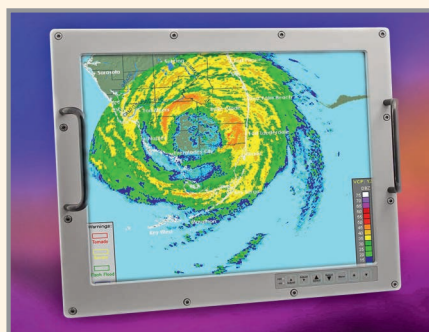
Лёгкий алюминиевый корпус имеет размеры (В × Ш × Г): 198,12 × 294,63 × 76,2 мм.

www.prosoft.ru

Тел.: (495) 234-0636

Новый 25,5" дисплей с разрешением 1980 × 1200 пикселей

Компания IEE Inc. (США), специализирующаяся на выпуске усовершенствованных дисплейных технологий для военных, аэрокосмических и промышленных применений, предлагает упрочнённый 25,5" ЖК-дисплей с разрешением 1920 × 1200 пикселей (формат изображения WUXGA). Устройство имеет высоту на 10% больше, чем дисплей высокой чёткости FullHD.



Этот дисплей создан в рамках программы расширения жизненного цикла изделий, гарантирующей доступность приборов в течение 7 лет (минимум), что является важнейшим преимуществом для заказчиков из промышленной, военной и аэрокосмической отраслей.

Лёгкая конструкция дисплея, выполненная в алюминиевом корпусе, создана для разнообразных жёстких применений – для бортовых пультов самолётов и подвижных оперативных пунктов управления. Размещённые на лицевой панели герметизиро-

ванные кнопки экранного меню выдерживают воздействие жёстких факторов внешней среды, при этом обеспечивается полноценное управление параметрами дисплея (яркость, контрастность, размер и положение изображения на экране).

Высокое разрешение и широкий угол обзора предоставляют исключительную гибкость для одновременного доступа к наиболее важной информации. В одном применении объём информации FullHD может демонстрироваться одновременно и беспрепятственно с 12 строками текстового заголовка вдоль основания экрана.

В случаях, где дисплей используется в качестве замены или улучшения техники в существующих системах, разрешение WUXGA может быть сконфигурировано для замены многочисленных существующих дисплеев с соотношением сторон 4:3 в пределах разделов экрана или фрагментов изображения фиксированного размера.

Дисплей принимает информацию от двух входов DVI, которые пользователь может просто переключать между используемыми кнопками панели.

Технические характеристики:

- яркость дисплея в стандартном исполнении 350 кд/м²;
 - контрастность 1500:1;
 - цифровая система управления яркостью с коэффициентом 250:1;
 - диапазон рабочих температур –20...+70°C;
 - потребляемая мощность 45 Вт (тип.);
 - MTBF более 40 000 ч;
 - двойной переключаемый видеоинтерфейс DVI, выполненный через круглый соединитель военного класса.
- Опции:
- исполнения с яркостью от 600 до 800 кд/м² для считывания изображения при дневном свете;
 - исполнения с сенсорным экраном, включая ёмкостный, проекционно-ёмкостный, инфракрасный и резистивный;
 - система управления яркостью в зависимости от внешней освещённости.

www.prosoft.ru

Тел.: (495) 234-0636

ЭЛЕМЕНТЫ И КОМПОНЕНТЫ

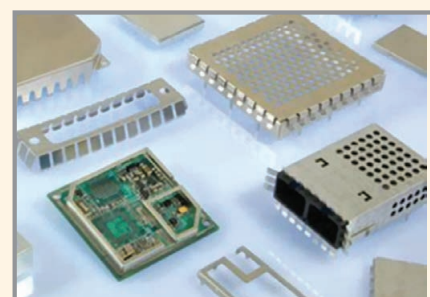
СВЧ-экраны для печатных плат

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

Заказчики, которые раньше пытались собственными силами изготавливать экраны для своих радиочастотных схем, теперь получают продукт, придающий их изде-

лям превосходный фирменный внешний вид и улучшающий удобство их настройки (за счёт применения съёмных пружинных крышек).

Основные назначения предлагаемых компонентов – экранирование электромагнитных полей и защита от наводок и помех в высокочастотных схемах.



Новости российского рынка

Применяемые 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. Дополнительно 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.

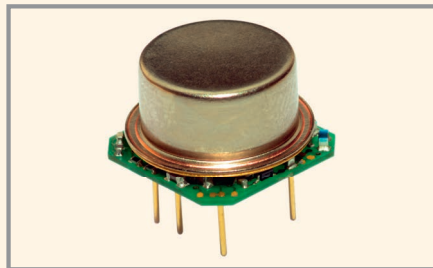
Предусмотрена возможность заказа экранов стандартного типоразмера или нестандартной конструкции с предоставлением чертежа или трёхмерной модели в формате AutoCAD, Solid и др.

Ознакомиться с вариантами исполнения экранов и стандартными типоразмерами можно на сайте компании PCB technology – www.pcbtech.ru.

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

Новый миниатюрный высокостабильный малопотребляющий кварцевый генератор МХО37/8Р

Разработана новая модификация высокостабильного термостатированного кварцевого генератора с DIP8 совместимыми размерами и низкой потребляемой мощностью.



Новый генератор МХО37/8Р работает в диапазоне от 8 до 150 МГц без умножения частоты, обеспечивая следующие характеристики:

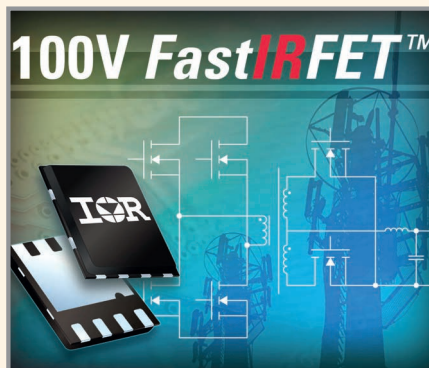
- температурная стабильность частоты ($-40...+85^{\circ}\text{C}$): 5×10^{-9} ;
- старение: 2×10^{-10} /сутки, 3×10^{-8} /год;
- потребляемая мощность менее 180 мВт;
- время разогрева менее 45 с;
- выход: КМОП, синус;
- фазовый шум до -170 дБс/Гц @ 10 кГц.

Генераторы МХО37/8Р – идеальное решение для различных радиоэлектронных устройств, требующих максимальной стабильности и низкого фазового шума источника опорной частоты при его минимальных размерах и предельно малой потребляемой мощности.

www.mxtal.ru, www.magicxtal.com
Тел.: (3812) 433-967, 433-968

Силовой транзистор FastIRFET 100 В для телекоммуникационных ИП

Компания International Rectifier представляет силовой полевой транзистор IRFH7185TRPbF на 100 В серии FastIRFET™ для DC/DC источников питания, применяемых в телекоммуникационном оборудовании.



Транзисторы IRFH7185TRPbF выпускаются по новой технологии 100V FastIRFET, которая обеспечивает повышенную плотность мощности и эталонный коэффициент $R_{ds(on)} \times Q_g$, отвечающий за максимальный КПД транзистора.

Транзисторы IRFH7185TRPbF имеют сверхнизкое сопротивление канала в открытом состоянии $R_{ds(on)}$ при низком заряде затвора, что гарантирует высокую эффективность во всём диапазоне нагрузки – от малой до полной.

Новые транзисторы FastIRFET на 100 В характеризуются на 20% улучшенными параметрами по плотности лавинно-

го тока, что делает их лучшими по надёжности приборами для DC/DC телекоммуникационных источников питания.

FastIRFET-транзисторы работают с любыми контроллерами или драйверами. Они отличаются высоким током, максимальным КПД и частотными характеристиками при малом форм-факторе.

IRFH7185TRPbF сертифицированы по промышленному стандарту и уровню влажности 1 (MSL1).

Основные характеристики IRFH7185TRPbF:

- ток стока при $+25^{\circ}\text{C}$ – 123 А (макс.);
- сопротивление $R_{ds(on)}$ при 10V_{gs} – 4,2 мОм (тип.);
- заряд затвора при 10 В – 36 нКл (тип.);
- коэффициент $R \times Q_g$ при 10V_{gs} – 151,2;
- корпус – PQFN 5 × 6 (по стандарту RoHS).

www.irf.ru

Тел.: (495) 97-000-99

Недорогие 6-Вт DC/DC-преобразователи в корпусе DIP-24

Компания XP Power объявила о начале поставок недорогих компактных 6-ваттных DC/DC-преобразователей, предназначенных для применения в мобильной связи, промышленных и транспортных приложениях.



ПРИБОРЫ И СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

ISO 9001 - 2009

ПРИБОРЫ ДЛЯ КОНТРОЛЯ ПАРАМЕТРОВ СРЕДЫ И ПРОДУКЦИИ

ПРОБНЫЕ УСТАНОВКИ

ИЗМЕРИТЕЛИ RLC

БЛОКИ ПИТАНИЯ

ОСЦИЛЛОГРАФЫ

МЕГАОММЕТРЫ

ЧАСТОТОМЕРЫ

КАЛИБРАТОРЫ

СВЧ-ТЕХНИКА

ВОЛЬТМЕТРЫ

ГЕНЕРАТОРЫ

Реклама

МНИПИ
ОТКРЫТОЕ АКЦИОНЕРНОЕ ОБЩЕСТВО
<http://www.mnippi.com>
e-mail: mnippi@mnippi.by
г. Минск, ул. Я. Коласа, 73
тел./факс: +37517-262-57-50

ВСЯ ПРОДУКЦИЯ СЕРТИФИЦИРОВАНА

Новости российского рынка

Выполненные в стандартном пластмассовом 24-выводном корпусе DIP (Dual-in-Line Package) с размерами 31,75 × 20,32 × 10,4 мм одно- и двухканальные модули характеризуются удельной мощностью 15 Вт/дюйм³ и обеспечивают КПД до 84%.

Одноканальные модели доступны с выходными напряжениями +3,3; +5, +12, +15 и +24 В. Двухканальные модели обеспечивают номинальные напряжения ±3,3; ±5, ±12, ±15 и ±24 В.

Модули серии JCE06 предназначены для работы от сетей постоянного тока с диапазоном 2:1, а модули серии JTE06 способны работать от сетей с ультрашироким диапазоном напряжений 4:1. Все модели охватывают популярные номинальные входные напряжения +12, +24 и +48 В.

Гальваническая развязка между входными и выходными цепями составляет 1500 В постоянного тока. По отдельному заказу поставляются модели со значением гальванической развязки 3000 В постоянного тока (для заказа этих модулей необходимо добавить суффикс «Н» к коду модели). Доступны также модели, выполненные в металлическом корпусе (необходимо добавить суффикс «М» к заказному коду).

Преобразователи сохраняют работоспособность при температурах –40...+100°C. Не требуется дополнительного обдува воздухом или применения радиаторов.

Все модели соответствуют требованиям стандарта EN55022 Class A к кондуктивным помехам без применения дополнительных компонентов.

Модули серий JCE и JTE обеспечивают трёхлетнюю гарантию.

www.prosoft.ru
Тел.: (495) 234-0636

2,8" графический дисплей OLED с разрешением 256 × 64

Компания Raystar Optronics Inc. начала поставки графического OLED-дисплея RET025664A с синим цветом свечения экрана, выполненного с применением технологии монтажа драйвера на трёхслойной полиимидной подложке-ленте (TAB, Tape Automatic Bonding).



Данный процесс обеспечивает полную автоматизацию монтажа интегральной схемы драйвера на непрерывной полиимидной ленте-носителе и обеспечивает небольшую толщину конструкции носитель-кристалл.

Направление дисплейной технологии, основанное на органических светодиодах, позволяет создать прибор отображения, который работает в расширенном диапазоне температур, имеет хорошее контрастное изображение и ещё ряд преимуществ – оптимальное потребление энергии и компактную конструкцию.

Дисплей имеет встроенную микросхему драйвера SSD1322. Контроллер содержит управление контрастом, ОЗУ и генератор, что уменьшает число внешних компонентов и потребляемую мощность.

Основные параметры RET025664A:

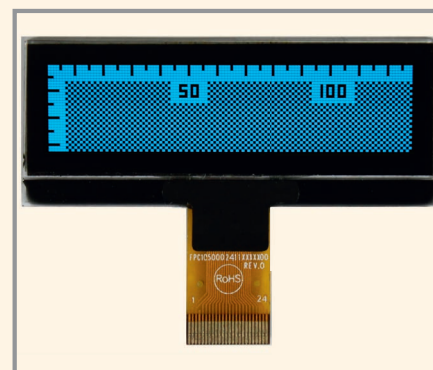
- число знаков 256 × 64 точки;
- габаритные размеры модуля 84 × 25,8 × 2,05 мм;
- рабочее поле 69,098 × 17,258 мм;
- размер пиксела 0,27 × 0,27 мм;
- шаг пиксела 0,248 × 0,248 мм;
- яркость 80 кд/м²;
- контрастность 2000:1;
- пассивно-матричная адресация;
- цвет свечения экрана – синий;
- коэффициент мультиплексирования строк 1/64;
- диапазон рабочих температур –40...+80°C.

www.prosoft.ru
Тел.: (495) 234-0636

Графический OLED-дисплей REX012832A с синим цветом свечения для мобильных устройств

Компания Raystar Optronics Inc. продолжает расширять линейку малоформатных графических OLED-дисплеев. Объявляется о начале выпуска 2,22"-модели REX012832A с разрешением 128 × 32 точки, выполненной с применением технологии «кристалл на стекле» (COG, Chip-on-Glass) – соединения кристалла драйвера с выводами на стеклянной подложке индикатора.

Конструкция «кристалл на стекле» представляет собой вариант размещения управляющей микросхемы непосредственно на подложке дисплея, что позволяет уменьшить габариты и стоимость модуля. Дисплеи, изготовленные по технологии COG, широко применяются в портативных приборах.



В новых органических светоизлучающих диодных дисплеях REX012832A применяется микросхема драйвера КМОП OLED/PLED SSD 1305Z (Solomon Systech), специально разработанная для управления органическими/полимерными дисплеями.

Микросхема контроллера способна поддерживать графические дисплеи с максимальным разрешением 132 × 64 точки. Контроллер обеспечивает управление контрастом, содержит дисплейное ОЗУ, преобразователь напряжения и генератор, что позволяет сократить число внешних компонентов и потребляемую мощность.

Контроллер имеет 256-ступенчатое управление яркостью и контрастностью, предусмотрено отдельное питание для логических схем управления вводом/выводом.

Основные технические характеристики REX012832A:

- разрешение 128 × 32 точки;
- габариты дисплея 62 × 24 × 2,35 мм (размер диагонали 2,22");
- видимая область экрана 55,018 × 13,098 мм;
- размер пиксела 0,408 × 0,388 мм;
- шаг пиксела 0,43 × 0,41 мм;
- тип дисплея: OLED с пассивно-матричной адресацией;
- цвет свечения экрана: синий (планируется выпуск дисплеев с жёлтым цветом изображения);
- яркость 110 кд/м² (макс.) и 90 кд/м² (тип.);
- коэффициент мультиплексирования строк 1/32;
- контрастность 2000:1;
- интерфейсы: 8-битный параллельный 6800 или последовательный 8080 (SPI, Serial Peripheral Interface);
- диапазон рабочих температур –40...+80°C;
- ресурс составляет 50 000 ч (до уменьшения яркости в два раза от первоначального значения).

www.prosoft.ru
Тел.: (495) 234-0636

Совместимость материалов изолятора соединителей с процессами пайки и промывки печатных плат

Наталья Мартынова (Москва)

Для обеспечения совместимости элементной базы с технологическими процессами следует обращать внимание на материалы, используемые в компонентах. В статье рассматривается совместимость изоляционных материалов, используемых в соединителях, технологических процессов пайки и промывки печатных плат.



ВВЕДЕНИЕ

При выборе соединителей для печатных плат следует обращать внимание не только на электрические характеристики и конструктивные особенности, но и на материал изолятора. От выбора материала изолятора зависят такие параметры, как удельное объемное сопротивление, электрическая прочность, трекинговая стойкость (индекс СТИ), верхний и нижний пределы допустимой температуры, класс горючести и стойкость к агрессивным средам. От верхнего предела допустимой температуры, в свою очередь, зависит возможность использования высокотемпературных технологических процессов пайки, а от стойкости к агрессивным средам – совместимость с промывочными жидкостями.

ВЫБОР МАТЕРИАЛА ИЗОЛЯТОРА В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА ПАЙКИ

Основным критерием оценки возможности использования соединителей в высокотемпературных процессах пайки является верхний предел допустимой температуры. Для технологии пайки оплавлением припоя характерна температура +240°C.

Для совместимости с такими процессами предлагается использовать высокотемпературный пластик LCP GF от компании Weidmüller. Кроме высокого значения верхней предельной температуры (+240°C), он обладает характеристиками, значимыми для автоматических процессов сборки: низкой гигроскопичностью (класс уровня чувствительности к влажности MSL-1), малым весом и стабильностью размеров (в том числе при высоких температурах).

При использовании на предприятии технологии пайки волной припоя или селективной пайки верхняя предельная температура изолятора уже не имеет решающего значения. Здесь следует обратить внимание на конструктивные особенности, например на длину запаиваемого контакта – при стандартной толщине печатной платы 1,6 мм длина запаиваемого контакта должна быть 3,2...3,5 мм.

СОВМЕСТИМОСТЬ МАТЕРИАЛА ИЗОЛЯТОРА С ПРОМЫВОЧНЫМИ ЖИДКОСТЯМИ

После пайки электронный узел следует очистить от остатков паяльных материалов. Оставшиеся после монтажа, они могут оказать негативное воздействие на печатную плату или компоненты. Очистка также необходима перед нанесением защитных покрытий. Кроме того, загрязняющие вещества могут препятствовать проведению электроконтроля.

Для очистки можно использовать различные методы. Одной из перспективных технологий в настоящее время является ультразвуковая очистка. На российском рынке представлены несколько производителей промывочных жидкостей, и каждый производитель, в свою очередь, предлагает различные типы жидкостей – растворители на спиртовой основе или жидкости на водной основе, например, специально разработанный состав на водной основе, использующий технологию MPC (Micro Phase Cleaning).

Разнообразие жидкостей для промывки, применяемых на российском рынке, достаточно велико. ООО «Вайдмюллер» совместно с технологиче-

скими партнёрами планирует провести тестирование совместимости материалов изолятора своих разъёмов и промывочных жидкостей разных производителей. В настоящее время представляется целесообразным проводить предварительное тестирование на совместимость.

Чтобы технолог смог оценить влияние технологического процесса, принятого на предприятии, на компонент, выбранный разработчиком, и убедиться, что промывочная жидкость не вызывает изменения размеров или цвета, а также деформации корпуса разъёма или смывания маркировки, требуется в кратчайшие сроки получить испытываемые образцы. Для этого предлагается воспользоваться сервисом доставки образцов за 72 часа.

СЕРВИС ДОСТАВКИ ОБРАЗЦОВ «72 ЧАСА»

В рамках сервиса доставки образцов за 72 часа можно бесплатно получить образцы клемм или разъёмов для печатных плат и провести необходимые исследования на предмет совместимости. В результате чего дать своё заключение о возможности использования их в существующем технологическом процессе.

При заказе образцов существует ограничение по количеству позиций (до 5 артикулов) и количеству изделий в каждой позиции (до 5 шт.). Следует иметь в виду, что для заказа в качестве образцов доступен не весь ассортимент продукции, а только его часть – изделия, для которых в онлайн-каталоге указано «Sample Product Order».

С правилами и рекомендациями использования сервиса можно ознакомиться на сайте www.weidmueller.ru.



Разработка отечественного керамического материала для изготовления изделий по технологии LTCC

Юрий Непочатов, Светлана Кумачёва,
Юлия Швецова (г. Новосибирск), Александр Дитц (г. Томск)

Статья посвящена актуальной проблеме получения отечественной низкотемпературной керамики для изготовления изделий по технологии LTCC. В ней описано поэтапное решение поставленной задачи, включая исследование керамики зарубежных производителей для определения компонентов с последующим воспроизведением данного состава и отработку технологии изготовления изделий (многослойных подложек и корпусов) на покупных материалах с получением технических характеристик, соответствующих зарубежным аналогам.

ВВЕДЕНИЕ

Основными компонентами для производства многослойных печатных плат традиционно являлись органические материалы с низкими значениями относительной диэлектрической проницаемости (FR-4, $\epsilon_r = 3,5 \dots 4,5$) и керамика с высокими значениями диэлектрической проницаемости ($\epsilon_r = 10 \dots 12$). Увеличение рабочих частот электронных приборов потребовало создания нового материала, который, с одной стороны, позволял бы легко создавать многослойные печатные платы, а на высоких частотах имел бы характеристики, схожие с керамикой.

Новый материал получил название «низкотемпературная совместно обжигаемая керамика» (Low Temperature Cofired Ceramic, LTCC). Он используется для производства ВЧ- и СВЧ-микросхем низкой и средней степени интеграции и других приборов. Основными потребителями изделий на основе LTCC являются производители электронной аппаратуры, выпускающие как изделия массового потребления, так и двойного назначения. Этот материал находит широкое применение благодаря уникальному сочетанию свойств по сравнению с традиционными, высокотемпературными материалами. Основные достоинства технологии LTCC:

- более экономичное производство по сравнению с высокотемпературной технологией;
- возможность проектирования и производства трёхмерных контуров;
- возможность формирования ленты или подложки любой формы;
- хорошая теплопроводность по сравнению с печатными платами;

- неограниченное число рабочих слоёв;
- возможность размещения пассивных компонентов внутри подложки, что уменьшает размер контуров более чем на 50% по сравнению с печатными платами;
- температура обжига не более 1000°C, что позволяет применять материалы с малым удельным сопротивлением, такие как золото и серебро, вместо молибдена и вольфрама, используемых в высокотемпературной технологии;
- каждый слой inspectируется до сборки модуля и, при необходимости, может быть заменён, что повышает процент выхода годных изделий;
- обеспечение герметизации слоёв;
- возможность автоматизации многих процессов при серийном производстве;
- сокращение производственных циклов по сравнению с обычными толстоплёночными технологиями.

Постановка задачи

По оценке компании ЗАО «Предприятие ОСТЕК», опубликованной в отраслевом информационном бюллетене «Степень Интеграции», количество предприятий, проявляющих интерес к материалам из LTCC, с 2009 года возросло в 2 раза. В ближайшее время актуальность использования LTCC, как для спецтехники, так и для широкого гражданского применения, будет только возрастать.

На сегодняшний день в России нет ни одного производителя, располагающего полным циклом производства низкотемпературной керамики. Большинство компаний покупают готовые изделия за границей, остальные при-

обретают у зарубежных производителей полуфабрикаты (сырые керамические ленты). Это, в основном, материалы фирмы Du Pont (США) (керамика «Green Tape 951», комплект проводниковых паст) и Ferro (США). Сложившаяся ситуация ведёт к повышению стоимости изделий и аппаратуры, а значит к снижению конкурентных преимуществ и зависимости производителей от импортных поставок.

Освоение в России технологии LTCC осложняется рядом обстоятельств. Во-первых, сдерживание применения таких материалов происходит из-за отсутствия современного высокопроизводительного и высокоточного оборудования. Во-вторых, на сегодняшний день недостаточно изучены процессы изготовления композиционного материала. Существует проблема совместимости стеклосвязки и керамической составляющей, связанной с возможными различными коэффициентами термического расширения (КТР). (Материалы считаются совместимыми, если значения их КТР отличаются не более чем на 7%.) При этом состав стеклосвязки должен обеспечить спекание композиционного материала при температурах около 900°C. Кроме того, необходимо обеспечить низкие значения диэлектрических параметров, а фундаментальные исследования в этой области в России давно не ведутся.

И, наконец, препятствием для широкого использования LTCC-материалов является привязанность к зарубежным производителям, поскольку их керамические материалы спроектированы только под определённые металлизационные пасты того же производителя, а стоимость паст составляет большую часть стоимости изделия.

Если вопрос с оборудованием за последние годы начинает решаться (всё большее количество заводов проводят модернизацию своего парка), то вопрос покупки и передачи технологий остаётся открытым. Это связано с тем, что многие изделия, получаемые из LTCC, применяются в издели-

ях ВПК зарубежных стран (из таких композиционных материалов, например, производят планарные антенны для систем наведения ракет), поэтому продажа технологий за пределы этих стран запрещена.

Учитывая вышеизложенное, задача создания отечественного материала для изготовления изделий из низкотемпературной совместно обжигаемой керамики является чрезвычайно актуальной.

РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ LTCC

ООО «Керамик Инжиниринг» с 2009 года занимается разработкой технологий в области технической керамики. Обладая необходимыми знаниями, кадрами, оборудованием и опытом проведения работ по данной тематике, компания с 2012 года ведёт работы по получению низкотемпературных композиционных материалов на основе Al_2O_3 и стеклосвязки (LTCC) и изделий из них.

Специалистами компании было проведено исследование состава покупного материала с целью разработки состава и технологии получения низкотемпературных композиционных материалов на основе Al_2O_3 и стеклосвязки (LTCC) с последующим изготовлением из полученного материала светодиодного корпуса с металлизацией.

Появление на внутреннем рынке материалов LTCC позволило бы российским компаниям заместить импортные аналоги, расширить область применения LTCC и повысить качественные параметры и конкурентоспособность своих изделий (приборов) при одновременном снижении себестоимости.

ИССЛЕДОВАНИЕ СОСТАВА КЕРАМИКИ

Согласно патентным данным [1–3] для формирования шликера используется порядка 5% полимерной связки от веса твёрдых компонентов шликера, включающих стёкла и керамический наполнитель. Обычно рекомендуется использовать не более 30% полимерного связующего материала и добавок и минимум 70% неорганического керамического сырья.

В качестве полимерной связки для сырой керамической ленты предложены разные полимерные материалы, такие как поливинилацетат, поливинилбутираль, поливиниловый спирт, целлюлозные полимеры – этилцеллюлоза, метилцеллюлоза, гидроксипропилцеллюлоза, атактический полипропи-

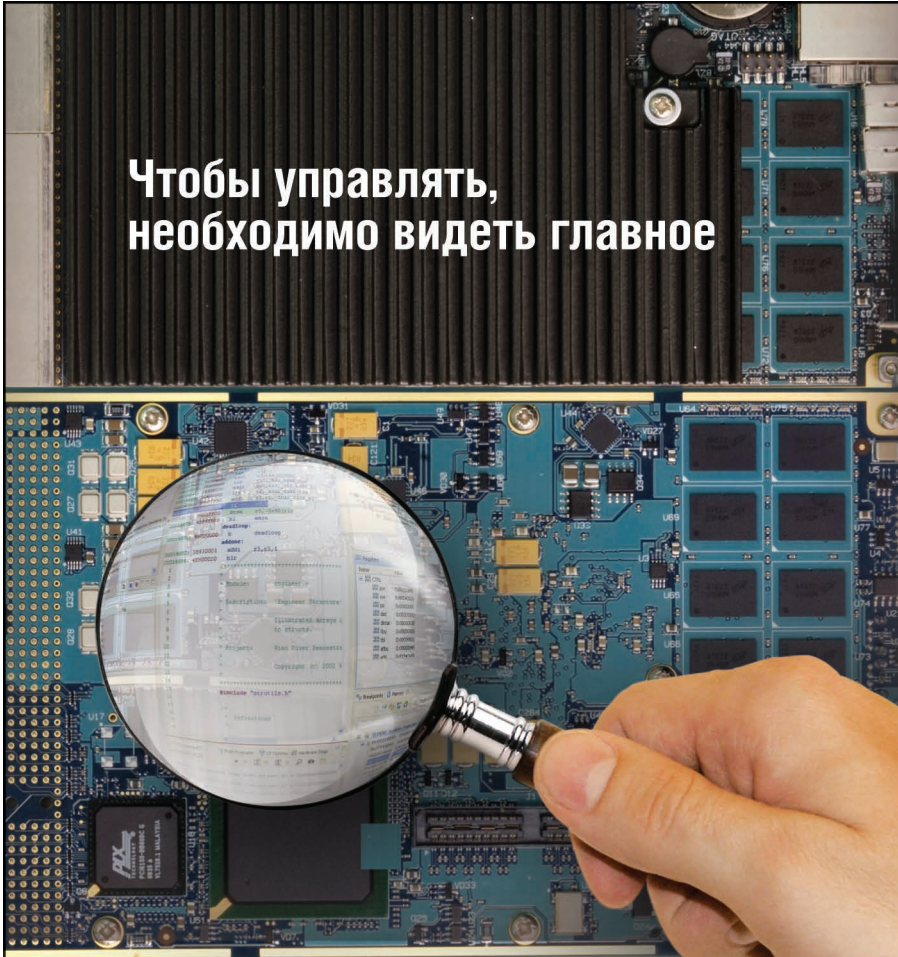
лен, полиэтилен, силиконовые и акриловые полимеры и др.

Обычно в полимерную связку включают пластификатор, который подбирают в зависимости от используемого полимера. Наиболее часто применяются следующие пластификаторы: диэтилфталат, дибутилфталат, диоктилфталат, бутилбензилфталат, алкилфосфаты, полиалкиленгликоли и др.

Растворитель подбирается таким образом, чтобы достигнуть полного растворения полимера. Кроме того,

растворитель должен быть достаточно летуч и обладать температурой кипения ниже температуры деструкции всех компонентов органической среды. Наиболее часто используются растворители, имеющие точку кипения ниже $150^\circ C$. В эту группу растворителей входят ацетон, ксилол, изопропанол, метанол, этанол, этилацетат, толуол, метилхлорид, метилэтилкетон и др., при этом использование хлорсодержащих растворителей нежелательно по экологическим соображениям.

Чтобы управлять, необходимо видеть главное







WIND RIVER

Комплекс внутрисхемной отладки Wind River OCD

- Мощное JTAG-решение для полного цикла разработки устройств
- Исчерпывающая информация об устройстве вне зависимости от его состояния и работоспособности ОС
- Поддерживает многопоточность и многоядерные процессоры
- Интегрированная среда на базе Eclipse
- Совместим с OC VxWorks, Wind River Linux и ThreadX

ОФИЦИАЛЬНЫЙ ДИСТРИБЬЮТОР ПРОДУКЦИИ WIND RIVER



Тел.: (495) 234-0636 • Факс: (495) 234-0640

E-mail: info@prosoft.ru • Web: www.prosoft.ru

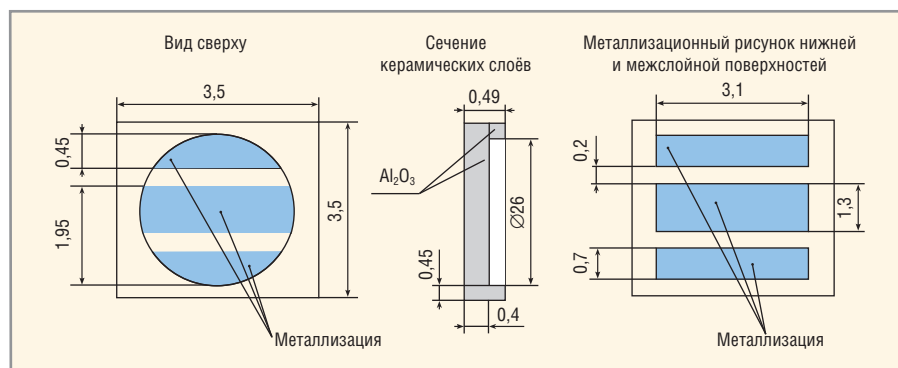


Рис. 1. Типопредставитель многослойного светодиодного корпуса Al_2O_3 с серебряной металлизацией

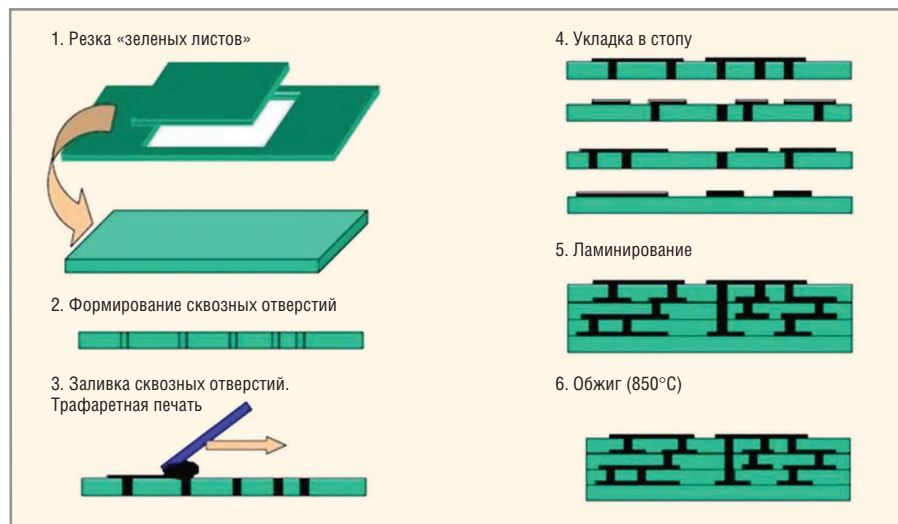


Рис. 2. Последовательность технологических операций при изготовлении корпуса светодиода

Данные о других функциональных добавках в патентах, как правило, не приводятся, поскольку это является конфиденциальной информацией производителя. Поэтому задачей исследования являлся комплексный анализ состава образца LTCC-керамики с целью идентификации и количественного определения компонентов, входящих в состав органической связки.

Исследования полимерного композиционного материала были выполнены как с применением прямых методов анализа ингредиентов, так и анализа с предварительным отделением

добавок и наполнителей от полимерной части композита. Идентификация выделенных компонентов проведена с комплексным использованием современных физических методов исследования: ИК-Фурье и ЯМР (^1H и ^{13}C) спектроскопии, хромато-масс-спектрометрии, термогравиметрического (ТГ) анализа и электронной микроскопии с рентгено-спектральным элементным анализом.

В результате исследования образца керамики LTCC установлено, что плёнка представляет собой смесь неорганического наполнителя сложного состава, включающего соединения алю-

миния, кремния, бария и кальция, и органической связки, в состав которой входят полимер – поливинилбутираль и фталатный пластификатор – ди-(2-этилгексил) эфир фталевой кислоты, часто именуемый как ДОФ (диоктилфталат).

Изготовление светодиодного керамического корпуса

На базе линии по производству керамических корпусов ЗАО «НЭВЗ-Керамикс» из полученных составов был изготовлен типопредставитель многослойного светодиодного корпуса Al_2O_3 с серебряной металлизацией (см. рис. 1). Конструкция корпуса представляет собой несколько слоёв керамики с нанесёнными полями металлизации. Верхний слой имеет отверстие диаметром 3 мм. Для металлизации использовалась коммерчески распространяемая серебряная паста. Последовательность технологических операций изготовления светодиодного корпуса представлена на рисунке 2. Основные технические характеристики полученных многослойных керамических подложек приведены в таблице.

Выводы

В результате проведённой работы:

- 1) исследованы образцы сырых («зелёных») керамических лент зарубежных производителей и определены основные компоненты, входящие в их состав;
- 2) изготовлены многослойная керамическая подложка и корпус для светодиодов;
- 3) измерены размеры элементов токопроводящих рисунков и габаритные размеры светодиодного корпуса, а также его основные технические характеристики.

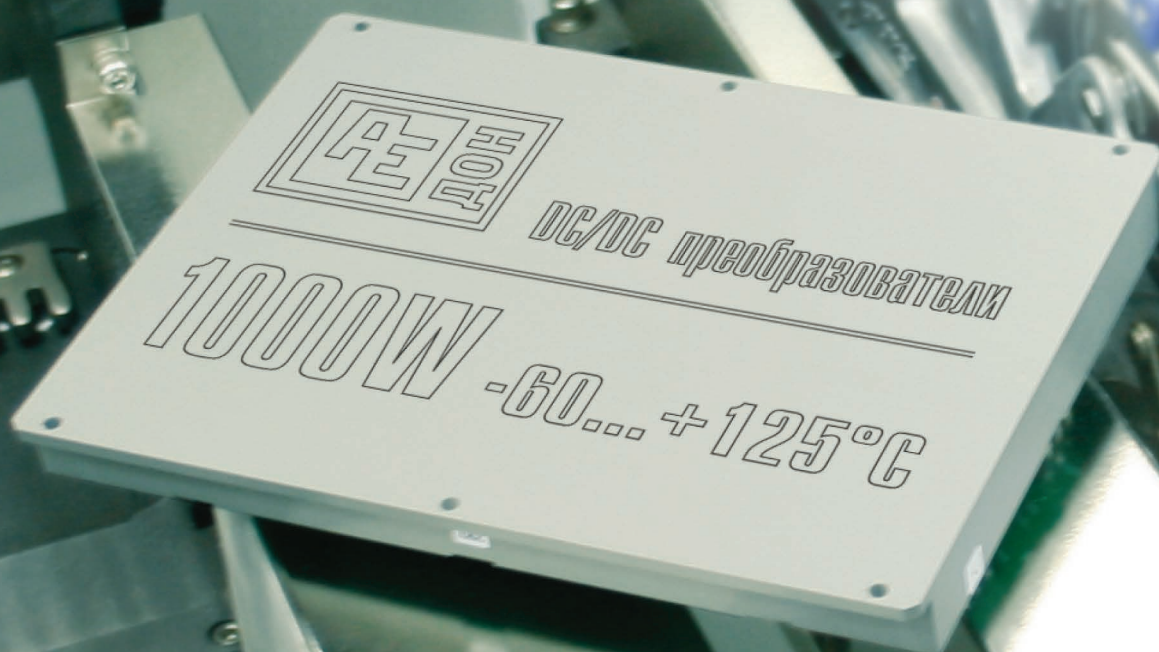
Результаты, полученные в ходе выполнения исследований и разработки технологических процессов изготовления изделий по технологии LTCC, позволили определить направления работ по созданию отечественных составов керамических лент.

ЛИТЕРАТУРА

1. Castable ceramic compositions. Patent US 4536535, 1985
2. Borate glass based ceramic tape. Patent US 6147019, 2000
3. Thick film paste via fill composition for use in LTCC applications. Patent US 7722732, 2010

Основные технические характеристики полученных многослойных керамических подложек

Параметр	Значение
Предел прочности на изгиб, МПа	250
Коэффициент температурного расширения, $\times 10^{-6}/\text{K}$	5,5
Теплопроводность, Вт/м $\times$ К	3
Сопротивление изоляции, Ом $\times$ см	$>10^{13}$
Значение диэлектрической проницаемости на частоте 1 МГц (при нормальных условиях)	7
Потери в диэлектрике на частоте 1 МГц	$<0,003$
Плотность, г/см 3	2,8
Шероховатость поверхности, мкм	$<0,4$
Выдерживаемое напряжение, кВ/мм	>15
Толщина слоя, мкм	40...125
Плоскостность подложки, мм/15 мм	$<0,03$



НОВЫЕ ВЫСОКОНАДЕЖНЫЕ КОМПАКТНЫЕ DC/DC ПРЕОБРАЗОВАТЕЛИ СЕРИИ МДМ-В КАТЕГОРИИ КАЧЕСТВА ВП

- ~ Высокий выходной ток до 80 А
(для мощностей 100, 200, 500 и 1000 Вт)~
- ~ Входное напряжение 9...18 В, 17...36 В, 36...75 В ~
- ~ Рабочий температурный диапазон -60°C...+125°C ~
- ~ Гарантия 20 лет ~

15-17 апреля ждем Вас на выставке «ЭкспоЭлектроника», стенд №3Е02

«АЕДОН» («АЛЕКСАНДЕР ЭЛЕКТРИК Дон»)

Россия, г.Воронеж, ул. Дружинников, 1

Тел./факс: +7 800 450-11-39, +7 473 251-95-18

aedon.ru, mail@aedon.ru



Основы импульсного режима тестирования новых типов энергонезависимой памяти

Питер Дж. Халберт, **Keithley Instruments, Inc.**

Материал предоставлен ООО «Универсал Прибор»

В статье описываются основные принципы измерения параметров различных видов энергонезависимой памяти и некоторые требования к измерительным приборам, предназначенным для проведения таких измерений. Показано, что использование специализированных измерительных систем позволяет с меньшими затратами производить тестирование, получая при этом результаты, более пригодные для сравнения характеристик различных типов памяти.

Флэш-память на транзисторах с плавающим затвором впервые получила широкое распространение в 1990-х гг. и до недавнего времени вполне отвечала требованиям, предъявляемым к энергонезависимой памяти в таких устройствах, как цифровые камеры, MP3-плееры и смартфоны. Тем не менее, определённые ограничения, связанные с её скоростью, износом, потребляемой мощностью и объёмом, заставляли исследователей обращаться к новым технологиям энергонезависимой памяти, таким как: память с фазовым переходом (PCM/PRAM); флэш-память с ловушками заряда (CTF/SONOS); резистивная память (ReRAM); сегнетоэлектрическая память (FeRAM); магниторезистивная память (MRAM) и т.д. (см. рис. 1). Международный комитет по определению направлений развития полупроводниковой промышленности (ITRS) в 2010 г. рекомендовал уделить особое внимание исследованиям и разработкам ещё двух технологий: памяти с передачей спинового

момента (STT-MRAM) и окислительно-восстановительной памяти (RRAM) [1].

Каждый исследуемый в настоящее время тип памяти отличается уникальными свойствами и характеристиками. К счастью, при общей оценке ячеек энергонезависимой памяти, созданных по различным технологиям, используются одни и те же параметры и методы их измерения. Подобная унификация позволяет исследователям измерять характеристики устройств памяти, изготовленных по новейшим технологиям, с помощью уже существующего контрольно-измерительного оборудования. Независимо от типа исследуемой памяти основная методика измерения заключается в подаче импульсного сигнала на ячейку с одновременным измерением напряжения и тока (то есть в получении импульсной вольт-амперной характеристики). Правильное понимание смысла параметров энергонезависимой памяти и методов её тестирования гарантирует простую и быструю оценку даже в самых сложных случаях.

Эволюция методов тестирования энергонезависимой памяти

Измерение электрических характеристик флэш-памяти с плавающим затвором традиционно выполнялось с помощью измерительных приборов постоянного тока, таких как источники-измерители (SMU), после того как импульсные генераторы записывали и/или стирали содержимое ячейки памяти. Для этого требовался коммутатор, попеременно подающий на тестируемое устройство постоянное напряжение или импульсный сигнал. Иногда для контроля характеристик импульсов, подаваемых на тестируемое устройство (длительность и амплитуда импульса, наличие выбросов, время нарастания/спада), использовались осциллографы. Очень важно измерение параметров импульса, поскольку они сильно влияют на состояние ячейки флэш-памяти. Тем не менее, даже в научных исследованиях осциллографы применялись сравнительно редко, поскольку осциллографическая схема измерений плохо подходит для точного измерения параметров импульсов и постоянного напряжения. Даже в тех случаях, когда осциллографы всё-таки использовались, при подаче импульса можно было измерить только напряжение из-за сложности измерений переходного тока.

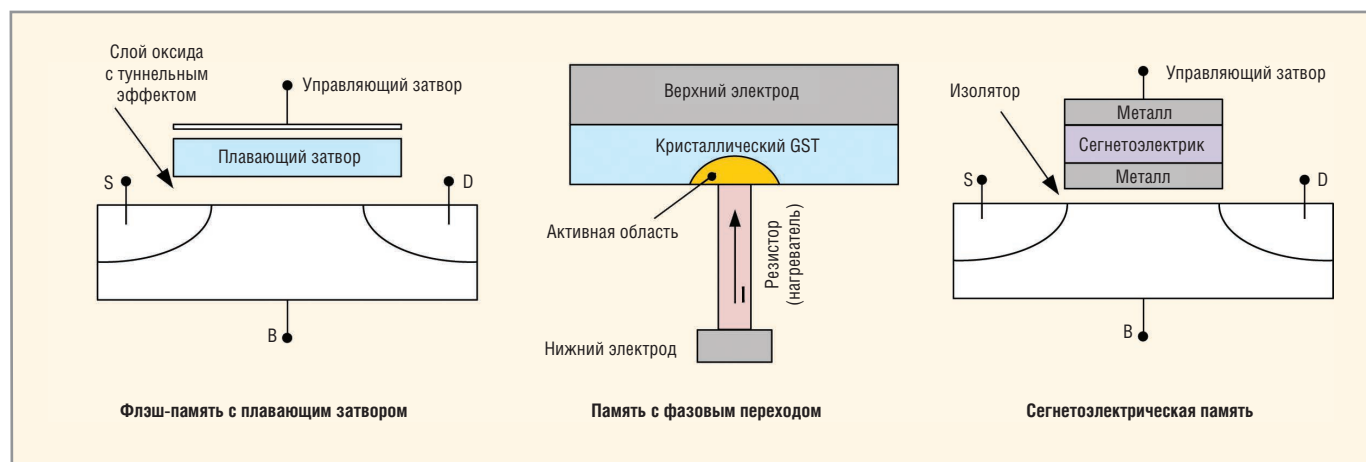


Рис. 1. Некоторые типы энергонезависимой памяти

Исследователи искали интегрированный подход, позволяющий при подаче импульса на запоминающее устройство или исследуемый материал одновременно измерять и ток, и напряжение. Такая возможность существовала и раньше, но при этом требовалось применение нескольких приборов и программы, координирующей их работу. При этом всегда приходилось искать компромисс между стоимостью, производительностью и сложностью измерительной установки. Обычно такие специализированные системы создавались и обслуживались собственными специалистами, обладающими большим опытом, высокой квалификацией и временем для объединения различных приборов в работоспособную измерительную схему. Как правило, такие «доморощенные» системы были рассчитаны на решение только одной задачи, отличались ограниченными возможностями, сложностью в управлении и длительным временем обработки результатов измерения [2]. Для измерения тока обычно использовались образцовая нагрузка или резистивный датчик с осциллографом или АЦП. Этот метод хорошо проверен, но влияние нагрузки на напряжение, подаваемое на устройство, отрицательно сказывалось на точности измерений. Кроме того, сопоставить результаты, полученные на разных системах, и обеспечить отслеживаемую калибровку на системном уровне было практически невозможно.

К счастью, некоторые новые измерительные приборы обладают способностью генерировать импульсные сигналы с точно заданными параметрами и одновременно измерять ток и напряжение. Например, параметрический анализатор Keithley 4200-SCS, в сочетании с высокоскоростным модулем измерения вольт-амперных характеристик 4225-PMU, упрощает оценку электрических характеристик разрабатываемых устройств энергонезависимой памяти за счёт одновременного измерения тока и напряжения при подаче точно контролируемых импульсов (см. рис. 2).

Такие инструменты предоставляют в распоряжение исследователей большой объём данных, позволяя с меньшими затратами времени лучше понять поведение материалов или запоминающих устройств. Формирование импульсов при одновременном измерении тока и напряжения с высокой часто-

той выборки позволяет глубже проанализировать электрические и физические явления, определяющие поведение ячеек памяти. Допустимость же исследовать не только характеристики по постоянному току, но и переходные процессы даёт возможность получить фундаментальные сведения о свойствах материала и реакции устройства на различные сигналы.

Измерение электрических характеристик крайне важно для лучшего понимания физических аспектов используемой технологии. Для изучения поведения ячеек памяти любого типа в процессе переключения необходима подача импульсных сигналов, которая с одновременными измерениями параметров позволяет тщательно изучить динамические процессы при смене логического состояния ячейки. Для имитации условий работы конечного изделия процедуры записи информации должны выполняться в импульсном режиме со скоростью, соответствующей номинальному режиму работы памяти. При задании режимов измерения следует учитывать, что для описания схожих операций или методов в различных типах памяти могут использоваться несовпадающие термины. Например, для описания базовой операции записи единицы и нуля могут использоваться термины: «программирование/стирание», «установка/сброс» или «запись/стирание».

ОБЩИЕ ТРЕБОВАНИЯ К ТЕСТИРОВАНИЮ ЭНЕРГОНЕЗАВИСИМОЙ ПАМЯТИ

Существуют общие требования к оборудованию для тестирования энергонезависимой памяти, не зависящие от её типа.

1. При тестировании памяти новых типов – с фазовым переходом или сегнетоэлектрической – необходимо одновременно и с высокой скоростью измерять ток и напряжение в динамическом режиме. Это вызвано тем, что запоминание информации в них основано на динамическом изменении сопротивления материала. Возможность таких измерений обеспечивается новыми типами измерительных приборов, обеспечивающих одновременное измерение тока и напряжения в процессе подачи программирующего импульса.

2. Необходимо формирование импульсов с заданной амплитудой, требуемой для записи и стирания содержимо-



Рис. 2. Параметрический анализатор Keithley 4200-SCS с высокоскоростным модулем измерения вольт-амперных характеристик 4225-PMU

го ячейки памяти. Для записи в ячейку памяти с плавающим затвором (традиционная флэш-память) может потребоваться импульс амплитудой 15...20 В и даже более. Вновь разрабатываемые типы памяти должны использовать напряжение 3...5 В, поскольку одной из главных задач при совершенствовании энергонезависимой памяти является уменьшение уровня подаваемых на неё импульсов. Однако для опытных образцов, предшествующих пространственному масштабированию или оптимизации материала для серийного производства, может потребоваться подача импульсов с амплитудой 6...8 В. Кроме того, для некоторых типов памяти могут потребоваться двуполярные импульсы указанных выше уровней, хотя большинство современных измерительных приборов для импульсных измерений ВАР не рассчитаны на формирование двуполярных импульсов большой амплитуды.

3. Очень важно обеспечение точности поддержания заданной формы импульсов, поскольку поведение памяти при изменении состояния носит нелинейный характер. Устройства памяти очень чувствительны к амплитуде импульса напряжения. На форму импульса влияют погрешности задания амплитуды и наличие звона, выбросов и провалов, минимизация которых очень важна. Современные приборы для измерения импульсных ВАР гарантируют уровень выбросов и звона не более 3% от амплитуды импульса. Помимо формирования прямоугольных импульсов с точно заданной амплитудой для тестирования новых видов энергонезависимой памяти зачастую требуются сигналы сложной формы, задаваемой исследователем. Например, для тестирования ReRAM часто требуется подача импульсов с плавно изменяющимся

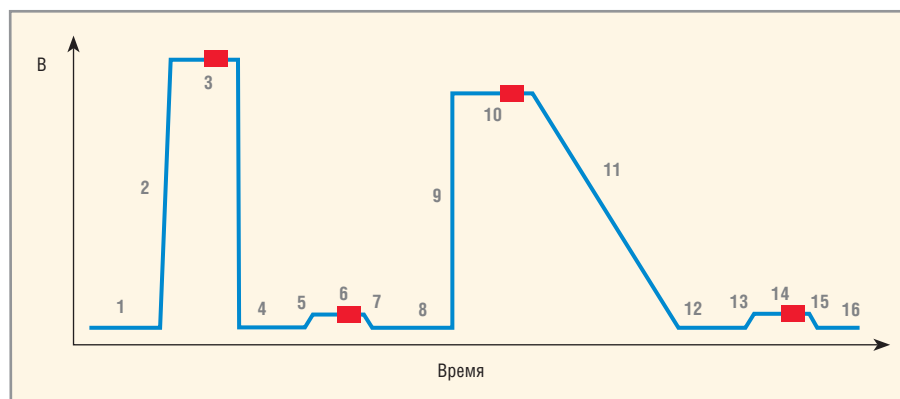


Рис. 3. Сложный импульсный сигнал, состоящий из 16 сегментов линейно меняющегося напряжения

уровнем при одновременном измерении тока. Для тестирования FeRAM необходима последовательность из четырёх импульсов PUND (положительный, вверх, отрицательный, вниз). Для тестирования новых типов энергонезависимой памяти может потребоваться подача сложных импульсных сигналов, состоящих из сегментов произвольной формы, с необходимостью выполнения нескольких измерений в пределах каждого сегмента. На рисунке 3 показан сложный импульсный сигнал, состоящий из 16 сегментов линейно меняющегося напряжения (серые цифры). Измерения выполняются в четырёх точках (красные прямоугольники). Новые генераторы импульсов позволяют создавать многосегментные сигналы, состоящие из нескольких импульсов, а также производить мгновенные измерения тока и напряжения.

ВРЕМЕННЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ

Временные характеристики импульса, подаваемого измерительным прибором, — время нарастания и спада, длительность — по-прежнему играют очень важную роль, особенно в свете общей тенденции повышения частоты импульсов и сокращения их длительности со 100 нс до 10 нс.

По мере того как размеры ячеек энергонезависимой памяти становятся всё меньше, возникает потребность в измерении меньших токов при подаче импульсного напряжения, для чего необходим быстродействующий усилитель. Для минимизации паразитного влияния ёмкости соединительного кабеля и точного регулирования энергии импульса приходится использовать выносной импульсный усилитель, устанавливаемый в непосредственной близости от тестируе-

мого устройства, особенно при измерении памяти с фазовым переходом (PCM) и ReRAM.

Ограничение или регулирование тока очень важно при тестировании таких типов энергонезависимой памяти, как ReRAM и PRAM. Проще всего оно реализуется в измерительных приборах постоянного тока и значительно сложнее (и реже) — в импульсных устройствах, требуя при этом дополнительных схем управления. При этом зачастую ограничители тока в измерительных приборах постоянного тока не обеспечивают достаточной скорости регулирования, соответствующей требованиям, предъявляемым конкретным типом памяти. Для регулирования импульсного тока желательно установить устройство управления как можно ближе к тестируемому устройству с целью предотвращения влияния паразитной ёмкости соединительного кабеля.

Огромную роль играет способность системы быстро переключаться между режимом измерения на постоянном токе и импульсным режимом. Переключение источника-измерителя в режим постоянного тока позволяет измерять соответствующие параметры запоминающего устройства, что важно для флэш-памяти и памяти других типов. Кроме переключения из импульсного режима в режим постоянного тока, для тестирования флэш-памяти желательна возможность переключения одного или нескольких каналов в высокоимпедансное состояние, которое используется на этапе стирания в ходе цикла записи/стирания памяти при испытаниях на износ. Это значит, что переключение должно выполняться достаточно быстро, чтобы попадать в промежуток между импульсами записи и стирания

и обеспечивать очень большое число циклов записи/стирания за короткий интервал времени. Подобным переключением должен управлять непосредственно импульсный генератор, а схема, выполняющая это переключение, должна находиться внутри импульсного прибора. Обычно это переключение выполняется полупроводниковым реле в каждом канале генерации и измерения параметров импульсов.

Синхронизация каналов необходима для тестирования устройств энергонезависимой памяти, требующих нескольких каналов подачи и измерения импульсов. Традиционные импульсные приборы было трудно синхронизировать, но современная аппаратура для измерения импульсных ВАХ поддерживает подачу синхросигналов на внешние устройства или автоматическую синхронизацию с внешними устройствами по получаемым от них синхросигналам.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Разработка новых материалов и типов устройств энергонезависимой памяти требует измерения электрических характеристик, которые раньше или вообще не выполнялись, или выполнялись с помощью контрольно-измерительных систем собственной разработки, обладавших ограниченными возможностями. Сегодня появились новые измерительные приборы, которые подают импульсы и одновременно выполняют измерения. Они позволяют исследовать поведение энергонезависимой памяти в момент изменения логического состояния ячейки, что имеет ключевое значение для понимания её характеристик.

ЛИТЕРАТУРА

1. Хатчбай Дж. и Гарнер М. Семинар и совещание рабочей группы ERD/ERM, посвящённые оценке потенциала и готовности некоторых новых технологий памяти (6–7 апреля 2010 г.). Международный комитет по определению основных тенденций развития полупроводниковой промышленности. 23 июля 2010 г. http://www.itrs.net/links/2010itrs/2010Update/ToPost/ERD_ERM_2010FINALReportMemoryAssessment_ITRS.pdf.
2. Стауфер Л. Эволюция методов сверхбыстрого измерения вольт-амперных характеристик. Keithley Instruments, Inc. Официальный документ. 2011. <http://www.keithley.com/data?asset=55772>.



Лидер в области разработки и производства высоковольтных реле и контакторов



Реклама



Вакуумные реле



Газонаполненные реле



Герконовые реле



Контакторы

Новости мира News of the World Новости мира

Миниатюрные плазменные транзисторы, способные работать в активной зоне ядерного реактора

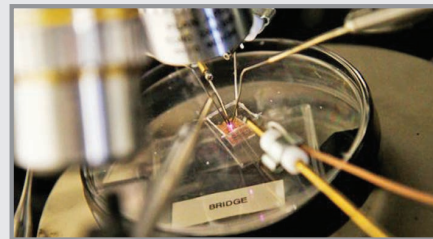
Структура обычных кремниевых транзисторов способна выдержать нагрев до $+350^{\circ}\text{C}$. При более высокой температуре структура транзисторов уже претерпевает необратимые изменения. Поэтому для работы в условиях высокой температуры используются транзисторы из других полупроводниковых материалов, например карбида кремния, который выдерживает нагрев до $+550^{\circ}\text{C}$.

Но существует ещё плазменные транзисторы, первые образцы были разработаны около пяти лет назад. Они работают при температурах, сопоставимых с температурой в активной зоне ядерных реакторов. При этом на их работу практически не влияет радиоактивное ионизирующее излучение. Недавно группа исследователей из университета Юты представила миниатюрные плазменные транзисторы, размеры которых в 500 раз меньше созданных ранее.

Логические схемы, созданные на базе плазменных транзисторов и способные

сохранять работоспособность при чрезвычайно высоких температурах, могут стать основой электроники и компьютеров, которые будут управлять роботами, выполняющими работу в непосредственной близости от активных зон ядерных реакторов. Такая электроника будет особенно востребована в случае ядерных ударов и других чрезвычайных ситуаций, пожаров и техногенных катастроф.

В обычных транзисторах, имеющих три электрода, напряжение, приложенное к управляющему электроду (затвору) управляет электрическим током, протекающим через полупроводниковый канал от стока к истоку. Напряжение, потенциал которого выше определённого порога, переключает транзистор в активное (открытое) состояние. Канал плазменного транзистора состоит из частично ионизированного газа – плазмы. Эмитент электронов, как правило кремний, вводит и насыщает плазму свободными электронами, когда на электрод эмитента подано напряжение соответствующей полярности и транзистор открывается. Существующие плазменные транзисторы, которые используются в некоторых источниках све-



та и медицинском оборудовании, имеют размер около 500 мкм и работают при разности потенциалов в 300 В (при этом требуются высоковольтные источники напряжения).

Созданные исследователями из Юты транзисторы имеют размер порядка 5 микрон и работают при напряжении в 50 В. Они изготовлены на стеклянной подложке, на поверхность которой напылён слой из специального металлического сплава, покрытого тонким слоем кремния. Кремниевое покрытие неоднородно, на нём искусственно созданы впадины и пустые места, заполняющиеся плазмой, формирующей канал плазменного транзистора. В качестве тела плазмы используется газообразный гелий, которым заполнено внутреннее пространство конструкции транзистора.



ОАО “МОРИОН”

стабильная работа на рынке стабильных частот

Разработка и серийное производство приборов кварцевой стабилизации и селекции частоты:

-  **кварцевых генераторов:** прецизионных термостатированных, высокочастотных малошумящих, термокомпенсированных, управляемых напряжением и тактовых;
-  **фильтров:** монолитных и дискретных;
-  **резонаторов** в диапазоне частот от 4 кГц до 150 МГц в различных корпусах.

ОАО “Морион” предлагает Вам:

-  высокое качество и надежность продукции;
-  конкурентоспособные цены;
-  приборы, конкурентоспособные на мировом рынке, в т.ч. - США, Германии, Ю. Кореи и др.;
-  широкая номенклатура стандартных приборов для различных применений;
-  возможность изготовления по Вашей заказной спецификации;
-  все виды приемок;
-  любые объемы заказов.

Ознакомьтесь с продукцией ОАО “Морион” вы сможете
на 17-ой Международной выставке
электронных компонентов и комплектующих
“ЭкспоЭлектроника”,
которая пройдет с 15 по 17 апреля 2014 года
в МВЦ “Крокус Экспо” в Москве,
павильон 1, зал 3, стенд 3Е14.

199155, Россия, Санкт-Петербург, пр. КИМа, 13а
 Тел.: +7 812 350 7572, +7 812 350 9243
 Факс: +7 812 332 5025, +7 812 350 1559
 e-mail: sale@morion.com.ru, marketing@morion.com.ru
<http://www.morion.com.ru>

Новости мира News of the World Новости мира

В настоящее время исследователи работают над соединением плазменных транзисторов в схему логических элементов, работа которой будет проверена в активной зоне экспериментального ядерного реактора университета Юты.

Кроме того, плазменные транзисторы можно использовать в роли микроскопического источника рентгеновского излучения, матрицы из которых позволят избежать необходимости использования громоздких и дорогостоящих устройств, преломляющих и фокусирующих лучи рентгеновского излучения.

www.dailytechinfo.org
со ссылкой на spectrum.ieee.org

Пластиковая электроника от Rainbow Technology Systems

Для производства изогнутых телевизионных экранов, сенсорных и гибких смартфонов необходима гибкая электроника. Компания Rainbow Technology Systems разработала решение для производства пластиковой электроники.

Уникальный техпроцесс позволяет получать точные и более прямолинейные токопроводящие дорожки шириной менее 20 мкм путём печати их на пустой пластиковой подложке.

В отличие от традиционного субтрактивного метода, когда лишняя медь удаляется с подложки, при аддитивном методе при помощи специальных химикатов на подложке создаётся первоначальный слой, на котором затем посредством электролиза наращивается основной слой меди. Однако при этом медь наращивается не только вверх, но и в стороны, что приводит к тому, что к подложке медь крепится только там, где был напечатан первоначальный слой. Это ведёт к ухудшению сцепления между медными дорожками и подложкой. Технологический процесс компании Rainbow включает формирование «подпорных стенок» при помощи слоя фоторезиста. Благодаря этому наращиваемая медь получается с прямыми стенками, что позволяет получить более высокие (от 30 до 40 мкм) и более гладкие дорожки.

Представленный техпроцесс компании Rainbow позволяет создавать многослойные платы с исключением операции сверления переходных отверстий.

Данный процесс также может применяться в рамках субтрактивной технологии для создания проводящей основы сенсорных

экранов. Ширина дорожек может достигать 10 мкм (и они будут невидимы человеческому глазу). Это означает, что сенсорные экраны смогут потенциально обрабатывать больше информации с большей точностью.

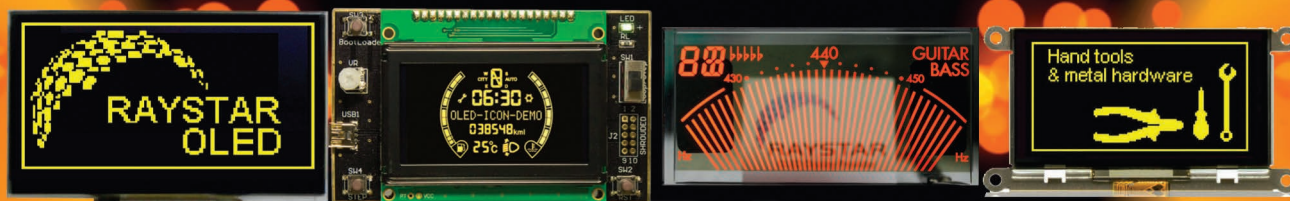
На мероприятии Printed Electronics (Германия) компания Rainbow продемонстрировала настольный модуль Desktop Coater, который позволяет выполнять нанесение, ламинирование и экспонирование фоторезиста. Система была специально разработана для лабораторного исследовательского прототипирования и мелкосерийного производства печатных плат. Модуль позволяет создавать односторонние печатные платы с габаритами до 457,2 × 304,8 мм (18" × 12"), а также двухсторонние печатные платы с применением дополнительного оборудования. Заготовка с медной фольгой зажимается в ложе, наносится жидкий фоторезист, после чего немедленно выполняется автоматическое ламинирование с наложением фотошаблона. После этого заготовка экспонируется при помощи ультрафиолетовой светодиодной лампы.

www.globalsmt.net со ссылкой на www.rainbow-technology.com



Лучшая замена ЖК-панелям

OLED-дисплеи Raystar



Специсполнение по ТЗ заказчика

Прозрачные модели

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

Характеристики

- Яркость экрана до 150 кд/м² обеспечивает считывание изображения при ярком солнечном свете
- 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

ProSoft®

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



Реклама

Томские светодиоды: история, характеристики и перспективы

Андрей Туркин (Москва)

Статья посвящена одному из ведущих российских производителей – Томскому научно-исследовательскому институту полупроводниковых приборов. Это высокотехнологичное предприятие пережило непростые 1990-е годы и, сумев сохранить научную и технологическую школу, развивает новые направления исследований и производства.

Введение

Последнее время постоянно говорят о светодиодах как о новых источниках света. Это связано, в основном, с технологическим прорывом, который позволил светодиодам догнать и перегнать лампы накаливания и люминесцентные лампы по энергоэффективности. Наблюдается бурный рост производства различных светотехнических устройств на основе светодиодов. Разработка и производство таких приборов активно ведутся в разных странах. Не отстают в этом отношении и отечественные предприятия.

Необходимо признать, что подавляющее большинство отечественных производителей светотехники используют в своих изделиях импортные светодиоды. С одной стороны, такое предпочтение понятно – для производства качественной продукции требуются надёжные комплектующие. Тем не менее, до недавнего времени в России практически не было производителей светодиодов, выпускавших продукцию соответствующего качества.

В последние годы ситуация изменилась, и в России появились компании, разрабатывающие и производящие светодиоды на промышленном уровне. В статье пойдёт речь об одном из таких предприятий – Томском научно-исследовательском институте полупроводниковых приборов (НИИПП).

История и традиции полупроводникового производства в Томске

Томский НИИПП был организован в 1964 году как специализированное предприятие электронной промышленности по разработке и серийному выпуску изделий электронной техники на полупроводниковых соединениях типа A_3B_5 . Первым руководителем института был профессор, доктор тех-

нических наук Виктор Алексеевич Преснов. Институт за годы своего существования превратился в одно из ведущих предприятий электронной промышленности России и долгое время являлся основным разработчиком и поставщиком полупроводниковых приборов из арсенида галлия и кремния. Материаловедческие исследования и разработки способов получения эпитаксиальных структур со сложными профилями легирования обеспечили освоение и выпуск различных дискретных приборов и интегральных схем на основе этих материалов.

Постепенно, с возникшими в начале 1990-х экономическими трудностями и развалом СССР, многие предприятия Томской области прекратили своё существование. Однако НИИПП, выстояв во времена перестройки и справившись с периодом стабилизации, в настоящее время находится в состоянии уверенного экономического роста [1, 2].

Бурный расцвет предприятия пришёлся на 1992 год. СССР уже разваливался, а в НИИПП кипела жизнь [1]. Здесь работали 6 тыс. человек: 4,5 тыс. из них на производстве и 1,5 тыс. в научных подразделениях. Проводились более 100 научно-исследовательских и опытно-конструкторских разработок (НИОКР), выпускались комплектующие – миллионы транзисторов и светодиодов для отечественных телевизоров. Около 30% составляли оборонные заказы [1].

В 1994 году оборвались связи с предприятиями бывшего Советского Союза, исчез госзаказ. В результате к 1995 году объёмы производства в НИИПП упали в 150 раз [1]. Буквально за один год коллектив института потерял несколько тысяч человек – люди уходили из-за задержек зарплаты. Руководство НИИПП, находясь в безвыходном положении, пре-

доставило возможность сотрудникам зарабатывать и себе, и предприятию. Возможно, на тот момент это была правильная политика, поскольку предприятие сумело выжить, в отличие от многих других [1, 2].

Однако сотрудники НИИПП не забывали о своём основном направлении и по возможности старались его развивать. В конце 1990-х на предприятии были освоены новые виды высокотехнологичной продукции. Начался выпуск медицинской техники (аппарат «Геска»), а разработанная в НИИПП «кремлёвская таблетка», по сути, стала финансовым спасением, обеспечив почти 80% дохода всего института [1]. Именно в эти годы здесь наладили выпуск приборов для контроля защиты электроустановок, светодиодных ламп для бакенов, занялись изготовлением сигнальной техники. В целом, в период с 1996 по 2000 годы выпуск полупроводниковой продукции вырос в 10 раз, открылись новые лаборатории [1].

В 1998 году в стране произошёл дефолт, и начались новые трудности. Сотрудники НИИПП успешно справились и с ними. С кризисом 2008 года предприятие справилось без больших потерь, – объём производства упал всего на 10% и быстро восстановился, а в последующие годы НИИПП продемонстрировал уверенный рост производства [1]. Начиная с 2004 года, темпы роста составляют не менее 130% в год. Основой развития предприятия являются главные наукоёмкие направления: полупроводниковая СВЧ-электроника и оптоэлектроника [2].

Сегодня НИИПП занимает устойчивое положение на рынке отечественной электроники. У коллектива есть понимание тех задач, которые необходимо решить, есть чёткие векторы развития, а также определённые ресурсы для достижения поставленных целей [2]. Многие сотрудники имеют учёные степени и звания, являются членами аттестационных комиссий и диссертационных советов различных вузов. Научные подразделения НИИПП привлекательны для молодых людей. Студенты проходят в них производствен-

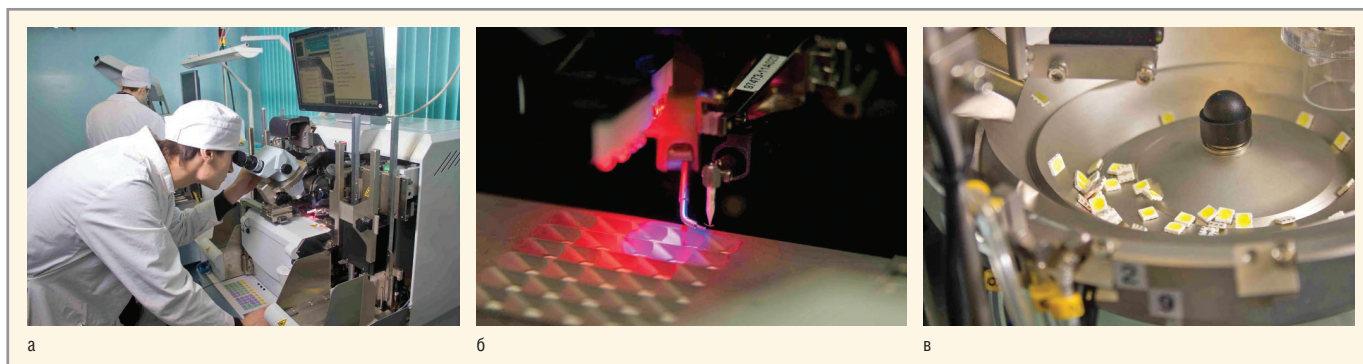


Рис. 1. Оборудование для автоматизированной сборки светодиодов в НИИПП:

а – специалисты управляют процессом сборки светодиодов; б – процесс электрического соединения контактов кристалла в корпусе светодиода; в – этап контроля параметров и сортировки светодиодов

ную практику, и многие после учёбы приходят работать. Таким образом, упоминание НИИ в названии не является данью моде или истории, а показывает, что это – исторически сложившееся, современное и эффективно работающее научно-производственное объединение [2]. Наука и производство практически неотделимы друг от друга, а залогом успеха является их тесное и плодотворное взаимодействие в цикле «исследование – разработка – выпуск изделий» [2].

С определённой долей уверенности можно сказать, что на предприятии достигнуто сбалансированное сочетание желаний и возможностей. Это подтверждается производственно-финансовыми показателями за 2012 год: объём производства увеличился на 50%, прибыль до налогообложения выросла в 3,5 раза, среднемесячная зарплата по предприятию в 2012 году увеличилась на 21% по сравнению с 2011 годом [2]. Такие показатели достигнуты благодаря как позитивным внешним факторам, так

и проведённой реорганизации и оптимизации структуры предприятия в соответствии с приоритетными задачами.

Светодиодное направление в НИИПП

Высокие темпы роста демонстрирует направление светотехнических изделий на основе светодиодов. Уже более 10 лет серийно выпускаются светодиодные лампы для навигационного ограждения водных путей и заградительных огней воздушного транспорта. Нала-

НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ ПОЛУПРОВОДНИКОВЫХ ПРИБОРОВ (г. ТОМСК)

Белые светодиоды TOMSLED
компании НИИПП – российские светодиоды мирового уровня

Серия TmL-350

- средняя мощность ~1 Вт
- средний световой поток ~100 лм
- высокая надежность
- стабильность цветовых характеристик

Серия TmL-60

- средняя мощность ~0,2 Вт
- высокая световая отдача ≥ 100 лм/Вт
- высокая надежность
- стабильность цветовых характеристик

POWERED BY PROSOFT

Активный компонент вашего бизнеса

ТЕЛ.: (495) 232-2522 / ФАКС: (495) 234-0640 / INFO@PROCHIP.RU / WWW.PROCHIP.RU

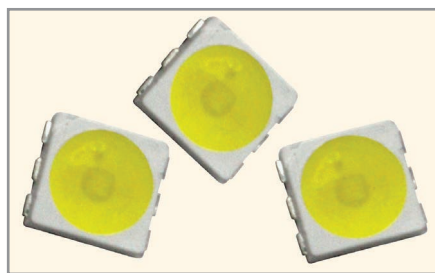


Рис. 2. Внешний вид светодиодов серий TMSLED TmL-350 и TmL-60

жен серийный выпуск светосигнальных приборов для тех же целей. Номенклатура светодиодных ламп и полупроводниковых светотехнических изделий расширяется с каждым годом.

Изначально сборка светодиодных светильников осуществлялась на основе импортных комплектующих. Но у предприятия есть и собственный опыт выращивания кристаллов и сборки светодиодов на их основе. Этой темой сотрудники НИИПП занимаются с тех пор, когда интерес к светодиодной тематике в мире ещё только зарождался. В последние годы светодиодное направление стало развиваться.

Понимая необходимость объединения усилий в области электронной промышленности, в 2008 году НИИПП вошёл в ГК «Ростехнологии». Спустя два года одно из подразделений госкорпорации – Росэлектроника – приняло решение о строительстве в Томске базового центра внедрения светодиодов, одного из трёх, создаваемых в России [1]. В рамках работы по созданию такого центра НИИПП совместно с Том-

ским государственным университетом систем управления и радиоэлектроники открыл лабораторию по сборке светодиодов. В 2012 году было проведено дооснащение сборочного участка современным оборудованием для автоматизированной сборки светодиодов (см. рис. 1а–в). На новом оборудовании сотрудникам НИИПП удалось отработать цикл производства и подготовить инженеров, как для собственного производства, так и для нового завода, созданного в 2012 году под названием «Базовый центр светодиодных технологий».

На выставке Innovus-2013 институт продемонстрировал различные светодиодные светотехнические изделия, выпускаемые компанией в настоящее время. Ниже будут рассмотрены основные типы светодиодов НИИПП – серий TMSLED TmL-350 и TMSLED TmL-60.

Светодиоды серии TMSLED TmL-350

Светодиоды серии TMSLED TmL-350 (см. рис. 2) выпускаются в холодном, нейтральном (или естественном) и тёплом диапазонах белого цвета. Номинальный рабочий ток светодиодов данной серии составляет 350 мА, что обеспечивает среднее значение потребляемой мощности чуть больше 1 Вт. Среднее значение светового потока при номинальном токе для холодного белого цвета составляет порядка 140 лм, для естественного белого цвета – около 130 лм, для тёплого белого цвета – примерно 100 лм. Максималь-

ный рабочий ток данных светодиодов равен 700 мА.

Основные характеристики светодиодов серии TMSLED TmL-350 приведены в таблице 1.

Заказ светодиодов осуществляется по группам приборов с одним значением прямого напряжения, при этом задают световой поток и цветовую температуру (по таблице 2). Светодиоды поделены на группы по световому потоку в соответствии с таблицей 1. Разброс значений светового потока для светодиодов в группе не превышает 10 лм. В качестве примера, номер заказа TmL-350-F100-5000-O1 означает светодиоды TMSLED TmL-350 со световым потоком не менее 100 лм, цветовой температурой 5000 К и разбросом значений прямого напряжения не более 0,2 В.

Светодиоды изготавливают в стандартном металлопластмассовом корпусе (SMD 5050), размеры основания которого составляют 50 × 50 мм. Этот корпус может использоваться как для ручного, так и для автоматизированного поверхностного монтажа. Светодиоды серии TmL-350 ориентированы на светотехнические изделия для офисного, уличного и архитектурно-художественного освещения.

Светодиоды серии TMSLED TmL-60

Светодиоды серии TMSLED TmL-60 (см. рис. 2) также выпускаются в холодном, нейтральном и тёплом диапазонах белого цвета. В отличие от светодиодов серии TmL-350, номинальный рабочий ток светодиодов данной серии равен 60 мА, поэтому среднее значение потребляемой мощности чуть ниже 0,2 Вт, а световой поток составляет 20...22 лм. Максимальный рабочий ток данных светодиодов равен 85 мА. Основные характеристики приборов серии TMSLED TmL-60 приведены в таблице 3.

Заказ светодиодов TmL-60, как и TmL-350, осуществляется по группам приборов с одним значением прямого напряжения, при этом задают световой поток и цветовую температуру, значение которой также выбирают из таблицы 2. В качестве примера, номер заказа TmL-60-F19-5000-O1 означает светодиоды TMSLED TmL-60 со световым потоком не менее 19 лм, цветовой температурой 5000 К и разбросом значений прямого напряжения не более 0,2 В.

Светодиоды изготавливают в стандартном металлопластмассовом корпу-

Таблица 1. Основные характеристики светодиодов серии TmL-350 при $T_a = +25^\circ\text{C}$

Светодиод	Цвет	Номинальный ток, мА	Максимальный ток, мА	Цветовая температура, К	Световой поток, лм	Прямое напряжение, В
TmL-350	Холодный белый	350	700	4750...8000	110...150	2,8...3,3
	Нейтральный белый			3700...4750	100...140	
	Тёплый белый			2600...3700	90...120	

Таблица 2. Разброс цветовой температуры светодиодов серии TMSLED

Цвет	Цветовая температура в заказе, К	Разброс цветовой температуры, К
Холодный белый	5000	4750...5350
	5700	5350...6000
	6500	6000...8000
Нейтральный белый	4000	3700...4300
	4500	4300...4750
Тёплый белый	2700	2600...2850
	3000	2850...3200
	3500	3200...3700

Таблица 3. Основные характеристики светодиодов серии TmL-60 при $T_a = 25^\circ\text{C}$

Светодиод	Цвет	Номинальный ток, мА	Максимальный ток, мА	Цветовая температура, К	Световой поток, лм	Прямое напряжение, В
TmL-60	Холодный белый	60	85	4750...8000	20...26	2,8...3,4
	Нейтральный белый			3700...4750	18...25	
	Тёплый белый			2600...3700	17...24	

се (SMD 5050) с размерами основания 50×50 мм. Приборы серии TmL-60 ориентированы на светотехнические изделия внутреннего, в частности, офисного освещения. Также их можно применять в светильниках для наружного и декоративного освещения.

РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ПРИМЕНЕНИЮ СВЕТОДИОДОВ TOMSLED

При проектировании светотехнических изделий с использованием светодиодов следует исключить выбросы тока в момент включения источника питания, поскольку это может привести к выходу светодиодов из строя. Следует соблюдать полярность включения приборов, и также учитывать, что приложение к светодиоду постоянного обратного напряжения, превышающего 5 В, может привести к его повреждению.

Для обеспечения надёжности и стабильности характеристик в течение срока эксплуатации не следует допускать перегрева активной области кристалла светодиода [3, 4]. Температура p - n -перехода кристалла T_j связана с тепловым сопротивлением участка « p - n -переход – окружающая среда» R_{ja} зависимостью $T_j = T_a + R_{ja} \times W$, где T_a – температура окружающей среды, W – потребляемая мощность, равная произведению рабочего тока на прямое напряжение [4]. Чтобы избежать перегрева активной области кристалла при использовании светодиодов с известным тепловым сопротивлением, следует максимально уменьшить тепловое сопротивление между местом пайки светодиода и окружающей средой. В частности, рекомендуется применять дополнительный теплоотвод, которым может быть и область печатной платы достаточной площади.

При проектировании светотехнических изделий, максимальный рабочий ток определяется по зависимости допустимого прямого тока от температуры окружающей среды [4], которая приводится в технической документации на светодиоды, а также с учётом характеристик теплоотвода [4].

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В России существует производство светодиодов, которое развивается сотрудниками Томского НИИПП на основе сложившихся научных и технологических традиций. Характеристики выпускаемых светодиодов не усту-

пают средним показателям зарубежных производителей. Сотрудники НИИПП имеют достаточный опыт разработки и производства светильников на основе светодиодов.

Достигнутые предприятием успехи свидетельствуют о том, что на рынок в скором времени могут быть выпущены новые типы отечественных светодиодов, а их характеристики приблизятся к показателям лидеров мирового рынка.

ЛИТЕРАТУРА

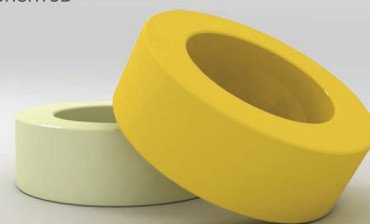
1. <http://tomsk-novosti.ru/sud-ba-bol-shih-zavodov-tomskij-niipp-na-porog-ser-eznogo-tehnicheskogo-perevoorzheniya/>
2. <http://tomsk-novosti.ru/vtoroe-dyhanie-niipp/>
3. Шуберт Ф.Е. Светодиоды. ФизМатЛит. 2008.
4. Светодиоды и их применение для освещения. Под ред. Ю.Б. Айзенберга. Московский Дом Света. 2012.



Магнитодиэлектрики MICROMETALS

Применение сердечников Micrometals гарантирует:

- снижение стоимости индуктивных компонентов
- повышение надёжности аппаратуры
- снижение потерь на 30...50% по сравнению с ферритами
- оптимизацию конструкции и уменьшение габаритов индуктивных компонентов



ProCHIP
POWERED BY ProSOFT

Активный компонент вашего бизнеса

ТЕЛ.: (495) 232-2522 / INFO@PROCHIP.RU / WWW.PROCHIP.RU



Реклама

Устройства гальванической развязки

Сергей Поплавный (г. Орёл)

В статье описаны перспективные решения, используемые для гальванической развязки, а именно, твердотельные реле и модули устройств связи с объектом.

Использование гальванической развязки предотвращает образование контуров заземления, токов утечки и снижает риск поражения людей электрическим током. В основу данной технологии положен принцип бесконтактного управления, которое реализуется посредством оптронов, трансформаторов или реле. Предприятие ЗАО «Протон-Импульс» [1] предлагает доступные и эффективные приборы гальванической развязки в виде твердотельных реле и модулей устройств связи с объектом (УСО).

ВАРИАНТЫ РЕАЛИЗАЦИИ ГАЛЬВАНИЧЕСКОЙ РАЗВЯЗКИ

Изолирующий трансформатор имеет достаточно большие габаритные размеры и может создавать помехи на несущей частоте. Транзисторный оптрон является простым и надёжным прибором, однако не позволяет коммутировать большие токи. Электромеханическое реле имеет неболь-

шой ресурс, дребезг при коммутации контактов и большое время срабатывания.

Указанных недостатков лишены твердотельные реле, которые являются надёжными, простыми, быстродействующими и позволяют коммутировать большие токи. Твердотельное реле (ТТР) – это современный модульный полупроводниковый прибор, представляющий собой полупроводниковый ключ на основе полевых транзисторов. Гальваническая развязка в таких реле осуществляется за счёт светодиода, выполненного по структуре GaAlAs, и фотогальванического генератора. Светодиод изменяет интенсивность свечения в зависимости от входного сигнала и воздействует на генератор, который управляет полевым транзистором.

ТТР предназначены для использования в сетях постоянного и переменного тока, системах автоматического регулирования приводов электродвигателей и цепях автоматического управления АСУ ТП. Областью их применения являются промышленные системы нагрева, контроля температуры, освещения, различные системы управления трансформаторами, исполнительными механизмами и т.д.

ТТР имеют следующие преимущества перед электромагнитными аналогами:

- длительный срок службы. Благодаря отсутствию механических частей, срок эксплуатации таких реле значительно возрастает (до 1 млрд срабатываний и более). По той же причине возрастает и быстродействие;
- малое энергопотребление, так как токи управления составляют миллиамперы;
- отсутствие дребезга контактов и акустического шума позволяет отказаться от различных систем защиты, уменьшить стоимость и габаритные размеры приборов;
- отсутствие дугового разряда при размыкании позволяет использовать ТТР во взрывоопасной среде;

- отсутствие электромагнитных помех при переключении;
- высокое сопротивление изоляции между входом и выходом;
- низкую стоимость;
- герметичность конструкции, стойкость к ударам и вибрации.

Все твердотельные реле, выпускаемые российским производителем из г. Орла, можно разделить на реле постоянного и переменного тока. Реле постоянного тока в качестве силового элемента используют IGBT или МОП-транзисторы, реле переменного тока – симисторы и тиристоры. Реле постоянного тока можно разделить на однополярные и двухполярные, которые также могут работать в цепях переменного тока.

Использование тиристоров для сети 220/380 В, при типовых значениях параметров силовых элементов, в 3–5 раз эффективнее по рассеиваемой мощности, чем использование, например, IGBT. Однако тиристорные структуры весьма чувствительны к перенапряжениям, которые ведут к необратимому пробое, поэтому необходима защита выхода таких реле от перенапряжений с помощью варисторов. Кроме того, для защиты реле от потери управления из-за импульсных помех применяется шунтирование выхода RC-цепью.

На предприятии выпускаются следующие разновидности тиристорных ТТР:

- однофазные нормально-замкнутые и нормально-разомкнутые реле (ток от 1 А до 100 А);
 - трёхфазные нормально-разомкнутые реле (10...150 А);
 - однофазные, двухфазные и трёхфазные реверсивные реле со встроенной защитой от межфазного замыкания и мгновенного реверса (10...40 А);
 - двухканальные твердотельные реле с отдельными каналами или с общей точкой на выходе с независимым управлением каналами (от 1 А и выше).
- Твердотельные приборы постоянного тока можно классифицировать по задержкам включения/выключения реле:
- быстродействующие реле с задержками единицы микросекунд;

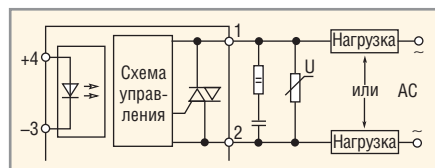


Рис. 1. Функциональная схема однофазных ТТР

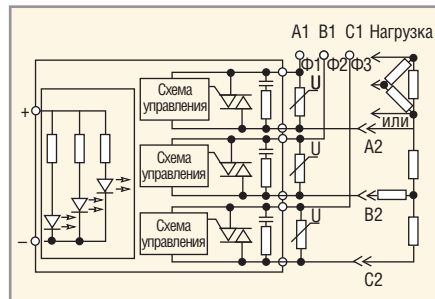


Рис. 2. Функциональная схема трёхфазных ТТР

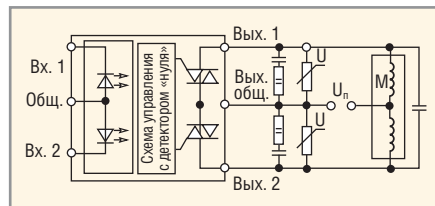


Рис. 3. Функциональная схема двухканальных ТТР

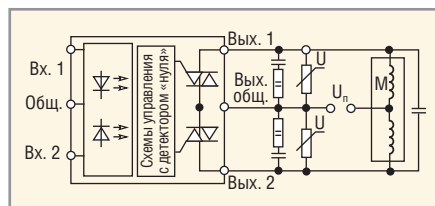


Рис. 4. Функциональная схема реверсивных ТТР

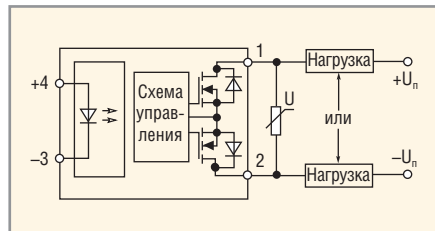


Рис. 6. Функциональная схема биполярных ТТР

- реле с малым временем срабатывания, имеющие задержки 1...50 мс.

Напряжение изоляции ТТР составляет 1500 В или 4000 В.

Номенклатура реле

Основная номенклатура выпускаемой продукции – это силовоточные реле, выдерживающие токи коммутации свыше 1 А. Все реле могут иметь дополнительные функции, в том числе защиту по току, вывод сигнала состояния и защиту от перегрева. Различают также типы реле с нормально-замкнутыми или нормально-разомкнутыми контактами и с питанием по входу или по выходу реле.

Однофазные реле

Данная серия включает однофазные реле переменного тока (19..ТС и 19..ТМ). Приборы 5П19.01 и 5П19.10 ТС и ТМ рассчитаны на токи от 1 А до 100 А, 5П19.20 – на ток 1 А. В качестве выходного ключа используется симистор или тиристор. Функциональная схема

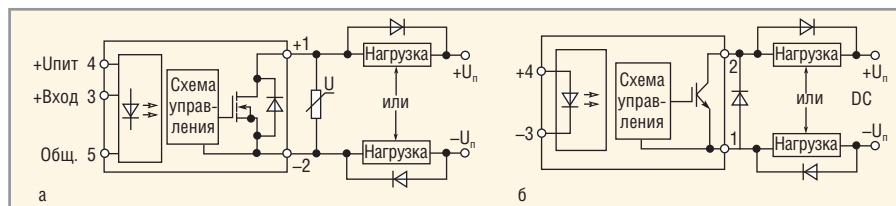


Рис. 5. Функциональная схема однополярных ТТР: а) на МОП-транзисторах, б) на IGBT

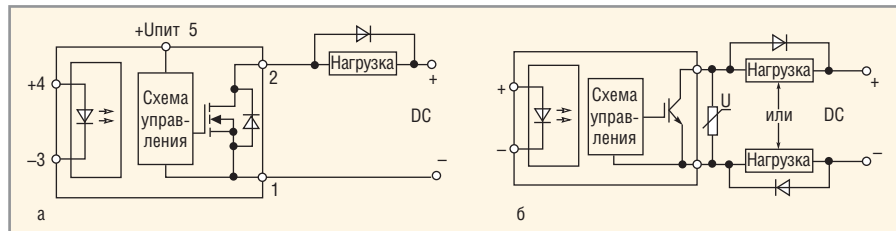


Рис. 7. Функциональная схема быстродействующих ТТР: а) на МОП-транзисторах, б) на IGBT

и способ включения однофазных реле представлен на рисунке 1.

Трёхфазные реле

Предназначены для работы в трёхфазных сетях. Коммутируемое напряжение составляет 600, 800 и 1200 В, ток – от 10 А до 100 А. Функциональная схема и способ включения трёхфазных реле представлен на рисунке 2.

Двухканальные реле

Отличием данного типа реле является возможность коммутировать два канала одновременно (см. рис. 3). Однако реле выдерживают меньший ток (1 А) и напряжение коммутации (до 800 В).

Реверсивные реле

Такие реле (см. рис. 4) обеспечивают включение, выключение и реверс асинхронных электродвигателей. Кроме того, они могут использоваться для коммутации резервных источников питания. Реле выпускаются в исполнении для одно-, двух- и трёхфазной сети.

Однополярные реле

К однополярным реле (см. рис. 5) относятся приборы 5П20.01П, 5П20.10П и 5П20.10G, предназначенные для коммутации постоянного тока. Первые два прибора имеют схожие характеристики: коммутируемое напряжение 60...400 В, ток 1...190 А, время включения/выключения 20/1 мс, однако одно из них является нормально-замкнутым, а второе – нормально-разомкнутым. В обоих реле выходным элементом является МОП-транзистор. Характеристики 5П20.10G немного отличаются: коммутируемый ток 10...160 А, напряжение 600...1200 В, время включения/выключения 50/5 мс; в качестве выходного транзистора использован IGBT.

Биполярные реле

Представителем ТТР данного типа является 5П19.10П (см. рис. 6). К его особенностям можно отнести коммутируемый ток от 1 до 30 А и напряжение от 60 до 400 В. Реле также предназначено для использования в цепях постоянного тока. Время включе-



**19 - летний опыт
производства и разработки**

302040, Россия, Орёл,
ул. Лескова, 19
Факс/тел.: +7(4862) 49-87-28,
41-04-08, 43-69-42
www.proton-impuls.ru

**Твердотельные реле
Силовые модули**

Светодиодное освещение
лифтовое, уличное, для
помещений и транспорта

Приёмка "5"
излучатели полупроводниковые
лампы полупроводниковые
микросборка

Разработка и производство
электротехнических изделий
по проектам потребителей

Реклама

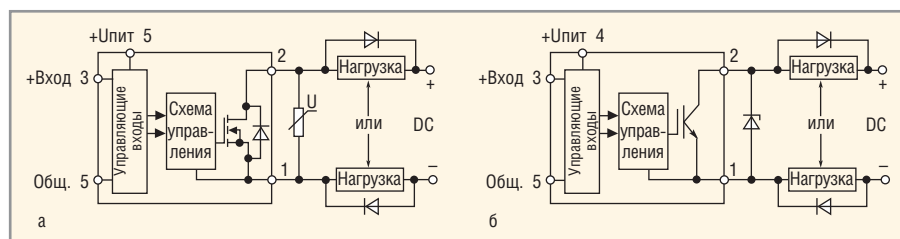


Рис. 8. Функциональная схема ТТР с малым временем срабатывания:

а) на МОП-транзисторах, б) на IGBT

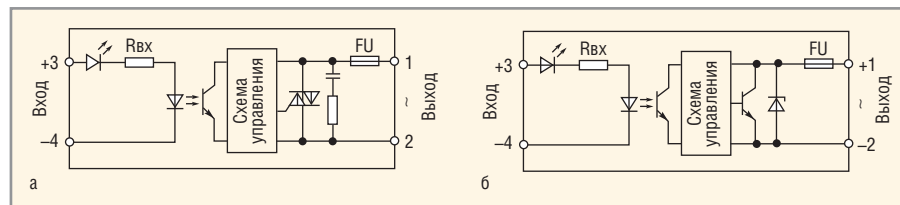


Рис. 9. Функциональная схема выходных модулей УСО:

а) переменного тока, б) постоянного тока

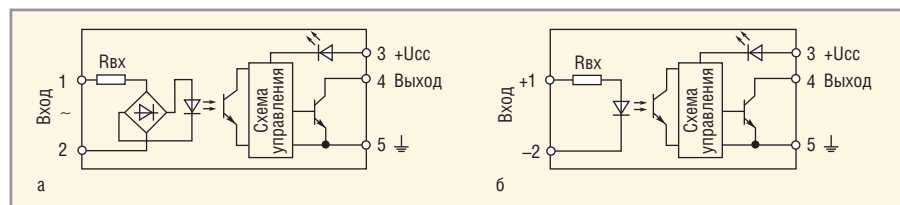


Рис. 10. Функциональная схема входных модулей УСО:

а) переменного тока, б) постоянного тока

ния/выключения составляет 20/1 мс. Выходным элементом является МОП-транзистор.

Быстродействующие реле

Время включения и выключения этих приборов (см. рис. 7) составляет всего 3 мкс для 5П40 или 5 мкс для 5П62, частота переключения до 100 кГц. Реле выпускаются в исполнениях 10П (МОП-транзистор) и 10G (IGBT). Первое рассчитано на коммутируемое напряжение 60...400 В и ток до 190 А, второе – 600...1200 В и ток 10...160 А, соответственно. Реле предназначены для цепей постоянного тока.

Реле с малым временем срабатывания

Реле постоянного тока с временем коммутации 3...5 мкс являются приборы 5П59.10П, 5П59.10G и 5П57.10П. Отличием данного типа реле (см. рис. 8) от предыдущего является максимальная частота переключения 10 Гц. Устройства выпускаются в двух исполнениях: на IGBT и МОП-транзисторах.

Предприятие ЗАО «Протон-Импульс» сертифицировано на соответствие системы менеджмента качества требованиям ГОСТ РВ 15.002-2003 и наличие условий для выпуска продукции государственного оборонного зака-

за в системе «Военэлектронсерв». На данный момент для военной промышленности выпускаются модули 5П20.10П-65-0,6-В20-М (силовой ключ постоянного тока) и 5П64GD (для управления электродвигателями, источниками электропитания и преобразователями напряжения). В ближайшее время планируется начать ОКР «Разработка базовых конструкций и технологий производства ряда быстродействующих твердотельных коммутаторов с комбинированной электромагнитной и оптоэлектронной гальванической развязкой, предназначенных для работы в изделиях специального назначения».

Модули устройств связи с объектом

Модули УСО предназначены для соединения различных типов датчиков с устройствами, обрабатывающими сигналы этих датчиков. Обычно УСО применяются в автоматических системах управления (АСУ) для обеспечения гальванической изоляции между источниками сигнала и входными каналами системы, а также для нормализации и низкочастотной фильтрации аналогового сигнала. Модули УСО подразделяются на выходные (см. рис. 9) и входные (см. рис. 10).

Выходные модули предназначены для коммутации исполнительных устройств в АСУ (моторов, ламп и т.д.) с помощью логических сигналов. Их, в свою очередь, можно разделить на модули переменного и постоянного тока. Первые выпускаются в двух вариантах: со схемой контроля фазы напряжения на нагрузке и без таковой. Контроль фазы позволяет включать модуль при напряжении в линии, близком к нулю, снижая уровень помех до минимума. Модули имеют встроенную RC-цепь, обеспечивающую безопасную работу с индуктивными нагрузками.

Выходные модули постоянного тока могут работать в широком диапазоне напряжений. Они снабжены схемой защиты от перегрузок по напряжению, имеют низкое остаточное напряжение (<1,2 В) и малый ток утечки (<1,5 мА).

Входные модули УСО используются для мониторинга нагрузок или датчиков в АСУ, а также для сбора информации. Данный вид УСО представляет собой оптоэлектронное изделие, на выходе которого формируется логический сигнал, соответствующий состоянию опрашиваемого датчика. При отключении/подключении нагрузки на выходе УСО формируется высокий/низкий уровень сигнала. Входные модули обеспечивают четкую фиксацию состояния, поскольку имеют гистерезис и оснащены элементами фильтрации помех. Выход модуля представляет собой схему с открытым коллектором. Входные модули имеют низкое остаточное напряжение (<0,2 В) и малый ток потребления (<10 мА).

Обе разновидности УСО имеют высокое напряжение изоляции (4000 В), наработку на отказ не менее 100 000 часов и выпускаются в стандартном, полноразмерном и малогабаритном корпусах.

Заключение

Представленные в статье твердотельные реле способны коммутировать токи от 1 до 250 А и выдерживают высокое напряжение в разомкнутом состоянии, что позволяет им успешно заменять электромеханические реле во многих отраслях промышленности. Устройства связи с объектами могут быть использованы для обеспечения гальванической развязки в системах автоматического управления.

Литература

1. www.proton-impuls.ru



КОМПЛЕКСНЫЕ ПОСТАВКИ ИБП



ПОСТАВКА, ПУСКОНАЛАДКА, ИНТЕГРАЦИЯ

Широкий ассортимент ИБП, включая модели:

- с диапазоном рабочих температур, расширенным до +40°C
- для альтернативной энергетики
- для приложений с нестабильным основным питанием



ProSoft®

ОФИЦИАЛЬНЫЙ ПОСТАВЩИК ПРОДУКЦИИ

МОСКВА
С.-ПЕТЕРБУРГ
АЛМА-АТА
ВОЛГОГРАД
ЕКАТЕРИНБУРГ
КАЗАНЬ
КИЕВ
КРАСНОДАР
Н. НОВГОРОД
НОВОСИБИРСК
ОМСК
САМАРА
УФА
ЧЕЛЯБИНСК

Тел.: (495) 234-0636 • Факс: (495) 234-0640 • info@prosoft.ru • www.prosoft.ru
Тел.: (812) 448-0444 • Факс: (812) 448-0339 • info@spb.prosoft.ru • www.prosoft.ru
Тел.: (727) 329-5121 • sales@kz.prosoft.ru • www.prosoft-kz.com
Тел.: (8442) 260-048 • volgograd@prosoft.ru • www.prosoft.ru
Тел.: (343) 376-2820; 356-5111 • Факс: (343) 310-0106 • info@prosoftsystems.ru • www.prosoftsystems.ru
Тел.: (843) 291-7555 • Факс: (843) 570-4315 • info@kzn.prosoft.ru • www.prosoft.ru
Тел.: +38 (044) 206-2343; 206-2478 • info@prosoft-ua.com • www.prosoft-ua.com
Тел.: (861) 224-9513 • Факс: (861) 224-9513 • krasnodar@prosoft.ru • www.prosoft.ru
Тел.: (831) 215-4084 • Факс: (831) 215-4084 • n.novgorod@prosoft.ru • www.prosoft.ru
Тел.: (383) 202-0960; 335-7001/7002 • Факс: (383) 230-2729 • info@nsk.prosoft.ru • www.prosoft.ru
Тел.: (3812) 286-521 • Факс: (3812) 315-294 • omsk@prosoft.ru • www.prosoft.ru
Тел.: (846) 277-9166 • Факс: (846) 277-9165 • info@samara.prosoft.ru • www.prosoft.ru
Тел.: (347) 292-5216/5217 • Факс: (347) 292-5218 • info@ufa.prosoft.ru • www.prosoft.ru
Тел.: (351) 239-9360 • chelyabinsk@prosoft.ru • www.prosoft.ru

Методы обработки сигналов индуктивных датчиков линейных и угловых перемещений

Владимир Ануфриев, Александр Лужбинин,
Сергей Шумилин (Москва)

Статья посвящена обзору индуктивных датчиков линейных и угловых перемещений, методов преобразования их сигналов в цифровую форму, а также архитектуре микросхемы преобразователя угол–код, создаваемой компанией ЗАО «ПКК Миландр».

Типы индуктивных датчиков

Индуктивные датчики линейных перемещений

Наиболее простым датчиком (по принципу работы) является индуктивный датчик линейных перемещений (LVDT), структура которого представлена на рисунке 1. Датчик состоит из первичной обмотки, двух вторичных обмоток на неподвижном статоре и подвижного магнитного сердечника [1, 2]. Первичная обмотка установлена симметрично между двумя идентичными вторичными обмотками и запитана возбуждающим синусоидальным сигналом A . Если сердечник находится точно посередине первичной обмотки, то магнитное поле создаёт равные магнитные потоки во вторичных обмотках, и результиру-

ющее дифференциальное напряжение равно нулю. Если сердечник смещается к одной из вторичных обмоток, то магнитный поток через неё увеличивается, и, как следствие, появляется выходной сигнал B . Абсолютное значение амплитуды сигнала B пропорционально сдвигу сердечника относительно центральной обмотки, а изменение фазы относительно возбуждающего сигнала A указывает направление сдвига.

Индуктивные датчики угловых перемещений

Аналогично датчикам LVDT могут быть реализованы датчики, фиксирующие угловое перемещение объектов (RVDT). Но угловые датчики имеют ограничение рабочей зоны и позволяют определять угол поворота не более чем ± 90 градусов, что затрудняет их использование, например, для определения положения ротора двигателя. Для решения этой задачи применяются другие типы индукционных датчиков [1].

Сельсины

Сельсином называется информационная электрическая машина переменного тока, вырабатывающая напряжение, фаза которого определяется угловым положением ротора [1, 2]. Сельсин содержит три первичных обмотки, расположенные на статоре со смещением 120 градусов, и одну вторичную обмотку, находящуюся на роторе (см. рис. 2). Первичные обмотки запитаны 3-фазным синусоидальным сигналом A . При этом на вторичной обмотке ротора возникает результирующий сигнал B , смещение фазы которого определяется углом поворота ротора φ относительно осей расположения первичных обмоток. Возможно и обратное включение сельсина, когда возбуждающий сигнал подаётся на обмотку ротора, а результирующий снимается с трёх обмоток, расположенных

на статоре. В этом случае угол поворота ротора будет определяться амплитудами результирующих сигналов.

Синусно-косинусные вращающиеся трансформаторы

Синусно-косинусные вращающиеся трансформаторы (СКВТ) построены на тех же принципах, что и сельсины, но позволяют обойтись меньшим числом фаз возбуждающих сигналов [1, 2]. Это упрощает конструкцию и математические вычисления для определения угла поворота или скорости вращения ротора. Если в качестве возбуждающих сигналов используются сигналы $\sin(\omega t)$ и $\cos(\omega t)$, подаваемые на первичные обмотки, расположенные под углом 90 градусов друг к другу, то возникает вращающееся магнитное поле. Это поле формирует во вторичной обмотке на роторе результирующий сигнал $V_{\cos} = A \cos(\omega t + \varphi)$. При реализации двух обмоток (см. рис. 3), расположенных на роторе под углом 90 градусов, на второй обмотке формируется сигнал $V_{\sin} = A \sin(\omega t + \varphi)$.

Чтобы определить угол поворота ротора, необходимо измерить сдвиг фазы результирующего сигнала. Для упрощения системы можно использовать только одну первичную возбуждающую обмотку, но в этом случае формируется не вращающееся магнитное поле, а пульсирующие (см. рис. 4). Для однозначного определения положения ротора требуются две вторичных обмотки, расположенные под углом 90 градусов. В этом случае во вторичных обмотках формируется сигнал, совпадающий по фазе с возбуждающим, а угол поворота определяется по амплитуде выходного сигнала.

Возможны и обратные схемы включения обмоток, когда возбуждающее напряжение подаётся на обмотки ротора. Если на роторе или статоре установлено большее число обмоток, такие СКВТ называются многополюсными. Для повышения точности измерения угла на одном валу устанавливают и многополюсный, и однополюсный СКВТ. При этом сигнал с однополюсного СКВТ используется для грубого

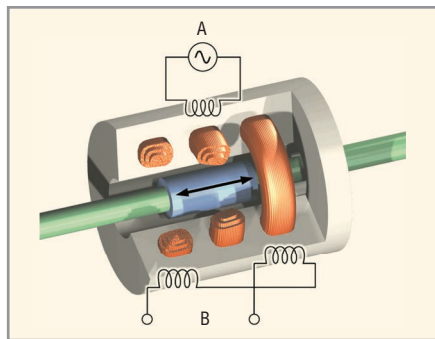


Рис. 1. LVDT-датчик перемещения

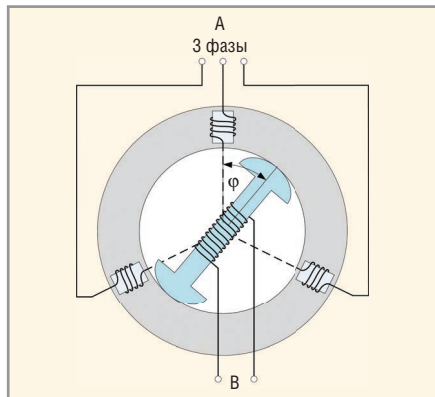


Рис. 2. Сельсин

измерения угла, а сигнал с многополюсного СКВТ – для уточнения измерения. Датчики такого типа называются двухотсчётными.

Методы обработки сигналов индуктивных датчиков

При измерении сигналов индуктивных датчиков, выходной сигнал модулирован напряжением возбуждения датчика. Информация о положении объекта может быть передана либо амплитудой, либо сдвигом фазы результирующего сигнала. Существуют различные методы получения этой информации, которые имеют свои преимущества и недостатки [1].

Методы прямого преобразования

Методы прямого преобразования построены на определении угла поворота путём его вычисления из мгновенного текущего состояния.

Метод А. В случае пульсирующего магнитного поля, в моменты его максимального значения производится строго одновременное измерение сигналов $V_{\sin}$ и $V_{\cos}$. Положение ротора вычисляется по формулам преобра-

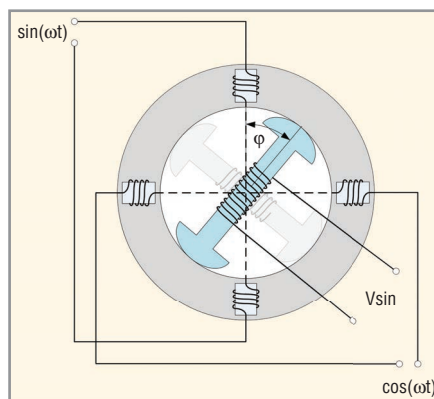


Рис. 3. СКВТ с вращающимся магнитным полем

зования полярных координат в декартовы. Например, в первом квадранте вычисление производится по формуле $\varphi = \arctg(V_{\sin}/V_{\cos})$.

Способ мгновенной выборки напряжений $V_{\sin}$ и $V_{\cos}$ обладает тем недостатком, что вместе с полезным сигналом оцифровываются сигналы помех, которые никак не корректируются. Для борьбы с помехами существуют модифицированные методы измерения $V_{\sin}$ и $V_{\cos}$.

Метод Б. В момент перехода напряжения V_m через ноль, запускаются два накапливающих АЦП по каналам $V_{\sin}$ и $V_{\cos}$,

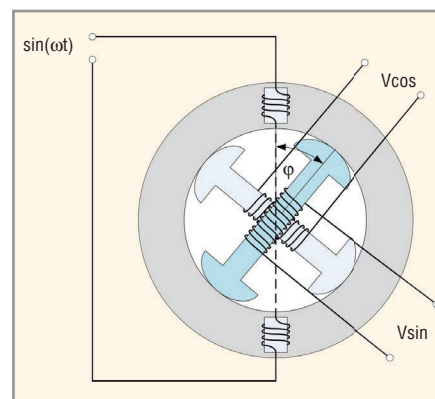
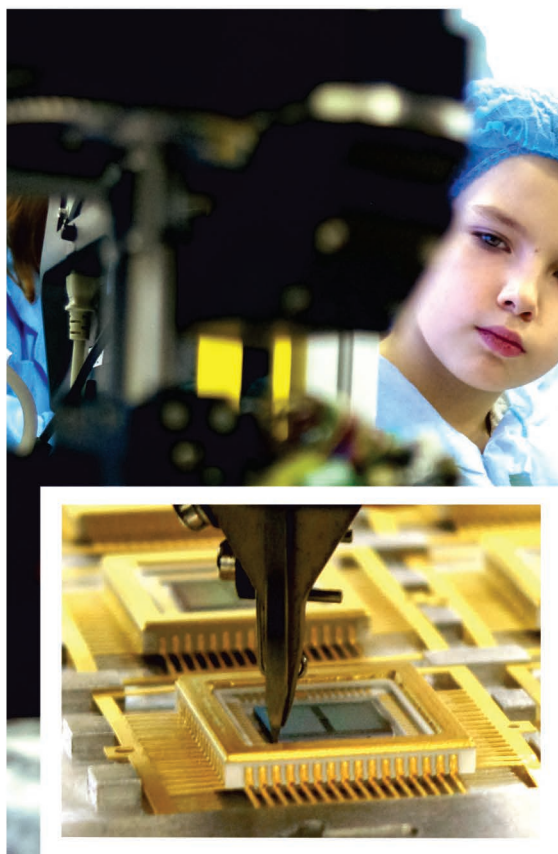


Рис. 4. СКВТ с пульсирующим магнитным полем

и накопление отсчётов производится до следующего момента перехода напряжения V_m через ноль. Вычисление угла по накопленным результатам производится аналогично методу А. В качестве накапливающего АЦП может использоваться любой АЦП интегрирующего типа. Если интегрирование осуществляется на интервале $1/3$ периода сигнала возбуждения, то подавляется паразитная третья гармоника, которая является основной составляющей помехи.

Методы А и Б могут быть модифицированы для вычисления полусум-



...сохраняя достигнутое,

созидавая настоящее,

приближая будущее...

www.milandr.ru

Реклама

Разработка и производство интегральных микросхем

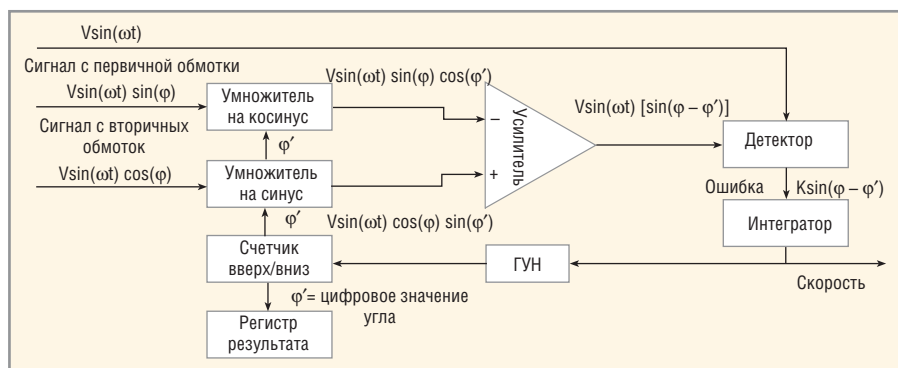


Рис. 5. Функциональная схема следящего преобразователя

мы двух соседних отсчетов, взятых во время положительной и отрицательной полуволны V_{in} . Этим компенсируется постоянная составляющая в сигналах V_{sin} и V_{cos} .

Метод В применяется для сигналов сельсинов, СКВТ и двухотсчётных СКВТ при организации возбуждения с получением вращающегося магнитного поля. В датчиках типа СКВТ это поле образуется при квадратурном возбуждении первичных обмоток, а в сельсинах – при возбуждении трёхфазным напряжением. В этом случае напряжение на вторичной обмотке сельсина будет иметь вид $V_{out} = A \sin(\omega t + \varphi)$, для СКВТ – $V_{sin} = A \sin(\omega t + \varphi)$, $V_{cos} = A \cos(\omega t + \varphi)$.

Здесь можно использовать метод непосредственного измерения сдвига фазы выходного напряжения относительно опорного. В момент перехода входного напряжения V_{in} через ноль запускается счётчик высокой опорной частоты, который останавливается в момент перехода выходного напряжения V_{out} через ноль. Значение, накопленное в счётчике, будет пропорционально измеряемому углу. Если опорная частота является кратной 2^N периодам сигнала возбуждения, то накопленное значение будет соответствовать измеряемому углу с разрядностью N . Кроме того, в случае вращающегося магнитного поля может применяться метод А с минимальными изменениями.

При последующей обработке информации в преобразователе с целью увеличения отношения сигнал/шум можно столкнуться с проблемой запаздывания выхода преобразователя при движении СКВТ, в том числе, при движении с постоянной скоростью. Чтобы выполнять постобработку и при этом не создавать ошибку по скорости, используется метод следящего преобразования.

Для методов прямого преобразования часто требуется вычислять функцию $\varphi = \arctg(X)$.

Вычисление алгоритмическим способом

Разложение в ряд функции $\arctg(X)$ осуществляется по формуле [3]:

$$\arctg(X) = \sum_{k=0}^{\infty} (-1)^k \times \frac{X^{2k+1}}{2k+1}.$$

В диапазоне углов от 0 до 45 градусов для разрешения 20 разрядов достаточно 5 первых членов ряда, взятых с 32-разрядной точностью. Таким образом, после измерения с помощью АЦП вычисление угла и его представление в форме от 0 до 1 для значений от 0 до 2π займёт 2 операции нормализации, одно деление, 5 умножений, до 8 сложений и до 7 логических переходов по короткому адресу. В общей сложности, не более 40 тактов процессора типа ARM Cortex-M3. Для сокращения вычислений используется формула Герона. Вычисления являются целочисленными (32 разряда) с нормализацией до 16 разрядов.

Вычисление табличным способом

По измеренным значениям V_{sin} и V_{cos} определяется квадрант, в котором находится искомый угол, и по отношению значений $|V_{sin}|$ и $|V_{cos}|$ искомый угол вычисляется по одной из формул [4]:

IF $V_{sin} > 0$ и $V_{cos} > 0$ и $|V_{sin}| < |V_{cos}|$, то $\varphi = \alpha$,

IF $V_{sin} > 0$ и $V_{cos} > 0$ и $|V_{sin}| > |V_{cos}|$, то $\varphi = \pi/2 - \alpha$,

IF $V_{sin} < 0$ и $V_{cos} > 0$ и $|V_{sin}| > |V_{cos}|$, то $\varphi = -\alpha$,

IF $V_{sin} > 0$ и $V_{cos} > 0$ и $|V_{sin}| < |V_{cos}|$, то $\varphi = -\pi/2 + \alpha$,

IF $V_{sin} > 0$ и $V_{cos} < 0$ и $|V_{sin}| > |V_{cos}|$, то $\varphi = \pi/2 + \alpha$,

IF $V_{sin} > 0$ и $V_{cos} < 0$ и $|V_{sin}| < |V_{cos}|$, то $\varphi = \pi - \alpha$,

IF $V_{sin} < 0$ и $V_{cos} < 0$ и $|V_{sin}| < |V_{cos}|$, то $\varphi = -\pi + \alpha$,

IF $V_{sin} < 0$ и $V_{cos} < 0$ и $|V_{sin}| > |V_{cos}|$, то $\varphi = -\pi/2 + \alpha$,

где α – угол в диапазоне 0...45 градусов (0 – $\pi/4$).

Далее вычисляется значение $\tg(\alpha) = |V_{sin}|/|V_{cos}|$ и по таблице, в зависимости

от $\tg(\alpha_1)$, находится значение α_1 , где $\tg(\alpha_1)$ – ближайшее меньшее табличное значение тангенса угла, и искомый угол $\alpha = (\tg(\alpha) - \tg(\alpha_1))(C_0 + C_1 \times \alpha_1 + C_2 \times \alpha_1^2)$, где C_0, C_1, C_2 – поправочные коэффициенты коррекции функции ошибки алгоритма. Такой способ обеспечивает разрешение 16 разрядов при размере таблицы в 256 значений.

Метод следящего преобразования

Этот метод широко применяется в современных интегральных схемах (ИС), например, RDC-19220/2/4 от DDC [5], ACT5028B от Aeroflex [6] или AD2S1210 от Analog Devices [7, 8]. Эти микросхемы применяются только при возбуждении датчиков пульсирующим магнитным полем. Тем не менее, принцип их действия может распространяться и на случай вращающегося магнитного поля. С помощью данного метода можно обрабатывать сигналы сельсинов и СКВТ, линейных и вращающихся дифференциальных трансформаторов.

Основной идеей преобразования является использование контура обратной связи. Последний работает по сигналу ошибки между фазовым углом сигнала на выходе и фазовым углом сигнала на входе преобразователя, а также между скоростью на выходе преобразователя и скоростью, задаваемой сигналами, поступающими на вход. Такая схема даёт нулевую систематическую ошибку по скорости за счёт вычисления её интеграла.

Данный метод позволяет увеличить отношение сигнал/шум за счёт фильтрации сигналов датчиков СКВТ. При непосредственной фильтрации и обработке сигналов СКВТ возникает групповая задержка, дающая ошибку при движении СКВТ. В данном случае фильтрация производится в контуре с обратной связью, производящем интегрирование по скорости и компенсирующем ошибку такого типа.

Структурная схема блока, реализующего метод следящего преобразования, представлена на рисунке 5. В узлах «Умножитель на косинус» и «Умножитель на синус» выполняется операция вычисления значений $\cos(\varphi')$ и $\sin(\varphi')$, где угол φ' – это выход преобразователя, а также умножение полученных значений на входные сигналы преобразователя. Затем решающий усилитель выполняет операцию вычитания. В результате получается сигнал ошибки для следящего контура преобразователя $e = V_{sin}(\omega t)/\sin(\varphi)\cos(\varphi) - \cos(\varphi)\sin(\varphi') = V_{sin}(\omega t)\sin(\varphi - \varphi')$, что

примерно эквивалентно $V \sin(\omega t)(\varphi - \varphi')$ для малых значений $(\varphi - \varphi')$.

Далее в контуре производится детектирование (демодуляция) сигнала ошибки, вычисляется скорость вращения СКВТ, как интеграл ошибки, и угол поворота СКВТ, как интеграл от скорости. Поскольку интегрирование в контуре обратной связи компенсирует постоянную составляющую ошибки измерения, то метод даёт нулевую систематическую ошибку при неподвижном СКВТ, а также при вращении СКВТ с постоянной угловой скоростью. Ошибка больше заявленной точности преобразователя возникает только при угловом ускорении СКВТ.

Метод следящего преобразования обеспечивает большое разрешение (разрядность) преобразователя, не внося погрешности при вращении с постоянной скоростью, а также устраняет влияние реактивностей СКВТ и аддитивную ошибку измерения сигналов. Одним из недостатков данного метода является ограничение по возбуждающему напряжению: его удвоенная частота, возникающая при детектировании, должна находиться в полосе подавления контура. При этом коэффициент подавления удвоенной частоты влияет на амплитуду ошибки при ускорении СКВТ. Кроме того, метод является чувствительным к неоднородности каналов СКВТ.

ОСНОВНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ РАЗРАБАТЫВАЕМОЙ МИКРОСХЕМЫ

Разрабатываемый проект ИС преобразователя угол-код (см. рис. 6) позволяет реализовать методы прямого и следящего измерения. Проектируемая микросхема позволяет работать как с пульсирующим, так и с вращающимся полем СКВТ и сельсинов, а также осуществлять обработку сигналов с датчиков LVDT и RVDT. Для формирования возбуждающих сигналов, в ИС предусмотрено 4 канала ЦАП. Кроме того, могут использоваться внешние источники возбуждения. Проект может быть выполнен в виде отдельной микросхемы или включён в состав микроконтроллера в виде периферийного модуля, который содержит 4 канала АЦП и следящий контур. Это позволит подключать как одно-, так и двухотсчётные датчики с различным числом полюсов, в том числе, использующие вращающееся магнитное поле.

Основные характеристики проектируемой ИС:

- напряжение питания 2,5...3,6 В;
- диапазон рабочих частот датчиков от 47 Гц до 100 кГц;

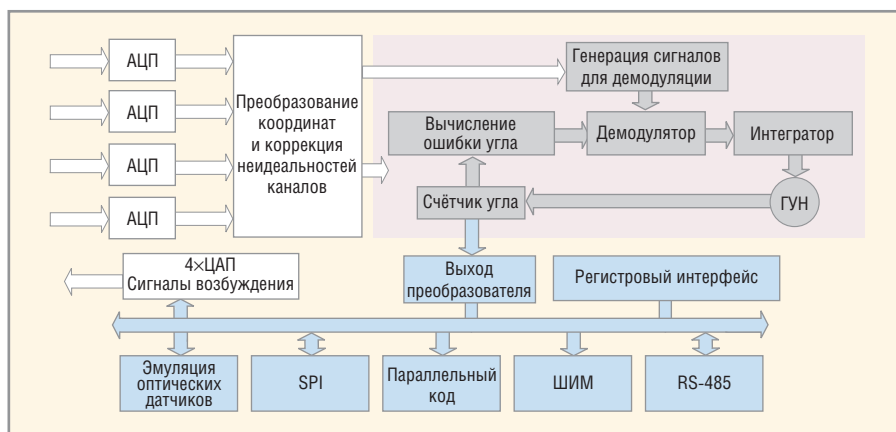


Рис. 6. Структурная схема микросхемы преобразователя угол-код

- диапазон рабочих угловых скоростей датчиков $\pm 10\,000$ об/с;
- разрешающая способность при измерении положения до 16 разрядов (до 19 для двухотсчётных);
- тактовая частота опорного генератора до 20 МГц;
- частота опроса датчика до 40 кГц;
- выход скорости вращения – сигналы в аналоговом и цифровом виде;
- популярные последовательные интерфейсы.

Проектируемая микросхема имеет настраиваемый, следящий контур, производящий интегрирование по углу и по скорости, что позволяет увеличить разрешение и устранить систематическую ошибку измерения. Микросхема может быть настроена для преобразования по методу прямого измерения, при этом следящий контур может быть полностью или частично отключён. Это может быть полезно при использовании СКВТ в следящих системах, движущихся с постоянными знакопеременными ускорениями, где нежелательно ограничение полосы преобразователя, либо когда частота сигнала возбуждения датчика находится вблизи полосы полезного сигнала.

Преобразователь корректирует амплитуды по каналам $V \sin$ и $V \cos$, минимизируя мультипликативную погрешность измерения, например, эксцентриситет СКВТ или неодинаковость обмоток. Кроме того, при использовании совместно с микроконтроллером может производиться калибровка преобразователя вместе с СКВТ путём записи значений в регистровый интерфейс преобразователя. При работе в следящем режиме выходные отсчёты преобразователя могут быть интерполированы на высокую частоту (например, частоту выборки АЦП), что полезно для некоторых динамических систем. Также выход-

ные отсчёты могут быть прорежены до частоты, равной удвоенной полосе пропускания, либо до другой промежуточной частоты, удобной для пользователя.

Сельсины и датчики LVDT могут подключаться непосредственно к преобразователю без использования согласующих трансформаторов. В этом случае преобразователь самостоятельно выполняет преобразование системы координат. Дополнительно преобразователь осуществляет формирование и/или контроль наличия напряжения возбуждения СКВТ, а также может сообщать пользователю об ошибке при ускорении, а также о превышении ошибкой заданного порога, что позволяет повысить надёжность систем управления перемещением.

ЛИТЕРАТУРА

1. Справочник по электрическим машинам (в 2 томах). Под общ. ред. И.П. Копылова и Б.К. Клокова. Том 1. Энергоатомиздат. 1988.
2. Антонов М.В., Герасимова Л.С. Технологии производства электрических машин. Энергоатомиздат. 1982.
3. Основы обработки данных. Вычисление элементарных функций. <http://bobysh.ru/referat/69/16419/1.html>
4. Проектирование алгоритма вычисления элементарной функции с использованием таблично-алгоритмического метода. <http://knowledge.allbest.ru/programming/c-2c0b65635b2ad78a5c53a88521306c26.html>
5. RDC-19220/2/4 Series. 16-Bit Monolithic Tracking Resolver (LVDT)-To-Digital Converter. Data Device Corporation. 1999.
6. www.aeroflex.com/ams/pagesproduct/prods-hirel-rdc.cfm
7. AD2S1210. Variable Resolution. 10-Bit to 16-Bit R/D Converter with Reference Oscillator. Rev2. Analog Devices. Inc. 2010.
8. Павел Лагузов. Преобразователи сигнала LVDT-датчика от Analog Devices. Мир электронных компонентов. Выпуск 1. 2009.

Инерциальные датчики и модули на основе МЭМС

Дмитрий Данильцев, Андрей Михеев, Олег Греков (г. Москва)

В статье представлен обзор гироскопических датчиков на основе МЭМС зеленоградской компании ООО «Лаборатория Микроприборов». Приведена история создания чувствительных элементов в МИЭТ, описаны исполнения датчиков, их основные характеристики и разрабатываемые на их основе продукты.

Инерциальные датчики на основе микроэлектромеханических систем (МЭМС) уже довольно давно пользуются большой популярностью и используются во множестве как специальных устройств, так и для более широкого применения. Точностные характеристики микромеханических датчиков постоянно улучшаются. Всё чаще датчики угловой скорости (ДУС) на основе МЭМС находят применение там, где раньше использовались волоконно-оптические гироскопы, значительно превышающие микромеханические

ДУС по массогабаритным характеристикам и стоимости. В качестве примеров можно привести гиросtabilизированные оптические приборы, антенны, платформы, системы умерения качки скоростных судов, гироскопы и системы ориентации малых спутников.

С конца 1990-х годов в Национальном исследовательском университете «МИЭТ» под руководством профессора С.П. Тимошенко активно велись работы по созданию кремниевых чувствительных элементов (ЧЭ) гироскопов

и акселерометров (см. рис. 1) и систем на основе МЭМС.

Базируясь на научных изысканиях МИЭТ, зеленоградская компания «Лаборатория Микроприборов» начала разработку и производство инерциальных приборов. Первым продуктом стал одноосный микромеханический датчик угловой скорости (ДУС) серии ММГК (см. рис. 2) с ЧЭ, разработанным и изготовленным в МИЭТ. Этот ЧЭ имеет сложную структуру с распределённой инерциальной массой, что позволяет обеспечить большую виброустойчивость по сравнению с массовыми датчиками западных производителей. Используемая технология корпусирования ЧЭ позволила обеспечить высокую добротность, что в первую очередь отразилось на точностных характеристиках. Преимуществом ДУС ММГК является возможность настройки диапазона измерения под задачи заказчика и возможность поставки в нескольких типах корпуса. Информация выдается датчиком в аналоговом (напряжение) представлении. ММГК работает в промышленном диапазоне температур, имеет выход датчика температуры и функцию *Selftest* для определения работоспособности микромеханической части и электроники. Основные характеристики ДУС ММГК представлены в таблице 1.

Полоса пропускания и влияние вибрации на ДУС ММГК с диапазоном измерения $\pm 100^\circ/\text{с}$ представлено на рисунках 3, 4, 5 и 6.

При синусоидальной вибрации амплитудой 10g с частотой 20...2000 Гц фиксировались следующие значения:

- увеличение шума в 4 раза – с $0,02(^\circ/\text{с})/\sqrt{\text{Гц}}$ до $0,08(^\circ/\text{с})/\sqrt{\text{Гц}}$;
- смещение нуля на $0,05^\circ/\text{с}$;
- шум, зависящий от вибрации – $0,008(^\circ/\text{с})/\sqrt{\text{Гц}}/\text{g}$;
- нулевой сигнал, зависящий от вибрации – $0,005(^\circ/\text{с})/\text{g}$.

Зависимость выходного сигнала от линейного ускорения (в диапазоне 0...200g):

- коэффициент зависимости выходного сигнала от ускорения по оси X – $K_{ax} = 0,01(^\circ/\text{с})/\text{g}$;

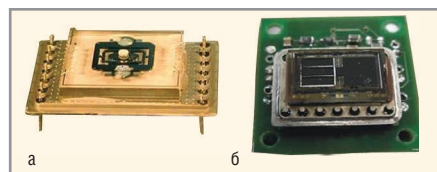


Рис. 1. Внешний вид ЧЭ гироскопа (а) и акселерометра (б)

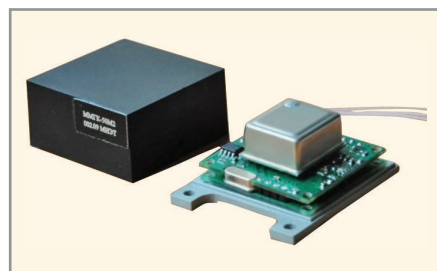


Рис. 2. ММГК в бескорпусном исполнении

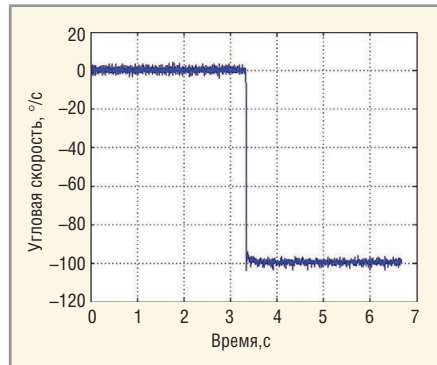


Рис. 3. Реакция датчика на ступенчатое воздействие

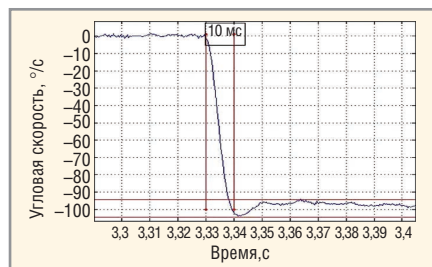


Рис. 4. Переходная характеристика датчика

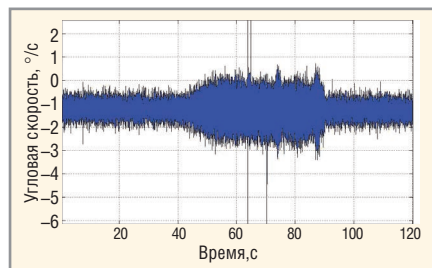


Рис. 5. Реакция на синусоидальную вибрацию в полосе 100 Гц

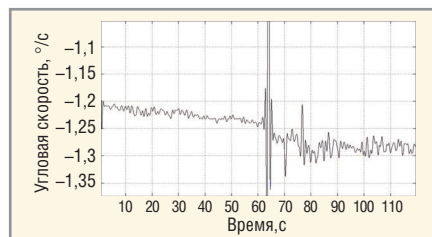


Рис. 6. Реакция на синусоидальную вибрацию в полосе 1 Гц

- коэффициент зависимости выходного сигнала от ускорения по оси Y – $K_{ay} = 0,08 (^{\circ}/c)/g$.

Плотное сотрудничество с МИЭТ и использование испытательной базы института (см. рис. 7) позволяет быстро изготавливать прототипы датчиков, настраивать и калибровать их. В то же время разработанные программы и методики калибровки позволяют автоматизировать процесс испытания серийных датчиков и инерциальных систем. Стандартная процедура калибровки для серий ТГ75 и ММГК занимает 7 ч, в результате чего определяются его шумовые характеристики, нестабильность дрейфа нулевого сигнала (см. рис. 8), масштабный коэффициент.

Совершенствование конструкции ЧЭ и схем обработки позволили ко второй половине 2013 года создать новый трёхосный гироскопический модуль ТГ-75С с диапазоном измерения $75^{\circ}/c$. Новый датчик (см. рис. 9), помимо трёх измерительных осей (для заказа доступны и одно-, и двухосевые исполнения), получил цифровой выход сигнала (RS-232), пыленепроницаемый влагозащищённый корпус, сертифицированный по IP65, и вписался практически в такие же габариты, как и ММГК. Была снижена фазовая задержка и увеличена полоса пропускания датчика.

ТГ-75С обеспечивает выдачу информации по 4 аналоговым каналам одновременно. Из них три канала предназначены для измерения угловых скоростей и один канал – для температуры внутри корпуса датчика. Параметры аналоговых каналов приведены в таблице 2.

Модуль ТГ-75С рассчитан на использование в системах стабилизации, ориентации, инерциальной навигации в судостроении, авиации и наземной технике и для своего класса приборов отличается привлекательной ценой.

В планах компании к лету 2014 года вывести на рынок инерциальный модуль (см. рис. 10), содержащий в себе гироскопы и акселерометры, разработанные и произведённые в МИЭТ и магнитометры. Помимо выходных данных самих датчиков, в инерциальном модуле будут реализованы алгоритмы гировертикали и гирокурсовертикали, представляющие на выходе данные об углах крена, тангажа и рысканья как для статических, так и для динамических объектов.

Совместно с МИЭТ ведётся инициативная работа над созданием бесплатформенной инерциальной навигационной системы (БИНС).



Рис. 7. Поворотный стол с термокамерой

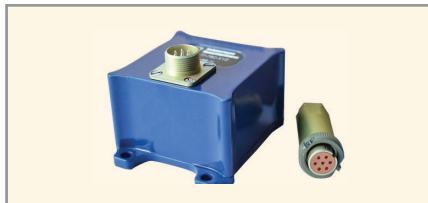


Рис. 9. ДУС ТГ-75С

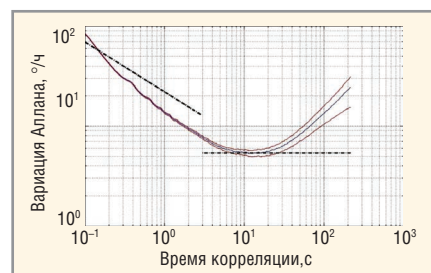


Рис. 8. Диаграмма Аллана ДУС ММГК с диапазоном измерения $200^{\circ}/c$



Рис. 10. Прототип гировертикали

Таблица 1. Параметры аналогового канала угловой скорости ДУС ММГК с диапазоном измерения $100^{\circ}/c$

Параметр	Значение		
	минимальное	нормальное	максимальное
Диапазон выходных напряжений, В	0		5
Ток нагрузки, мА		30	40
Время готовности после включения питания, с			1
Нулевые сигналы угловой скорости (относительно 2,5 В), $^{\circ}/c$		2,4	
Полоса пропускания ¹ , Гц		50	
Масштабные коэффициенты угловой скорости ² , мВ/($^{\circ}/c$)	22		25
Нелинейность передаточных функций по всем осям, %		0,03	
Случайное угловое блуждание, $^{\circ}/\sqrt{ч}$			0,4
Спектральная плотность шума, $(^{\circ}/c)/\sqrt{Гц}$			0,02
Случайная составляющая нулевого сигнала, $^{\circ}/ч$			100
Нестабильность нуля по Аллану, $^{\circ}/ч$			10
Тренд нулевого сигнала ² , $(^{\circ}/ч)/ч$			15
Чувствительность к ускорению, $(^{\circ}/c)/g$			0,01
Неортогональность оси относительно основания датчика, $^{\circ}$			2

¹ По уровню АЧХ –3 дБ.

² Максимальное значение тренда нулевого сигнала и пределы масштабных коэффициентов указаны по модулю.

Таблица 2. Параметры аналоговых каналов угловых скоростей ДУС ТГ-75С

Параметр	Значение		
	минимальное	нормальное	максимальное
Диапазон выходных напряжений, В	0		3,3
Ток нагрузки, мА			30
Время готовности после включения питания, с			1
Нулевые сигналы угловой скорости (ВОХ, ВОУ, ВОЗ, относительно 1,65 В), $^{\circ}/c$	-5		5
Полоса пропускания ¹ , Гц	90	100	150
Масштабные коэффициенты угловой скорости (КХ, КУ, КЗ) ² , мВ/($^{\circ}/c$)	21		22
Нелинейность передаточных функций по всем осям, %		0,1	0,2
Случайное угловое блуждание, $^{\circ}/\sqrt{ч}$			0,25
Спектральная плотность шума, $(^{\circ}/c)/\sqrt{Гц}$			0,004
Случайная составляющая нулевого сигнала, $^{\circ}/ч$			32
Нестабильность нуля по Аллану, $^{\circ}/ч$		5	8
Тренд нулевого сигнала ² , $(^{\circ}/ч)/ч$			25
Чувствительность к ускорению, $(^{\circ}/c)/g$			0,077
Неортогональность осей ³ , $^{\circ}$			1

¹ По уровню АЧХ –3 дБ.

² Максимальное значение тренда нулевого сигнала и пределы масштабных коэффициентов указаны по модулю.

³ По дополнительному требованию заказчика возможно значительное снижение неортогональности измерительных осей за счёт калибровки на двухосном поворотном столе и программной компенсации.

Z-термисторы в системах регулирования температуры

Владислав Зотов (Москва)

В статье рассмотрены возможные схемы включения Z-термисторов в системы регулирования температуры с дистанционным управлением.

Введение

Системы контроля и регулирования температуры в диапазоне $-40...+110^{\circ}\text{C}$ получили широкое распространение в различных отраслях промышленности: автомобилестроении, авиации, вычислительной технике, сельском и коммунальном хозяйстве, а также в различных бытовых приборах.

В последние годы актуальность проблемы регулирования температуры значительно возросла в связи с интенсивным развитием систем «умный дом». Для обеспечения комфортного проживания в жилых помещениях необходимо обеспечивать управление температурой, влажностью и составом воздуха. При этом большое значение имеет экономия электрической и тепловой энергии. Управление температурой, а также другими параметрами, желательно осуществлять дистанционно, например с помощью мобильного телефона.

Точное количество выпускаемых в настоящее время различных систем температурного контроля и близких к ним по характеру функционирования приборов оценить весьма сложно, но можно утверждать, что оно составляет около миллиарда штук в год. Цена температурных датчиков, используемых в этих системах (в основном, NTC-термисторов – резисторов с отрицательным температурным коэффициентом сопротивления), колеблется в пределах от \$0,5 до \$5 за штуку.

В зависимости от назначения, системы температурного контроля различаются по своей структуре, составу оборудования и выходным техниче-

ским параметрам, но все они содержат блок управления с датчиком температуры, который в значительной степени определяет точность, быстродействие, надёжность и другие параметры системы. Принципиально, один и тот же блок управления может быть использован в системах различного назначения. Задачей блока является получение информации о температуре объекта и создание однозначного, не зависящего от помех сигнала управления, который может быть использован исполнительными устройствами.

Простейший механический блок управления содержит биметаллический температурный датчик. Единственным достоинством такого датчика является возможность его использования в качестве переключателя достаточно большой мощности (до нескольких киловатт) без дополнительных устройств коммутации. Надёжность и долговечность биметаллических датчиков весьма низкая из-за быстрого старения металлов. Кроме того, они обладают большим и принципиально неустраняемым температурным гистерезисом, достигающим десяти и более градусов Цельсия, и невысокой точностью срабатывания ($\pm 3...5^{\circ}\text{C}$). Для систем с дистанционным управлением такие датчики непригодны.

Резистивные датчики температуры

Несомненно, более совершенными во всех отношениях являются блоки управления, основой которых являются NTC-термисторы. Эти приборы, изготовленные на основе различных

сплавов и химических соединений, в настоящее время в огромных количествах выпускаются многими зарубежными и российскими фирмами. NTC-термисторы не могут работать в качестве управляющего элемента, поскольку для получения сигнала управления (как правило, скачка напряжения амплитудой $1...3\text{ В}$) должна быть использована электронная схема, преобразующая изменение сопротивления термистора в напряжение или ток.

Наиболее распространённым преобразователем сопротивления в напряжение является мостовая резистивная схема с NTC-термистором в одном плече. Мост сбалансирован при заданной температуре. При повышении/понижении температуры сопротивление термистора уменьшается/увеличивается и появляется напряжение разбаланса, которое усиливается и поступает на схему, вырабатывающую сигнал управления (скачок напряжения), например триггер Шмитта (см. рис. 1). Электронная часть мостового датчика температуры, как правило, реализована в виде специализированной ИС.

Точность поддержания температуры блоками управления с NTC-термисторами составляет порядка единиц градусов Цельсия. Повышение точности возможно путём усложнения схемы, что ведёт к удорожанию аппаратуры. Для систем регулирования температуры с дистанционным управлением они малоприменимы из-за сложности перестройки целевого значения (уставки) температуры в широком диапазоне.

Полупроводниковые датчики температуры

В качестве термочувствительного элемента в блоке управления также может быть использована специализированная ИС со встроенным датчиком на полупроводниковом p-n-переходе. Такое решение в ряде случаев проще и дешевле схемы с NTC-термистором и широко используется для управления локальным принудительным охлаждением РЭА. Порог срабатывания и гистерезис устанавливаются внешним резистивным делителем напряжения.

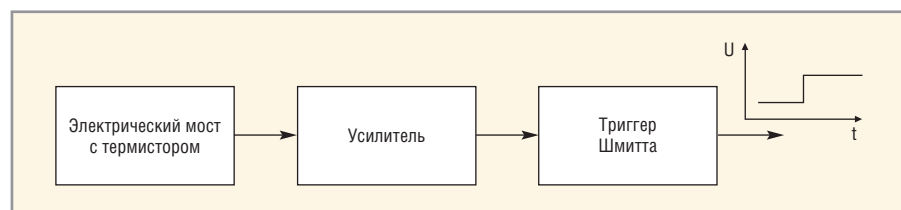


Рис. 1. Схема включения NTC-термистора

Датчики температуры на Z-термисторах

В конце 1990-х годов были разработаны полупроводниковые преобразователи температуры (Z-термисторы), которые не только реагируют на изменение температуры в диапазоне $-40...+110^{\circ}\text{C}$, но и вырабатывают сигнал управления при заданном значении температуры без дополнительных электронных схем [1–8]. Значение температуры срабатывания задаётся амплитудой питающего напряжения. В зависимости от требований пользователя, сигнал управления может быть получен как в аналоговом виде (скачок напряжения в несколько вольт), так и в частотном виде (последовательность импульсов той же амплитуды, частота следования которых пропорциональна температуре). Z-термисторы могут работать при питании и постоянным, и переменным током с частотой до 30 кГц.

Конструктивно Z-термисторы представляют собой кремниевые пластины толщиной менее одного миллиметра и сторонами 2×2 мм и 1×1 мм, которые заключены в пластмассовый корпус с жёсткими выводами либо снабже-

ны гибкими выводами с покрытием из кремнийорганической смолы.

Для надёжного функционирования Z-термисторы не требуют экранирования и использования соединительных проводников строго определённой длины. Рабочие токи Z-термисторов находятся в пределах от долей до единиц миллиампер. Базовые амплитуды питания, по желанию пользователя, могут быть сделаны (технологически) от 1 до 100 и более вольт. Под термином «базовая амплитуда питания» в данном случае понимается значение амплитуды приложенного к Z-термистору напряжения (+ к р-области), при котором он срабатывает (переходит в состояние с большим током) в условиях стандартной «комнатной температуры» («Room Temperature») $20 \pm 1^{\circ}\text{C}$.

Быстродействие или время реакции на изменение температуры не превышает 1 с. Скорость срабатывания Z-термистора, или время перехода из состояния с малым током (до 200 мкА) в состояние с большим током (единицы мА, в зависимости от величины нагрузочного резистора), составляет 2...5 мкс. Для систем регулирова-

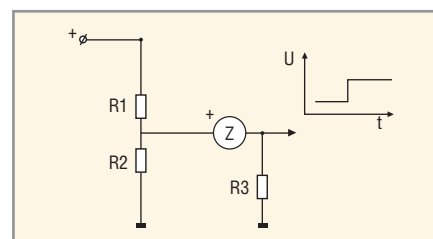


Рис. 2. Схема включения Z-термистора с большим гистерезисом

ния температуры с дистанционным управлением Z-термисторы наиболее пригодны, т.к. позволяют задавать температуру путём установки питающего напряжения (постоянного либо переменного).

Несмотря на очевидные достоинства Z-термисторов, диапазон их применения в настоящее время ограничен. Это объясняется рядом причин, основная из которых – неординарность функционирования этих приборов. Для их эффективной эксплуатации в различных системах контроля, регулирования и измерения температуры в ряде случаев требуется отказ от привычных стереотипов при реализации схемных решений. Далее будут приведены схе-

Работа или простой
**ОТ ЭТОГО
ЗАВИСИТ
РЕЗУЛЬТАТ**

Только в новых инфракрасных камерах Fluke есть автоматическая фокусировка LaserSharp™ для постоянной фокусировки.
Каждый раз. Всегда.

FLUKE



Посмотрите автофокусировку LaserSharp в действии: www.fluke.ru/autofocus

Реклама



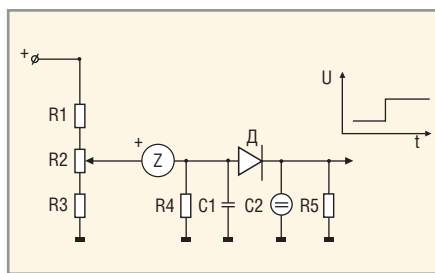


Рис. 3. Схема включения Z-термистора в частотном режиме работы

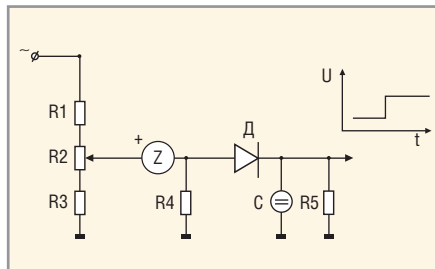


Рис. 4. Схема включения Z-термистора при использовании переменного напряжения питания

мы включения Z-термисторов в качестве датчиков в системах контроля температуры.

Как уже было отмечено, Z-термисторы могут работать как при постоянном напряжении питания, так и переменном практически любой формы. Рассмотрим несколько вариантов включения Z-термисторов при различных видах питающего напряжения. Схема включения для постоянного напряжения питания, принципиально обладающая большим

температурным гистерезисом, достигающим десятков градусов Цельсия, приведена на рисунке 2. Здесь резисторы R1 и R2 служат для установки значения температуры срабатывания Z-термистора. Резистор R3 ограничивает ток через Z-термистор при его переключении; он также является нагрузочным резистором, с которого снимается скачок напряжения. Точность срабатывания схемы достигает десятых и сотых долей градуса Цельсия. Схема чрезвычайно проста, не требует экранирования, Z-термистор может быть вынесен на любое требуемое расстояние произвольно взятым проводником. Амплитуда выходного сигнала составляет единицы вольт при рабочих токах 0,2...2,0 мА. Для коммутации больших токов на выходе схемы может быть использован полевой транзистор. Такая схема включения хорошо подходит для систем «умный дом», пожарной сигнализации, аварийного отключения дорогих приборов и агрегатов при перегреве.

На рисунках 3 и 4 приведены схемы включения Z-термистора для работы в безгистерезисном режиме [7]. Здесь резисторы R1 и R3 служат для выделения предельных значений и ширины поддиапазона температур, в пределах которого необходимо осуществлять поддержание желаемой температуры (например, +17...+30°C в салоне автомобиля). Значение уставки регулируется резистором R2.

В схеме, показанной на рисунке 3, использован частотный режим работы Z-термистора [6, 7]. При подключении емкости C1 параллельно нагрузочному резистору R4 Z-термистор начинает генерировать импульсы при достижении заданной температуры. Далее через разделительный диод D они поступают на сглаживающий фильтр R5C2 и в виде скачка напряжения в несколько вольт – на выход схемы управления. Частотный режим работы Z-термистора также может быть использован для формирования цифрового управляющего сигнала.

На рисунке 4 приведена схема включения Z-термистора при использовании синусоидального напряжения. В данном случае Z-термистор работает от положительной полуволны напряжения, не реагируя на отрицательную. При значении температуры, соответствующей установленной амплитуде синусоидального напряжения, на вершинах полуволны синусоиды Z-термистор срабатывает, и на нагрузочном резисторе возникают прямоугольные импульсы напряжения. Сглаживающим фильтром R5C последовательность импульсов преобразуется в управляющий скачок напряжения.

ЛИТЕРАТУРА

1. Зотов В.Д. Полупроводниковые структуры и способы управления проводимостью полупроводниковых структур. А.С. СССР № 1739402. 1992.
2. Semiconductor Structures, Methods for Controlling Their Conductivity and Sensing Elements Based on These Semiconductor Structures. Patent USA 5,742,092. 1998.
3. Zotov V.D. et al. Z-sensors for Magnetic Field and Temperature Threshold Measurements. Pros. ISMCR-94. Brussels, Belgium. 1994.
4. Зотов В.Д. Z-термисторы – новый класс температурных сенсоров. Chip News. № 9. 1998.
5. Зотов В.Д. Z-термисторы – новые возможности в измерении, контроле и регулировании температуры. Датчики и системы. № 3. 2000.
6. Зотов В.Д., Кравченко А.М., Миронова П.В. Z-термисторы в режиме генератора импульсов. Chip News. № 1. 2001.
7. Зотов В.Д. Автоматический регулятор температуры на Z-термисторе. Датчики и системы. № 7. 2002.
8. Зотов В.Д. Z-сенсоры – перспективное направление развития полупроводниковой микроэлектроники. Современная электроника. № 7. 2013.



**СРЕДСТВА КОНТРОЛЯ
МАГНИТНОГО МОМЕНТА
ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКИХ ИЗДЕЛИЙ**

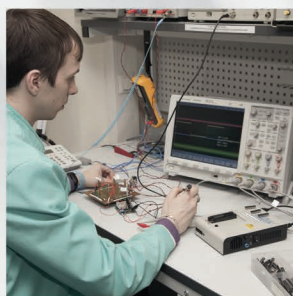
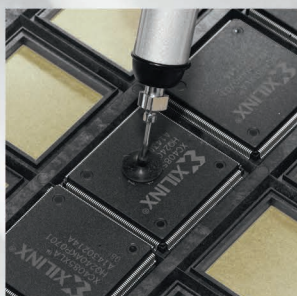
**МАГНИТОМЕТРЫ
СРЕДСТВА
КАЛИБРОВКИ**

**от отечественного
производителя**

ООО «НПО ЭНТ»
г. Санкт-Петербург,
ул. 2-я Алексеевская, д. 7, пом. 4
тел./факс: (812) 301-8693
E-mail: info@nvlaboratory.spb.ru
http://www.nvlaboratory.spb.ru/



КОМПЛЕКСНАЯ ПОСТАВКА И СЕРТИФИКАЦИЯ ЭКБ



УСЛУГИ:

ЗАО «ТЕСТПРИБОР» осуществляет:

- **комплексные поставки** высоконадежной электронной компонентной базы (ЭКБ) для специального и промышленного применения;
- **сертификационные испытания** ЭКБ ИП;
- **дополнительные испытания** ЭКБ ОП;
- **техническое сопровождение при поставках ЭКБ:**
 - выбор ЭКБ,
 - подбор замен при устаревании;
- **техническое сопровождение при сертификации ЭКБ:**
 - подготовка проектов «Решений о порядке применения ЭКБ...»,
 - анализ перечня, применяемой ЭКБ.

АККРЕДИТАЦИЯ:

Компания «ТЕСТПРИБОР» аттестована:

- в системе «Военэлектронсерт» как второй поставщик на право закупки, хранения и поставок ЭКБ;

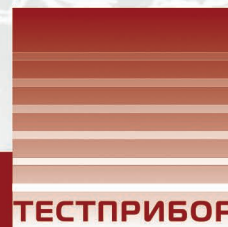
а также имеет лицензии:

- Федерального космического агентства;
- УФСБ РФ, на выполнение работ, связанных с использованием сведений, составляющих государственную тайну.

ИСПЫТАТЕЛЬНЫЙ ЦЕНТР (ИЦ) КОМПАНИИ «ТЕСТПРИБОР» аттестован:

- в системе «Военэлектронсерт»;
- в системе «Военный регистр»;
- в авиационном регистре межгосударственного авиационного комитета (АР МАК).

Контроль выполнения работ со стороны МО РФ осуществляет 430 ВП МО РФ.



Новости мира News of the World Новости мира

К 2016 году доля молодых специалистов на предприятиях «Росэлектроники» увеличится до 44%

К 2016 году «Росэлектроника» (входит в Госкорпорацию «Ростех») планирует увеличить показатель численности специалистов холдинга в возрасте до 39 лет с 34% (данные на 1 января 2013 года) до 44% от численности всего персонала холдинга. Столь значительный рост будет обусловлен реализацией масштабного комплекса мер по поддержке и работе с молодыми кадрами.

В частности, к 2016 году число специалистов «Росэлектроники» моложе 30 лет вырастет с 18 до 25%, число специалистов в возрасте 30–39 лет – с 15 до 19%.

В рамках реализации кадровой политики одним из основных приоритетов холдинга является работа по расширению сотрудничества с вузами и средними специальными учебными заведениями. Большое внимание уделяется улучшению условий труда и увеличению заработной платы сотрудников.

По словам генерального директора «Росэлектроники» Андрея Зверева, на данный момент создан значительный кадровый потенциал – большое число высококвалифицированных инженеров и производственников, высококлассная база научных сотрудников. Среди работников холдинга – 409 кандидатов и 77 докторов наук. Среднесписочная численность компании составляет 37 236 человек.

Для стимулирования интереса у студентов к перспективной работе на предприятиях холдинга «Росэлектроника» проводит конкурс «IT-прорыв». Цель конкурса – найти и поддержать будущих специалистов в области IT. С момента старта конкурса в сентябре 2013 года было проведено 7 региональных этапов, на которых прошли отбор более 300 работ студентов более чем 40 вузов страны.

Успешно действуют программы по целевой подготовке специалистов, организации обучения аспирантов, повышению квалификации и профессиональной переподготовке. Совместно с вузами созданы исследовательские центры, в которых ведутся

разработки технологий перспективного производства для их последующего внедрения в промышленность. Одним из мероприятий по развитию кадрового потенциала молодых сотрудников предприятий является активное участие холдинга «Росэлектроника» в подготовке и организации форума «Инженеры будущего». Цель форума – обмен знаниями и консолидация усилий молодых специалистов и представителей высших учебных заведений для решения задач, направленных на развитие предприятий промышленного комплекса.

Особое внимание уделяется увеличению заработной платы за счёт увеличения производительности труда при внедрении новых производственных технологий. На данный момент есть все условия для того, чтобы эффективный специалист получал зарплату на уровне работников коммерческих структур с идентичным профилем деятельности. Такая возможность достигается благодаря постоянному росту квалификации специалиста, а также эффективной работе по существующим заказам.

www.ruselectronics.ru

ProCHIP

POWERED BY ProSOFT

Активный компонент вашего бизнеса

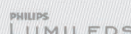
- + Различные решения по подбору элементной базы
- + Осуществление поставок комплектующих для серийного производства и новых разработок
- + Поддержка склада
- + Оказание технической и информационной поддержки



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



Реклама



Новости мира News of the World Новости мира

Новые функции осциллографов начального уровня для повышения производительности и расширения областей их применения

Компания Tektronix Inc., ведущий мировой производитель осциллографов, анонсирует выпуск 2-канальных осциллографов серий TBS1000B-EDU и TBS1000B. Всесторонние улучшения, в числе которых 7-дюймовый дисплей высокого разрешения, двухканальный частотомер и 34 вида автоматизированных измерений, позволяют рекомендовать эти новые осциллографы начального уровня с оптимальным соотношением цена-качество для использования студентами и преподавателями в учебных лабораториях. Представленные осциллографы также могут быть полезны в научно-исследовательских и опытно-конструкторских работах благодаря поддержке широкого диапазона коммерческих приложений.

Осциллографы серии TBS1000B-EDU – первые в мире промышленные осцилло-

графы с интегрированным ПО, разработанным для повышения эффективности обучения студентов и уменьшения времени, необходимого для подготовки преподавателей к лабораторным работам и выполнения этих работ. Используя интегрированное ПО для обучения, преподаватели могут просматривать материалы лабораторных работ с помощью осциллографа, а студенты – легко получать результаты эксперимента непосредственно с прибора.

Для распространения программ обучения компания Tektronix разрабатывает интегрированную экосистему контента, содержащую компьютерное приложение для редактирования обучающего ПО и раздел на сайте Tektronix, с которого контент предварительно составленного курса обучения может быть загружен в осциллограф серии TBS1000B-EDU для бесплатного использования. Такая платформа позволяет преподавателям создавать собственный учебный материал, который может быть просмотрен на экранах любых осциллографов серии TBS1000B-EDU, и обмениваться этим материалом со своими коллегами.



Осциллографы серий TBS1000B-EDU и TBS1000B задают новый уровень характеристик и функциональности в своём сегменте рынка. Отличительные особенности этих приборов – постоянная частота дискретизации до 2 Гвыб./с, при которой 10-кратная передискретизация обеспечивается одновременно во всех каналах, 7-дюймовый дисплей WVGA высокого разрешения и 34 вида автоматизированных измерений для повышения производительности. Верхняя граница полосы пропускания различных моделей лежит в диапазоне от 50 до 200 МГц.

Все модели осциллографов имеют неограниченную пятилетнюю гарантию, что беспрецедентно для приборов такого класса.

www.tektronix.ru



bulgin

a brand of Elektron Technology

Компактнее. Легче. Надёжнее.

Разъёмы серии 7000 Виссaneer от Bulgin

Технические характеристики:

- Металлический корпус (или пластиковый)
- Степень защиты от влаги и пыли IP68, IP69K
- 2, 3, 6, 10, 32 контакта
- Миниатюрный и компактный дизайн
- До 25 А, 600 В
- Механизм фиксации – байонет



ОФИЦИАЛЬНЫЙ ДИСТРИБЬЮТОР КОМПАНИИ BULGIN НА ТЕРРИТОРИИ РОССИИ И СТРАН СНГ

ProSOFT®
COMPONENTS

АКТИВНЫЙ КОМПОНЕНТ ВАШЕГО БИЗНЕСА

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



Реклама

Советы по обеспечению совместимости оборудования различных производителей в системах на базе PXI

Алан Леско, Agilent Technologies

Создатели системных решений часто используют контрольно-измерительное оборудование, содержащее множество аппаратных и программных компонентов. Одним из основных преимуществ промышленных стандартов является возможность применения компонентов, выпускаемых разными производителями. Успех и надёжность интеграции решения на базе оборудования нескольких различных производителей зависят от механической, электрической и программной совместимости компонентов.

Обеспечение совместимости является одной из основных целей любой организации по стандартизации. В случае PXI ситуация усложняется за счёт существования нескольких стандартов. Например, шасси, контроллеры и измерительные приборы отвечают требованиям спецификаций, поддерживаемых тремя разными организациями: Группой специальных интересов по обеспечению взаимодействия периферийных компонентов (PCI-SIG), Группой производителей промышленных компьютеров PCI (PICMG) и Альянсом систем PXI (PXISA).

PXISA объединяет компоненты в стандарте PXI, создавая основу для обеспечения совместимости продукции разных производителей. Чем точнее производители будут следовать стандарту, тем с большей вероятностью пользователь получит надёжную систему с действительно совместимыми составляющими системных

решений. Чтобы помочь системным инженерам и конечным пользователям в достижении этой цели, настоящая статья предлагает советы, касающиеся четырёх ключевых компонентов каждой системы: шасси, модулей, контроллеров и программного обеспечения.

Некоторые аспекты совместимости

Стандарты PXI определяют три ключевых элемента: интерфейс, конструктив и временные характеристики. Спецификации интерфейса и взаимодействия взяты из стандартов PCI и PCI Express (PCIe), стандарты на конструктив – из Compact PCI (cPCI), а временные характеристики и параметры синхронизации добавлены альянсом PXISA.

Системная шина основана на PCI и cPCI – той самой стандартной шине PCI, которая применяется уже несколь-

ко десятилетий. За долгие годы для этой шины были разработаны и отлажены все основные компоненты, такие как наборы микросхем, BIOS и стеки драйверов.

Остановимся подробнее на системной шине PXI, которая фактически является шиной PCI или PCI Express (PCIe). PCI представляет собой 32- или 64-разрядную параллельную шину, исходный коммуникационный уровень которой использован в спецификациях PXI. Первые изделия PXI, которые использовали параллельный обмен, называют теперь PXI-1. PCIe представляет собой высокоскоростную последовательную версию шины PCI. Она была добавлена в стандарт PXI недавно и известна под названием PXIe. В рамках модульного решения шина PXIe имеет три важных преимущества: высокую пропускную способность, передачу сообщений точка-точка и эффективную синхронизацию.

Признавая необходимость обратной совместимости, органы стандартизации определили базовую конструкцию PXI, поддерживающую устаревшие версии PXI-1 и современные производственные версии PXIe. Основной проблемой была организация способа передачи высокоскоростных сигналов PCIe при сохранении совместимости с 32-разрядной параллельной шиной. Этот вопрос рассматривается в следующем разделе.

Модули PXI выпускаются двух типов – 3U и 6U. Наиболее популярен размер 3U, особенно в формате 32-разрядного PXI-1, поэтому именно на нём мы и сосредоточимся в этой статье.

Другим важным физическим атрибутом являются разъёмы модуля, соединяющие его с объединительной платой. Модули трёх основных типов используют соответствующие разъёмы с четкой маркировкой:

- модули PXI-1 размера 3U оснащены разъёмами J1 (снизу) и J2 (сверху);
- модули PXI-1, совместимые с гибридным слотом, оснащены разъёмами J1 (снизу) и XJ4 (сверху);

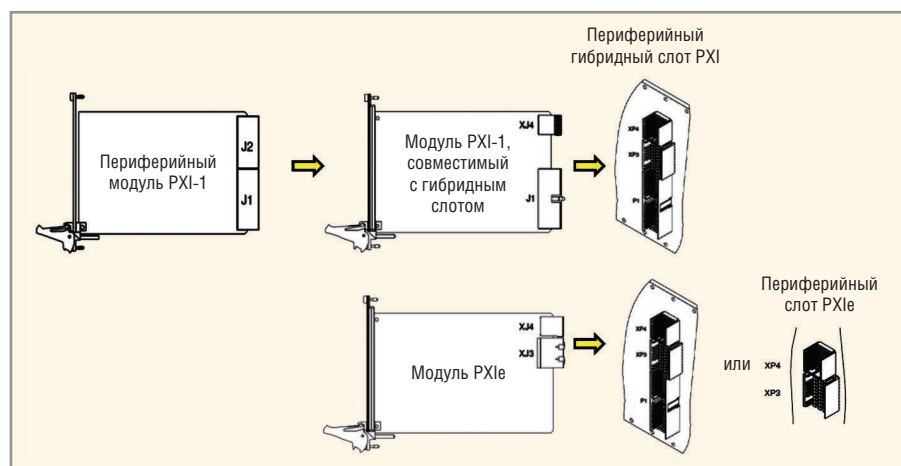


Рис. 1. Компоновка модуля PXI-1 (слева) и возможные модификации, обеспечивающие обратную совместимость

- модули PXIe оснащены разъёмами XJ3 (снизу) и XJ4 (сверху).

Подробное функциональное описание разъёмов можно найти на сайте PXISA (www.pxisa.org).

Обратная совместимость достигается за счёт передачи высокоскоростных сигналов PCIe через нижние контакты разъёма J2, которые не задействованы в 32-разрядных модулях PXI. В старых модулях PXI-1 эта часть разъёма J2 не используется. В новых модулях PXIe в этом месте стоит специальный разъём, рассчитанный на высокоскоростную передачу данных в соответствии со спецификациями шины PCIe. Модули PXI-1 в такой конфигурации называются модулями, совместимыми с гибридными слотами (см. рис. 1). Слоты шасси должны допускать установку модулей либо с гибридными разъёмами PXI-1, либо с разъёмами PXIe.

Важно отметить, что ранние версии модулей PXI-1 могут содержать разъёмы J1 и J2. Такие модули PXI-1 нельзя устанавливать в гибридные слоты. Сегодня большинство модулей PXI-1 рассчитано на гибридные слоты.

Советы по успешному обеспечению совместимости

Одним из преимуществ стандарта PXI является его способность выступать в роли буфера, отгораживающего создателей систем и конечных пользователей от большей части внутренних сложностей. И хотя это является реальным преимуществом PXI, опыт показывает, что учёт некоторых факторов может помочь в успешном обеспечении совместимости при использовании шасси, модулей, контроллеров и программного обеспечения различных производителей.

Советы, касающиеся шасси

С точки зрения оборудования, шасси является центральным узлом системы: в него устанавливаются модули и контроллеры. Сегодня выпускаются разные варианты шасси, в которые можно вставлять модули одного или нескольких типов: PXI-1, гибридные PXI или PXIe.

Совет 1. Для удовлетворения текущих и будущих требований выбирайте шасси с большим числом гибридных слотов (см. рис. 2). Это позволит устанавливать модули в любой слот. Такая гибкость особенно важна для ВЧ- и СВЧ-модулей, которые критичны к месту установки и маршруту прохождения сигнала.

Совет 2. Для поддержки модулей PXIe с высокими скоростями обмена выбирайте шасси, поддерживающее 8 линий передачи (x8 PCIe) и скорости передачи PCIe Gen 2. Кроме того, спецификации PXIe допускают применение двухканальных и четырёхканальных коммутаторов PCIe. Выбор шасси, поддерживающего обе конфигурации, позволит достичь максимальной пропускной способности.

Советы, касающиеся модулей

Одним из преимуществ любой модульной архитектуры является потенциальная возможность повторного применения имеющихся модулей в новых решениях. При создании системы должно выполняться как минимум два требования. Во-первых, шасси должно обладать обратной совместимостью со старыми стандартами, которые планируется применять (например, PXI-1 или гибридный PXI). Во-вторых, если нужна высокая производительность, может потребоваться покупка новых модулей. Высокая производительность может потребоваться при большой скорости измерений, высокой точности измерений, при работе с функциями обработки данных или других параметрах.

Совет 3а. Выбирайте модули PXI, совместимые с гибридными слотами PXI. Учтите, что некоторые старые модули PXI-1 могут быть несовместимы с гибридными слотами.

Совет 3б. Некоторые старые модули PXI-1 можно доработать и сделать их совместимыми с гибридными слотами. Обратитесь к поставщикам модулей и узнайте, предлагают ли они такую услугу.

Советы, касающиеся контроллеров

В зависимости от системных требований или сценария применения, система на базе PXI может использовать внешний или встроенный контроллер. На этот выбор влияет несколько факторов: размер и наличие свободного места в шасси, цена, вычислительная мощность, скорость обмена данными, возможность обновления и прочее.

Совет 4 (внешний контроллер). Выбирайте адаптер PCIe, способный работать с длинными линиями PCIe. Кроме того, этот адаптер должен иметь задающий генератор с хорошей развяз-

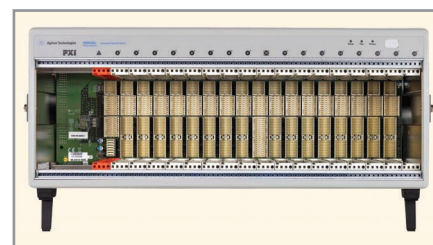


Рис. 2. Внешний вид 18-слотового шасси (содержит 16 гибридных слотов)

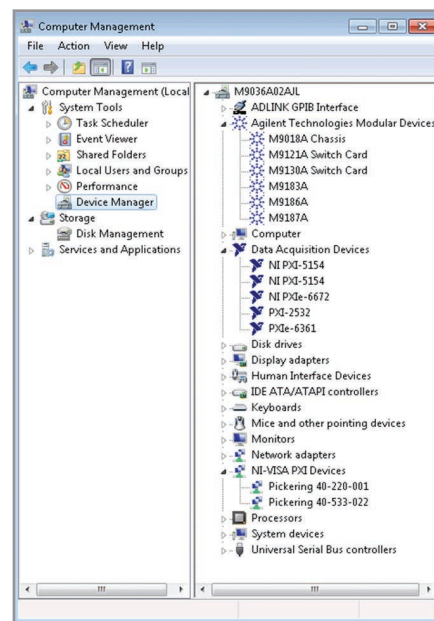


Рис. 3. Диспетчер устройств Windows, отображающий подключённые модули PXI

кой и малым джиттером (см. фазовым дрожанием).

Совет 5 (внешний контроллер). Выбирайте предварительно проверенный контроллер, BIOS и параметры сигналов которого пригодны для поддержки всех устройств в шасси PXIe.

Совет 6 (встроенный контроллер). Соблюдайте соответствие форматов. Шасси PXIe требует применения встроенного контроллера PXIe, а шасси PXI-1 требует контроллера PXI-1.

Советы, касающиеся программного обеспечения

Системное ПО может создаваться с помощью языков программирования в системе Windows или в интегрированных средах проектирования. Но в любом случае полезно не забывать о шасси PXI и модулях, которые будут выступать в роли высокопроизводительных периферийных устройств PCI. Перечисленные ниже ключевые детали помогут обеспечить корректную установку, взаимодействие и работу программного обеспечения.

Совет 7. Обеспечьте установку полного стека драйверов, включая

библиотеки VISA и драйверы модулей PXI. Стек драйверов гарантирует успешное взаимодействие с приборами PXI. Устанавливая драйверы, строго следуйте инструкциям производителя прибора.

Совет 8. Чтобы получить независимые от производителя представления, используйте диспетчер устройств Windows для определения присутствия установленных модулей PXI на шине PCI и наличия соответствующих драйверов (см. рис. 3).

Совет 9. В некоторых редких случаях драйвер периферийного модуля может попытаться управлять шасси, чтобы настроить линии запуска. В первую очередь это случается в синхронных конфигурациях с несколькими модулями. Поскольку в настоящее время этот уровень взаимодействия используется редко, любая попытка периферийного драйвера перехватить управ-

ление шасси может создать ошибку. К счастью, существуют способы решения этой проблемы, которые могут предлагаться производителями модулей или шасси.

Совет 10. Используйте предлагаемые производителем инструменты, такие как Agilent Connection Expert (ACE), для просмотра установленных в шасси модулей PXI.

Совет 11. Для быстрой проверки успешной установки оборудования и ПО используйте панели инструментов модулей. Кроме того, панели инструментов могут использоваться для окончательной проверки установки перед сдачей прикладного ПО.

Совет 12. Если вы используете синонимы имен VISA или дескрипторы ресурсов, используйте соответствующие инструменты производителя для присваивания этих атрибутов соответствующим модулям. Например, для

присвоения синонимов VISA приборам Agilent используйте только ACE.

Заглядывая в будущее

Преимущества модульного оборудования и совместимости его компонентов неоспоримы, даже если они осложняются возникающими проблемами. По мере того как производители будут всё тщательней реализовывать стандарты PXI на всех уровнях – в оборудовании и программном обеспечении – преимущества истинной совместимости изделий различных производителей будут реализовываться всё полнее. А пока приведённые здесь советы помогут избежать некоторых потенциальных проблем, возникающих до или в процессе интеграции системы.

Литература

1. www.agilent.com/find/pxi



Новости мира News of the World Новости мира

JTAG-контроллер XJLink2 3070 для системы внутрисхемного тестирования Agilent i3070 ICT

Компании XJTAG и Agilent Technologies сообщили о выходе JTAG-контроллера XJLink2 3070, который обеспечивает удобное применение в системах внутрисхемного тестирования печатных узлов i3070 ICT компании Agilent инструментов компании XJTAG, предназначенных для тестирования и программирования микросхем и электронных сборок. Комбинация технологии углублённого тестирования соединений разработки компании XJTAG и измерительные возможности систем i3070,

позволяющие работать с микросхемами без поддержки JTAG, делают обнаружение ошибок в работе электронных сборок проще, чем когда-либо.

Данный продукт предназначен преимущественно для рационализации поточного производства. Комбинация тестирования и программирования позволяет значительно сократить количество этапов и операций. Программирование устройств непосредственно при выполнении внутрисхемного тестирования обеспечивает повышение производительности.

JTAG-контроллер XJLink2 3070 обладает множеством настроек. Специальные возможности XJLink2 3070 позволяют повысить скорости программирования микросхем до теоретического максимума.

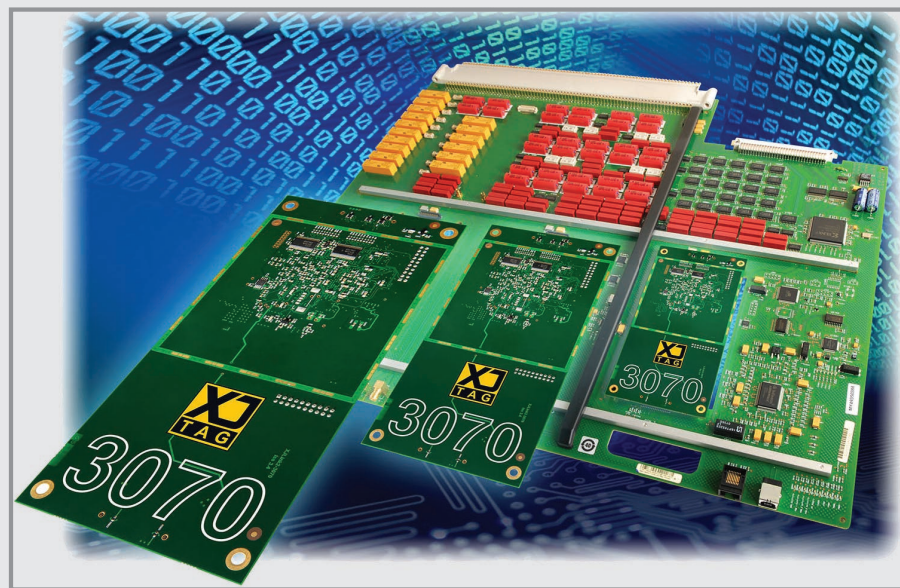
Контроллер XJLink2 3070 совместим со стандартом USB XJLink2, поэтому бракованные платы можно отлаживать, не проводя тестирование повторно.

Гибкая лицензия способствует простой организации работы и допускает автономную работу без необходимости подключения дополнительных аппаратных средств (dongles) или обеспечения сетевого доступа. В качестве альтернативы системы могут лицензироваться с сервера, что позволяет максимально задействовать продукты XJTAG без необходимости перемещать лицензированный контроллер между системами.

Контроллер XJLink2 3070 устанавливается в один слот коммуникационной платы системы Agilent i3070. Причём в одну и ту же коммуникационную плату или в несколько таких плат может быть установлено несколько контроллеров для расширения возможностей тестирования, что может потребоваться, например для тестирования групповых заготовок электронных сборок.

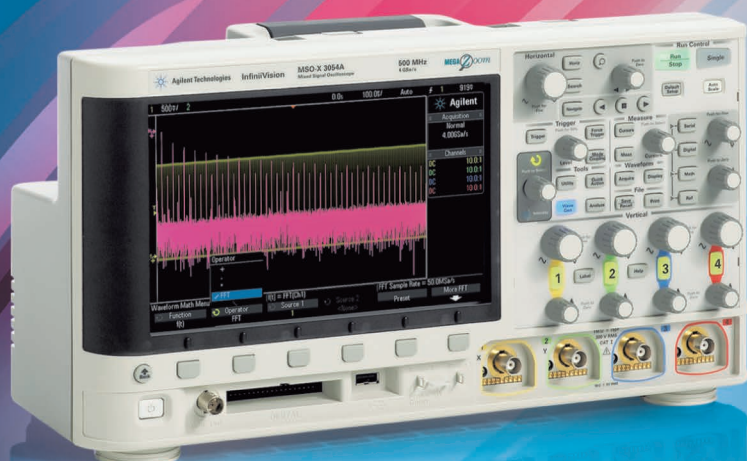
Дополнительную информацию можно получить на сайте

www.xjtag.com





Новая страница в истории осциллографов эконом-класса – теперь с полосой пропускания до 1 ГГц



Осциллографы серии X позволяют проводить более глубокий анализ сигналов благодаря патентованной технологии MegaZoom IV. Скорость обновления сигналов на экране прибора значительно превышает аналогичные показатели других осциллографов, что дает возможность исследовать тонкие детали сигналов и редко происходящие события. Воспользуйтесь всеми возможностями осциллографов серии X, включая модели с полосой пропускания 1 ГГц, по удивительно доступной цене.


Agilent Technologies
Авторизованный дистрибьютор

**С 1 марта 2013 года гарантия на всё
измерительное оборудование
Agilent Technologies**

составляет 3 года

Осциллографы серии X	2000X	3000X
Полоса пропускания	70, 100, 200 МГц	100, 200, 350, 500 МГц, 1 ГГц
Скорость обновления сигналов на экране (осциллограмм/с)	>50 000	>1 000 000
Экран	21,6 см	21,6 см
Встроенный генератор функций	Да	Да
Измерительные приложения	3	16



Санкт-Петербург
ул. Рентгена, д. 5Б
Тел./факс: (812) 702-12-66



Москва
Огородный проезд, д. 5
Тел./факс: (495) 645-20-02



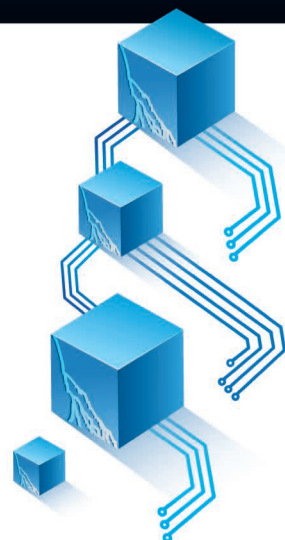
Нижний Новгород
пр. Гагарина, д. 50, корпус 15,
Тел./факс: (831) 464-97-27



pribor@dipaul.ru
www.dipaul.ru

Группа компаний «Диполь» создаёт и реализует высокотехнологичные проекты для радиоэлектронной промышленности России. В рамках этой деятельности мы осуществляем:

- Решение ключевых задач при создании предприятия по производству радиоэлектронной аппаратуры различного назначения
- Поиск инновационных технологий, их внедрение и адаптация для радиоэлектронного комплекса России
- Проектирование и строительство производственных помещений
- Модернизация и переоснащение предприятий для соответствия актуальным технологическим требованиям
- Научно-технический и технологический консалтинг
- Аудит производственных процессов предприятий, внедрение стандартов и методов контроля качества
- Образовательные и обучающие программы для специалистов электронной промышленности



Необычное управление таймером КР1006ВИ1

Андрей Кашкаров (г. Санкт-Петербург)

В статье описано несколько простых схем звуковой сигнализации на основе популярной микросхемы таймера и мигающих светодиодов.

ТИПОВАЯ СХЕМА ЗВУКОВОЙ СИГНАЛИЗАЦИИ НА ТАЙМЕРЕ

Применение мигающих светодиодов (МСД) – достаточно распространённая практика. Такие приборы по внешнему виду не отличаются от обычных, содержат светоизлучающий кристалл, микросхему ВЧ-генератора, делитель частоты и ключ на одной подложке. Устройства применяются

не только по прямому назначению, но и, например, в качестве датчика – прерывателя сигналов звуковой частоты. В устройствах световой и звуковой индикации однотонный звук часто утомляет, а между тем изменить ситуацию к лучшему несложно и под силу даже специалисту с небольшим опытом монтажа электронных элементов. Рассмотрим несколько примеров.

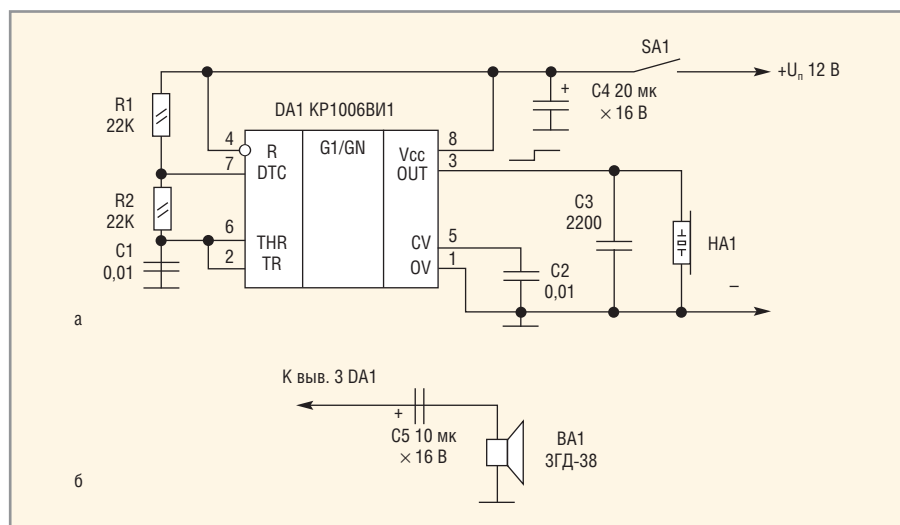


Рис. 1. Схема включения ИС таймера КР1006ВИ1 в режиме звукового генератора (а), подключение громкоговорителя (б)

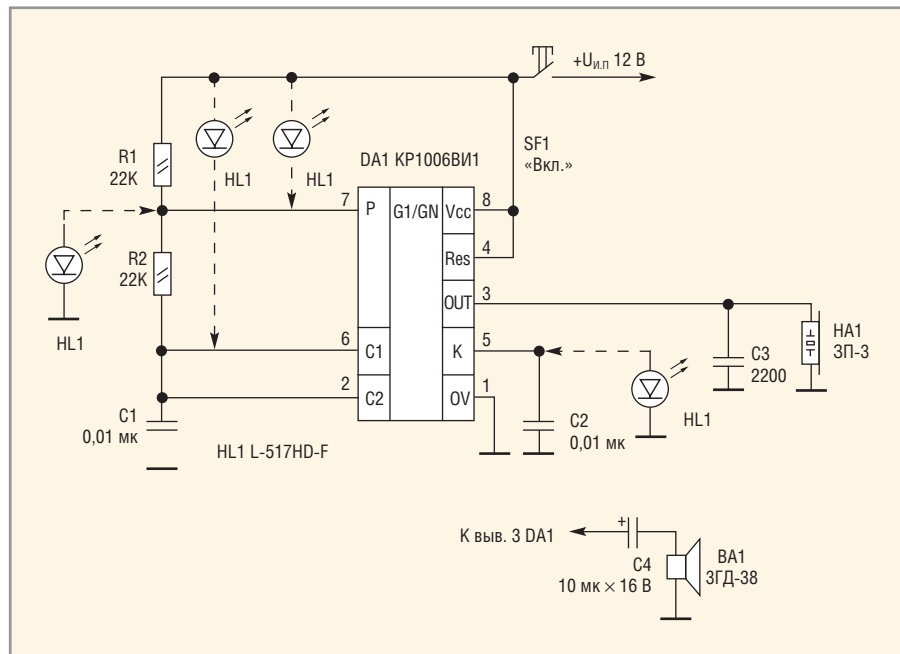


Рис. 2. Варианты подключения МСД в схему звукового генератора на таймере

Интегральная микросхема КР1006ВИ1 (КР1087ВИ2, NE555) часто используется в радиолюбительских конструкциях для генерации импульсов звуковой частоты с высоким содержанием гармоник. Такой генератор, реализованный по классической, многократно описанной в литературе схеме (см. рис. 1а), вырабатывает прямоугольные импульсы. Выходная частота импульсов генератора равна примерно 1200 Гц и зависит от элементов времязадающей цепи – сопротивления постоянных резисторов R1, R2 и ёмкости конденсатора C1. Частоту генератора можно изменять, увеличивая и уменьшая номиналы данных элементов.

Такой относительно простой генератор подходит для широкого круга устройств, в том числе звуковой сигнализации. Выход микросхемы КР1006ВИ1 позволяет подключать нагрузку с током потребления до 250 мА. Амплитуда сигнала на выходе генератора составляет примерно 70% напряжения питания U_н.

Для повышения громкости звука в 2–3 раза можно подключить динамическую головку мощностью 1...3 Вт (например, 3ГД-38, как показано на рис. 1б) с сопротивлением катушки не менее 8 Ом между общим проводом и выводом 3 микросхемы DA1. Разделительный конденсатор C4 ёмкостью 10...50 мкФ/16 В блокирует постоянную составляющую выходного напряжения.

СХЕМЫ ГЕНЕРАТОРОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МИГАЮЩИХ СВЕТОДИОДОВ И ФОТОРЕЗИСТОРА

На рисунке 2 показана простая схема включения генератора с обозначенными пунктиром вариантами подключения МСД. Рассмотрим её работу. В качестве излучающего элемента HA1 применён пьезоэлектрический капсюль 3П-3. В таком виде узел представляет собой сигнализатор однотонального сигнала, который приводится в действие включателем SF1.

Конденсатор C3, взаимодействуя с пьезоэлектрическим капсюлем HA1, способствует получению более приятного на слух звука. Громкость звучания пьезоэлектрического капсюля можно повысить, приближая частоту

генератора импульсов к резонансной частоте пьезоэлектрического капсюля HA1. В рамках нашего исследования мы продолжим знакомство с реакцией микросхемы KP1006BI1 на различные варианты включения светодиодов в её цепях.

Ток потребления базовой схемы генератора с пьезоэлектрическим излучателем составляет 8 мА. Вместо биполярной микросхемы KP1006BI1 можно использовать KP1441BI1 или зарубежные аналоги GLC555 и ICLM7555. В этом случае ток потребления снизится, т.к. эти ИС реализованы по технологии КМОП.

Небольшая доработка генератора позволяет расширить возможности базовой схемы и получить необычные звуковые эффекты – более привлекательные, чем однотонный звук. Применение МСД незначительно усложняет схему, но позволяет реализовать генератор прерывистого и многотонального сигнала. Ниже мы рассмотрим несколько вариантов подключения такого светодиода.

В качестве МСД HL1 использовался низковольтный прибор L517hD-F (сила

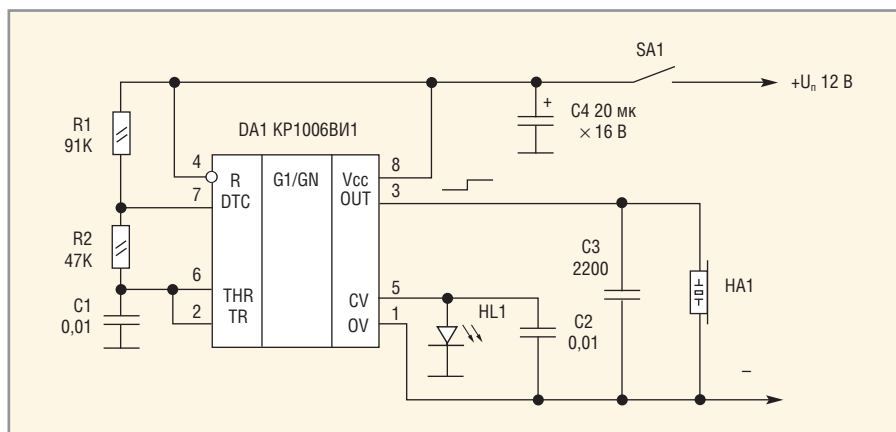


Рис. 3. Схема включения МСД параллельно конденсатору C2 (вариант 1)

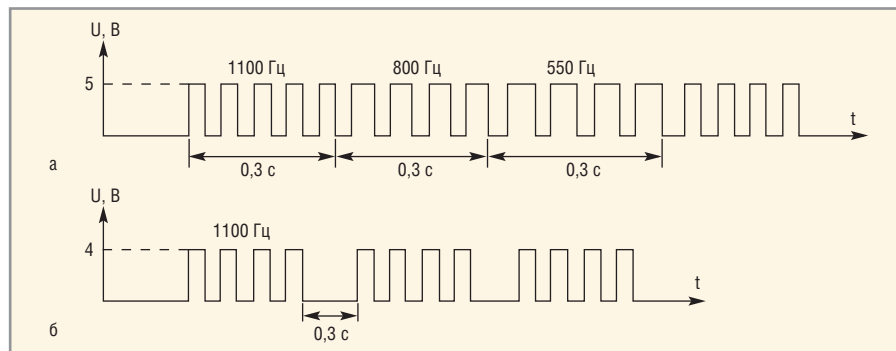


Рис. 4. Форма импульсов генератора по схеме на рисунке 3 с различным напряжением питания: а – $U_n = 5$ В; б – $U_n = 4$ В

Honeywell

EPSON

SICK

VISHAY®

BOURNS®
Reliable Electronic Solutions

TEC

MITSUBISHI ELECTRIC

TE
Authorized Distributor

muRata
Innovator in Electronics

Panasonic

FLUKE®

JAMICON®

MASTECH®

UNIT®

SOLOMON

ИНЛР индуктивности

для неизолированных DC/DC преобразователей



ЭТО:





- ✓ работа при высоком токе
- ✓ работа на высоких температурах до 125°C
- ✓ низкое активное сопротивление
- ✓ малый размер

Лучшее решение для фильтрации ЭМП и накопления энергии в ВЧ DC/DC преобразователях

ПЛАТАН www.platan.ru

Офисы в Москве: м. Молодежная, ул. Ивана Франко, 40, стр. 2, (495) 97 000 99, platan@aha.ru;
м. Новослободская, 1-й Щемилковский пер., 16, стр. 2, (495) 744 70 70, platan@platan.ru
Офис в Санкт-Петербурге: ул. Зверинская, 44, (812) 232 88 36, baltika@platan.spb.ru

Реклама

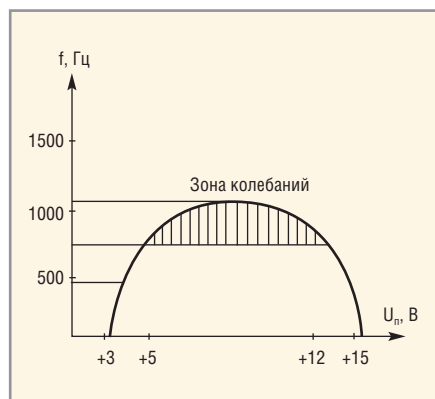


Рис. 5. Зависимость частоты генератора от питающего напряжения

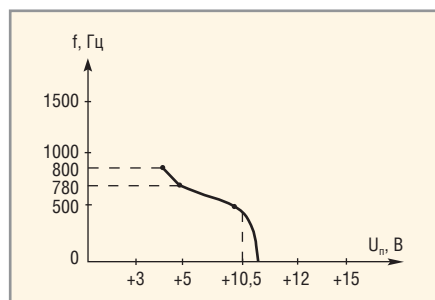


Рис. 7. Зависимость частоты выходного сигнала от питающего напряжения (вариант 2)

свечения 7,5 мкД, номинальное постоянное напряжение 3 В, диаметр 5 мм); можно применять и мигающие светодиоды L-816BRSC-B, L-769BGR, L-56DGD, TLBR-5410, L-36BSRD, L-297-F и другие, аналогичные по электрическим характеристикам.

Вариант 1

Включение МСД параллельно конденсатору C2 (см. рис. 3). В этом случае вход управления положительным импульсом микросхемы КР1006ВИ1 шунтируется светодиодом на общий провод. Во время активного свечения HL1 частота звукового сигнала минимальна. Получается интересный звуковой эффект – трёхтональная сирена с равной длительностью импульсов каждого тона. Форма импульсов на выходе генератора (вывод 3) – прямоугольная, со сдвигом частоты на 200...250 Гц через каждые 0,3 с (см. рис. 4). График зависимости частоты от питающего напряжения (см. рис. 5) показывает, что при понижении питающего напряжения до 3,5 В и увеличении свыше 15,5 В генерация срывается. При стабилизированном $U_{п} = 5$ В на выходе микросхемы формируется однотоновый прерывистый сигнал с частотой около 1050 Гц. Если конденсатор C2 исключить из схемы, незначительно уменьшается частота импульсов генератора.

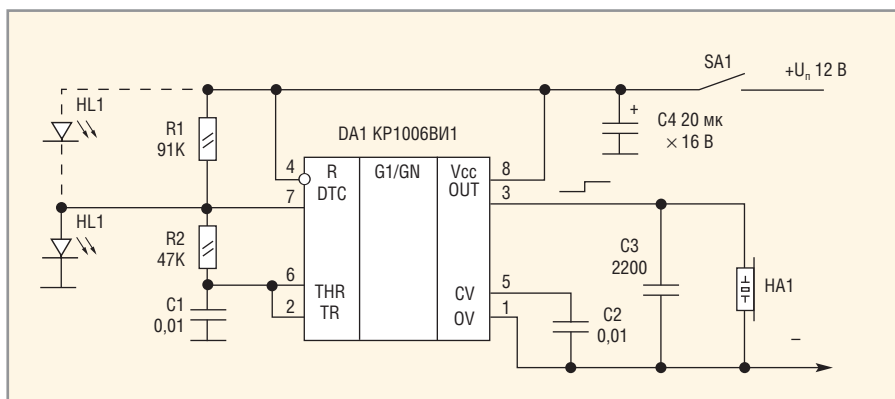


Рис. 6. Подключение последовательно (в прямом направлении) с МСД L517hD-F обычного светодиода AL307BM

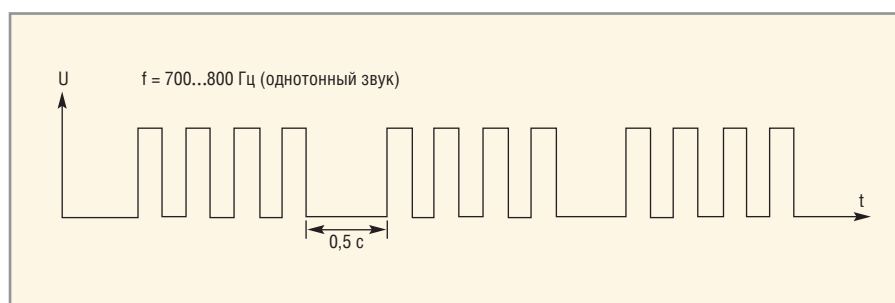


Рис. 8. Стабильная генерация импульсов частотой от 500 до 800 Гц с периодом следования (прерыванием) примерно 2 Гц

Следующим шагом было подключение последовательно (в прямом направлении) с мигающим светодиодом L517hD-F отечественного светодиода АЛ307БМ (см. рис. 6). Получился удивительный эффект, напоминающий (на слух) хаотичную «морзянку». При понижении $U_{\text{н}}$ с 12 до 5,5 В или превышении 15,5 В генерация срывалась.

Вариант 2

Шунтирование вывода 7 микросхемы DA1 на общий провод (см. рис. 2). Форма импульсов на выходе генератора приближена к прямоугольной. Частота выходного сигнала 22...25 Гц. На слух звук напоминает потрескивание электрических разрядов. На графике зависимости сигнала от питающего напряжения (см. рис. 7) видно, что при U_n ниже 10 В появляется стабильная генерация импульсов частотой от 500 до 800 Гц с периодом следования (прерыванием) частотой примерно 2 Гц (см. рис. 8).

Вариант 3

Подключение МСД между объединёнными входами 2 и 6 микросхемы DA1 и шиной питания (см. рис. 9). На подключённом к выходу генератора осциллографе (при $U_{\text{п}} = 12 \text{ В}$) наблюдаются пакеты из двух импульсов (см. рис. 10а). На слух работа генератора восприни-

мается как звук медицинского аппарата, контролирующего работу человеческого сердца. Светодиод не светится. Он начинает слабо мигать, если последовательно с ним включить ограничительный резистор сопротивлением 330 Ом, что на работу генератора не влияет.

При уменьшении U_n до 5 В формируется прерывистый звуковой сигнал с базовой частотой генератора 800 Гц (см. рис. 10б). При уменьшении U_n до 3,5 В пьезоэлектрический капсюль НА1 излучает однотональный сигнал с частотой примерно 600 Гц (см. рис. 10в).

Согласно справочным данным микросхема КР1006ВИ1 стабильно работает в интервале питающего напряжения 4,5...16 В. Однако приведённый выше пример позволяет использовать схему генератора с МСД и пониженным относительно номинального напряжением питания ИС.

Вариант 4

Шунтирование МСД входа 7 микросхемы DA1 на шину питания (см. рис. 2). Светодиод HL1 мигает с частотой примерно 2 Гц. На выходе генератора формируется двухтональный звуковой сигнал, напоминающий сирену пожарной машины. В момент зажигания светодиода HL1 базовая частота генератора увеличивается пример-

но вдвое (см. рис. 11а). При увеличении питающего напряжения до 12 В и выше характер чередования сигнала не изменяется, но сдвигается граница частоты: при $U_n = 15$ В верхний предел уже не 1200 Гц, а более 1500 Гц. При увеличении питающего напряжения до 16 В и выше генерация срывается (см. рис. 11б), а при $U_n = 5$ В формируется однотональный сигнал частотой 1300...1400 Гц.

Вариант 5

Вместо мигающего светодиода L517hD-F включён фоторезистор СФ3-3 (см. рис. 12). Другим выводом фоторезистор подключается либо к земле (вариант А), либо к шине питания (вариант Б), $U_n = 12$ В. При затемнении фоторезистора (варианты А и Б) капсюль HA1 воспроизводит колебания звуковой частоты около 1000 Гц. При освещении рабочей поверхности фоторезистора генерация срывается. В варианте Б чувствительность устройства к свету в несколько раз выше. При уменьшении напряжения питания до +5 В громкость звукового сигнала снижается, а его частота составляет 500...600 Гц.

На основе описанного эффекта можно создать оригинальный прибор наподобие терменвокса, где высота звука изменяется положением руки относительно антенны. Здесь же можно варьировать громкость и спектральный состав звука, манипулируя световым потоком, падающим на фоторезистор.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Существует множество вариантов применения устройств прерывистой и многотональной сигнализации, и все они ограничены лишь фантазией радиолюбителя. Например, такие устройства можно применять в качестве сигнализатора открывания дверцы старого холодильника (новые снабжены таким функционалом). В любом случае устройство будет отличаться мягким, необычным звучанием с достаточной громкостью и простотой повторения. Необходимо только добавить мигающий светодиод в стандартную схему звукового генератора на таймере КР1006ВИ1.

С описанными вариантами сигнализаций могут конкурировать промышленные зуммеры, рассчитанные на широкий диапазон постоянного напряжения (FMQ-2724), или анало-

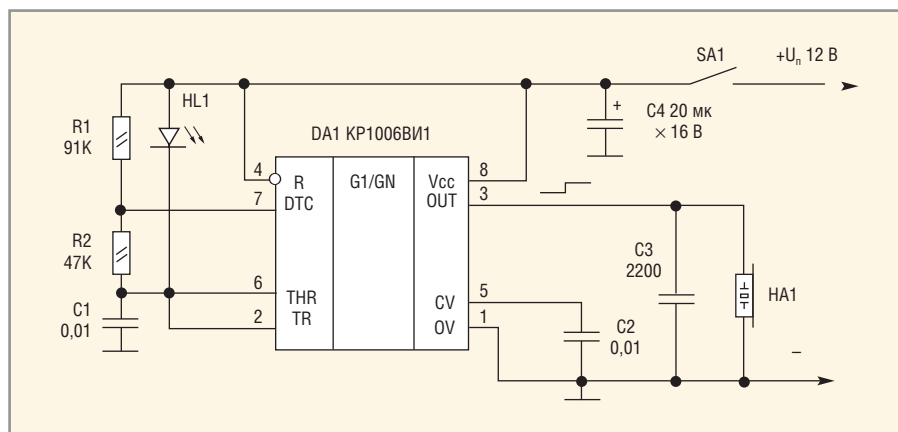


Рис. 9. Схема подключения МСД между объединёнными входами 2 и 6 микросхемы DA1 и шиной питания (вариант 3)

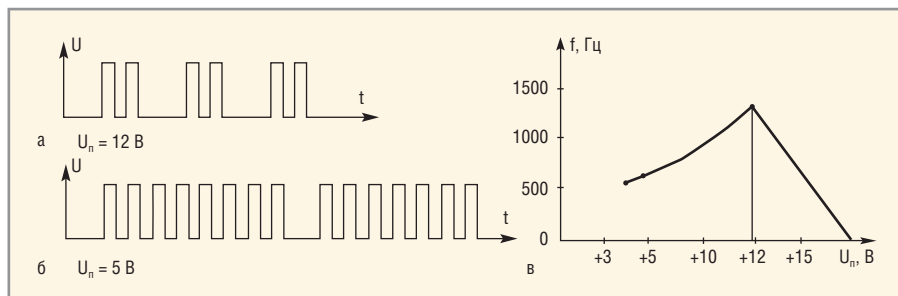


Рис. 10. Вид, форма импульсов и график зависимости выходного сигнала от питающего напряжения при различных подключениях (вариант 3)

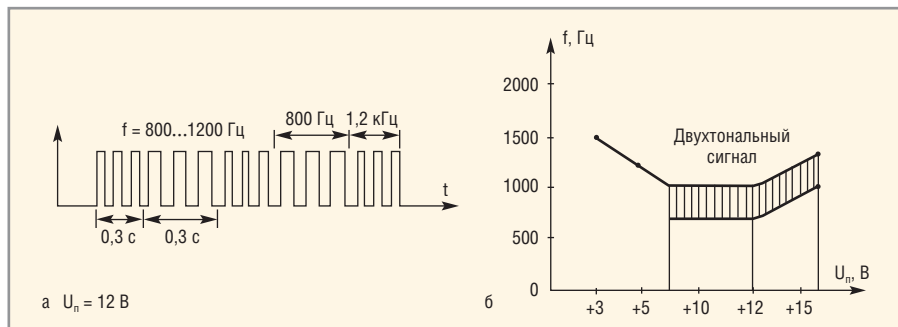


Рис. 11. Эпюра выходного напряжения (а) и зависимость частоты от напряжения питания (б) для двухтонального звукового генератора (вариант 4)

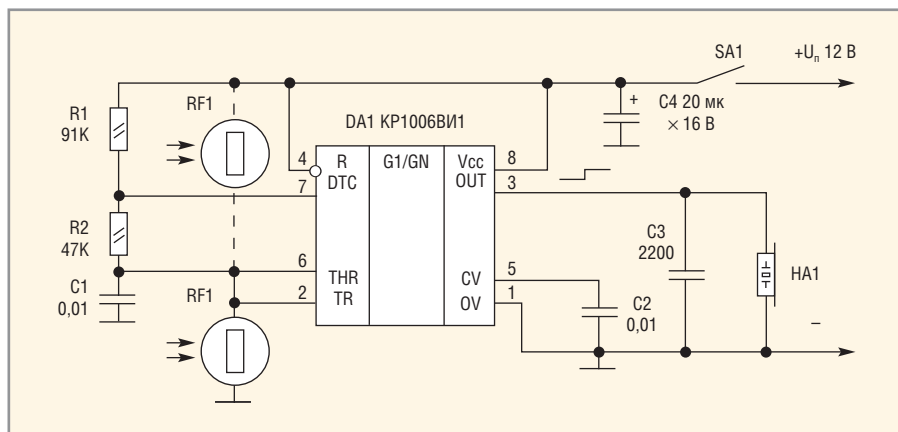


Рис. 12. Подключение фоторезисторов вместо МСД (вариант 5)

гичные устройства, построенные на микросхеме КР1436АП1 с прерывистой регулируемой генерацией.

Включение МСД в цепь управления генерацией микросхемы КР1006ВИ1

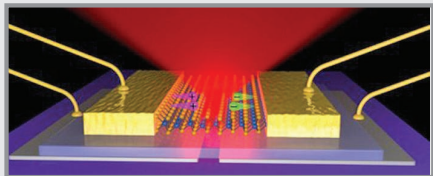
существенно расширяет её функциональные возможности. По мнению автора, мигающий светодиод может дать этой распространённой ИС новую жизнь.



Новости мира News of the World Новости мира

Самый маленький в мире светодиод имеет толщину всего в три атома

Практически в любой современной электронике, начиная от телевизоров, планшетных компьютеров, смартфонов и заканчивая крошечными носимыми электронными устройствами, используются светодиодные источники света, светодиоды (LED).



Поскольку в последнее время всё более явно прослеживается тенденция к дальнейшей миниатюризации электроники, появляется большой спрос на полупроводниковые приборы меньшего размера, потребляющие меньше энергии, но обладающие характеристиками, сопоставимыми с параметрами «полноразмерных» приборов. Двигаясь в этом направлении, учёные из Вашингтонского университета разработали сверхминиатюрный светодиод, который являет-

ся самым маленьким источником света на сегодняшний день — толщина его составляет всего три атома.

Самые миниатюрные светодиоды, уже используемые в современной электронике, имеют толщину в 10–20 раз превосходящую толщину светодиодов, разработанных вашингтонскими учёными.

Миниатюрный светодиод изготовлен из плёнок «двухмерного» материала — диселенида вольфрама, который относится к группе двухмерных полупроводниковых материалов. Плёнки диселенида вольфрама были изготовлены учёными при помощи обычной изоляционной ленты и метода, за который Андрею Гейму и Константину Новосёлову была присуждена Нобелевская премия по физике 2010 года.

Основной областью применения миниатюрных светодиодов исследователи считают реализацию технологии оптических коммуникаций в пределах одного чипа, которая должна заменить традиционную передачу сигналов в виде электрического тока, распространяющегося по металлическим проводникам.

В настоящее время группа учёных продолжает работать в направлении повышения эффективности миниатюрных светодиодов, пробуя различные комбинации двумерных полупроводниковых материалов. Параллельно ведётся разработка технологии, при помощи которой можно будет изготавливать миниатюрные светодиоды прямо на кристаллах полупроводниковых чипов или наносить их матрицы на тонкоплёночные основания.

www.dailytechinfo.org

со ссылкой на esciencenews.com

Микрон лицензирует у Cadence ПО для оптимизации проектирования ИС по технологии 90 нм

Cadence Design Systems Inc., мировой лидер в сфере инноваций электронного проектирования, и ОАО «НИИМЭ и Микрон», крупнейший производитель и экспортер микрочипов и RFID-продукции в России и СНГ, входящий в отраслевой холдинг ОАО «РТИ», объявили о том, что «Микрон» лицензирует у Cadence сред-

Портативная система регистрации и записи высокочастотных сигналов Nimble-3500 Mobile

- Регистрация сигнала с верхней граничной частотой до 2.5 ГГц
- Полоса регистрируемого сигнала до 950 МГц
- Возимая система (воздушный и наземный транспорт)
- Время записи до 45 минут @ 1900 МГц
- Потоковая скорость записи не менее 22 Гб/с
- Возможна опция с одновременным выводом сигнала с помощью ЦАП



Реклама



125040, г. Москва, ул. Верхняя, д. 6, оф. 76
+7 (499) 257-45-09, +7 (499) 257-45-14

mail@centeradc.ru
www.centeradc.ru

Новости мира News of the World Новости мира

ства физической верификации (Cadence Physical Verification System) и средства экстракции паразитных элементов из топологии (Cadence QRC Extraction). Эти программные продукты будут использоваться «Микроном» в базовом маршруте проектирования интегральных схем по технологии 90 нм.

Используя программные средства Cadence, а также предоставляя программные решения Cadence другим независимым центрам проектирования, «Микрон» рассчитывает снизить расходы на разработку новых поколений микросхем.

«Продукты САПР Cadence существенно расширяют наши возможности в области оказания услуг по разработке интегральных схем и помогают нам создавать интегральные схемы следующего поколения», – заявил Николай Шелепин, заместитель директора по науке ОАО «НИИМЭ и Микрон».

«Мы возлагаем большие надежды на развитие российской микроэлектроники и уже многие годы предоставляем российским разработчикам и производи-

телям наши средства проектирования, – отметил Алекс Дюснер, вице-президент Cadence в Европе. – Благодаря лицензированию средств финальных проверок (sign-off), а также средств физической верификации российские разработчики получают возможность ускорить процесс проектирования с гарантией получения качественного результата уже с первого кристалла».

<http://mikron.sitronics.ru/>

В 2016 году рынок полупроводниковой продукции преодолеет триллионный рубеж

Аналитическая компания IC Insights обнародовала прогноз по глобальному рынку полупроводниковой продукции на ближайшие три года. Данные аналитиков учитывают отгрузки интегральных схем, различных оптических и дискретных изделий, а также всевозможных датчиков.

В нынешнем году объём мирового рынка в натуральном выражении превысит 800 млрд единиц. В 2015 году поставки ожи-

даются на уровне 900 млрд штук, а в 2016 – впервые в истории перешагнут 1 трлн.

Если учесть, что в 1978 году (доступная статистика IC Insights) объём рынка оценивался в 32,6 млрд единиц, то средние темпы роста за 38-летнюю историю составят 9,4%. Это является хорошей иллюстрацией того, как современная жизнь всё сильнее полагается на IT-технологии и цифровые продукты.

С 2008 по 2013 гг. средние темпы роста отгрузок полупроводниковой продукции составляли 5%, что объясняется нестабильной экономической ситуацией. Но в ближайшие несколько лет поставки будут увеличиваться примерно на 8–12% ежегодно.

Самый большой годовой рост рынка был зафиксирован в 1984 году – 35%. Самый же значительный спад – 19% – отмечен в 2001 году, во время краха «доткомов».

Суммарные отгрузки полупроводниковой продукции впервые превысили отметку в 100 млн единиц в 1987 году, а в 2006 году был преодолен рубеж в 500 млн.

www.3dnews.ru

со ссылкой на www.eetimes.com



ЖК-дисплеи



industrial solutions
flatpanel technology

Предназначены для работы в жёстких условиях

Основные области применения

- Транспорт (автомобильный и железнодорожный)
- Военно-промышленный комплекс
- Морской флот
- Промышленное машинное оборудование
- Информационные терминалы



Основные параметры предлагаемых решений

- Размеры экранов: от 10,4" до 15"
- Разрешение: VGA, SVGA, XGA
- Яркость от 500 до 1500 кд/м²
- Контрастность 500:1, 650:1
- Угол обзора до 160°
- Интерфейсы LVDS, TTL
- Диапазон рабочих температур –31...+85°C
- Диапазон температур хранения –46...+85°C

С 2013 года компания i-sft предлагает дисплейные решения только по спецификациям заказчиков.

ПОСТАВЩИК ПРОДУКЦИИ I-SFT В РОССИИ И СТРАНАХ СНГ

PROSOFT®

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



Реклама

Проектирование перестраиваемого фильтра с регулируемой полосой пропускания

Михаил Ярославский, Денис Могучёнок (Санкт-Петербург)

В статье рассматриваются результаты проектирования и реализация макета полосового фильтра с перестраиваемой центральной частотой и регулируемой шириной полосы пропускания. Приводятся описание структурной схемы, новые технические решения и особенности работы устройства.

ВВЕДЕНИЕ

В основу работы макета перестраиваемого фильтра (ПФ) положен принцип наложения амплитудно-частотной характеристики (АЧХ) нескольких фильтров с постоянными параметрами. Регулировка ширины полосы пропускания происходит за счёт гетеродинирования частоты полезного сигнала относительно АЧХ этих фильтров по специальному частотному плану.

Для компенсации паразитной угловой модуляции (ПУМ) сигнала гетеродинов, для каждого прямого гетеродинирования применено возвратное гетеродинирование. Данный принцип известен в литературе под названием метода возвратного гетеродинирования (ВГ) [1] и встречается при реализации различных радиотехнических устройств [2–4].

Функциональная схема макета устройства приведена на рисунке 1.

Основа структурной схемы ПФ подобна построению, приведённому в [3, 4]. Однако устройство дополняется преселектором, выходным селектором, линией задержки, модулем управления

и имеет индивидуальный частотный план работы модуля основной фильтрации (МОФ) (см. рис. 2).

При первом рассмотрении структурной схемы может показаться, что устройство обладает низким уровнем динамического диапазона, и на его выходе присутствует большое количество паразитных комбинационных составляющих за счёт применения четырёх преобразований частоты. Но при современном развитии элементной базы, с применением точного моделирования и благодаря выбору наилучшего частотного плана при разработке, возможно добиться высоких качественных характеристик макета ПФ.

РАБОТА УСТРОЙСТВА

Рабочий сигнал поступает на вход преселектора (см. рис. 1), где происходит усиление в маломощном усилителе (МШУ) и предварительная фильтрация с помощью одного из восьми коммутируемых фильтров. Далее сигнал поступает на вход смесителя СМ1 (см. рис. 2), где он с помощью сигнала гетероди-

на Г1 преобразуется вверх по частоте и поступает на вход фильтра основной селекции ФОС1, который в свою очередь состоит из полосно-пропускающего фильтра ППФ3, усилителя УС2 и фильтра ППФ5. После фильтрации в ФОС1 сигнал поступает в смеситель СМ2, где он преобразуется при помощи сигнала того же гетеродина Г1 на исходную частоту. Далее происходят аналогичные преобразования в смесителях СМ3, СМ4 с помощью сигнала гетеродина Г2 и фильтрации в ФОС2, состоящего из фильтров ППФ10 и ППФ12 и усилителя УС6. За счёт изменения разности частот гетеродинов Г1 и Г2 регулируется ширина полосы пропускания ПФ.

Согласно разработанному частотному плану частоты гетеродинов Г1 и Г2 расположены выше центральных частот настройки ФОС1 и ФОС2. Поэтому большая часть комбинационных составляющих и зеркальный канал находятся за полосой пропускания ПФ. Центральные частоты настройки ФОС1 и ФОС2 равны и составляют 1564 МГц (ширина их полос пропускания 264 МГц). Фильтры основной селекции реализованы на керамических резонаторах и имеют коэффициент прямоугольности не хуже 1,4 по уровням –3 дБ и –40 дБ.

В ходе настройки макета было отмечено, что частоты среза ФОС1 и ФОС2 отличались от изначально заложенных в частотный план. Однако точной частот-

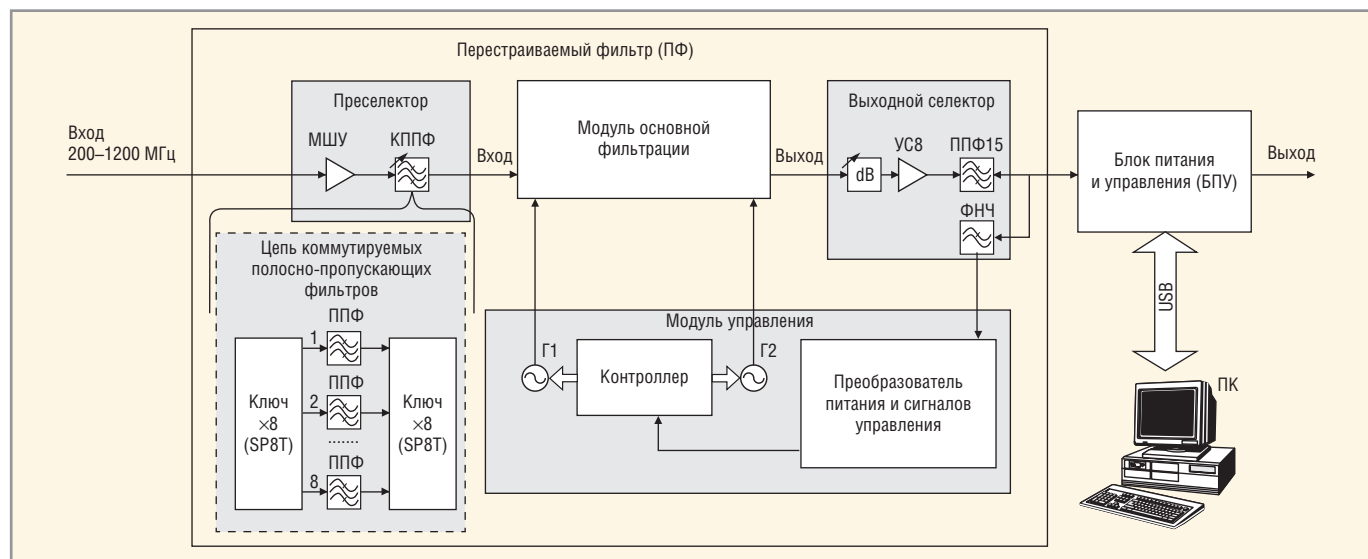


Рис. 1. Функциональная схема макета перестраиваемого фильтра

ной настройки фильтров не потребовалось, так как данное частотное отличие было учтено в программе управления.

В смесителе СМ1, вследствие частотного преобразования, на полезный сигнал накладывается паразитная угловая модуляция сигнала гетеродина Г1. Компенсация данной ПУМ происходит при возвратном гетеродинировании в смесителе СМ2. Аналогичная ситуация происходит и во второй паре смесителей СМ3, СМ4 и гетеродина Г2.

Как показано в [5] для лучшей компенсации сигналов с ПУМ необходимо соблюдение их временной корреляции в смесителе, выполняющем роль возвратного гетеродинирования. Поэтому для выравнивания времени прихода сигналов с ПУМ гетеродина Г1 с выхода фильтра ФОС1 и со стороны гетеродинного входа смесителя СМ2, в схему включена линия задержки (ЛЗ) (см. рис. 2).

В ходе отладки макета было отмечено, что включение ЛЗ с временем задержки, равным среднему значению группового времени задержки (ГВЗ) ФОС1 в цепь гетеродинного сигнала смесителя СМ2, снижает суммарный коэффициент шума устрой-

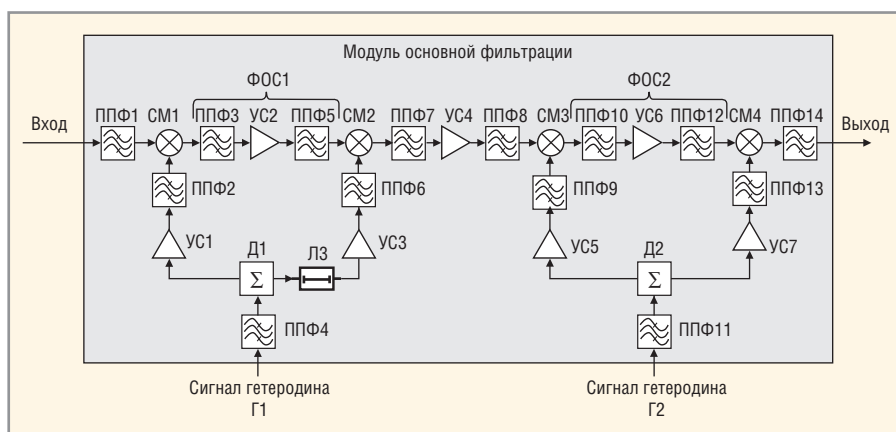


Рис. 2. Модуль основной фильтрации

ства. Наличие ЛЗ в цепи гетеродинного сигнала смесителя СМ4 практически не оказывало влияния на результирующие шумовые характеристики вследствие низкого значения вклада шумов последних каскадов устройства. Результаты измерения коэффициента шума макета ПФ с включенной ЛЗ с временем задержки равным 9,7 нс, реализованной на коаксиальном кабеле типа RG-316 длиной 2050 мм, показали, что коэффициент шума устройства в целом снизился на 1–1,5 дБ.

Конструкция устройства

Конструктивно макет ПФ выполнен в виде фрезерованного высокочастотного блока (см. рис.3) с размещенными во внутренних отсеках платами: коммутатора преселектора, выходного селектора, МОФ – с одной стороны, и с другой стороны – платами управления, регулируемые аттенюаторами, фильтрами преселектора и формирования сигналов гетеродинов.

В ходе реализации ВЧ-блока было выполнено тщательное экранирова-

RFHIC
www.rfhic.com

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

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

RFHIC – оптимальный выбор по цене и качеству

• Усилитель высокой мощности на основе GaN	• SMD/SMT GaN-усилитель для ФАР	• Палетный усилитель мощности	• GaN-модуль
1–2 кВт	2,7...2,9 Гц 50 Вт 9,2...9,5 Гц 25 Вт	2,7...2,9 Гц 200–400 Вт 5,6...5,7 Гц 200 Вт 9,2...9,5 Гц 50–100 Вт	9,3...9,5 Гц 200 Вт

ОФИЦИАЛЬНЫЙ ДИСТРИБЬЮТОР ПРОДУКЦИИ RFHIC

Активный компонент вашего бизнеса

ТЕЛ.: (495) 232-2522 / ФАКС: (495) 234-0640 / INFO@PROCHIP.RU / WWW.PROCHIP.RU

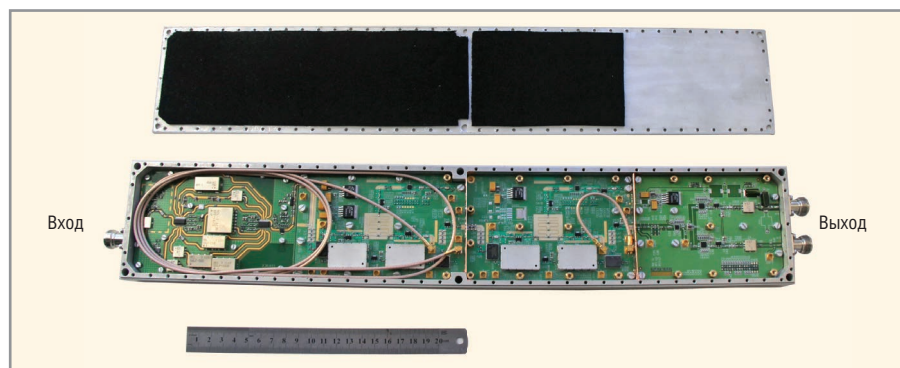


Рис. 3. Внешний вид перестраиваемого фильтра ПФ

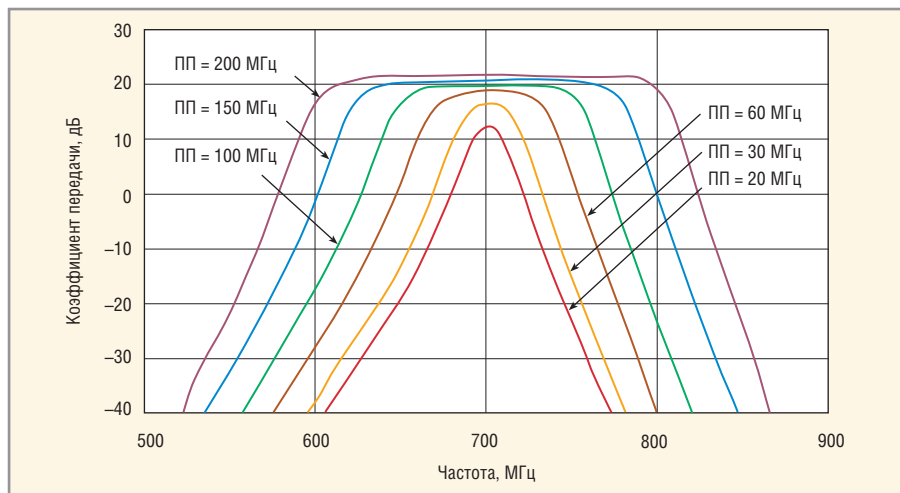


Рис. 5. Диапазон регулировки полос пропускания ПФ на примере рабочей частоты 700 МГц

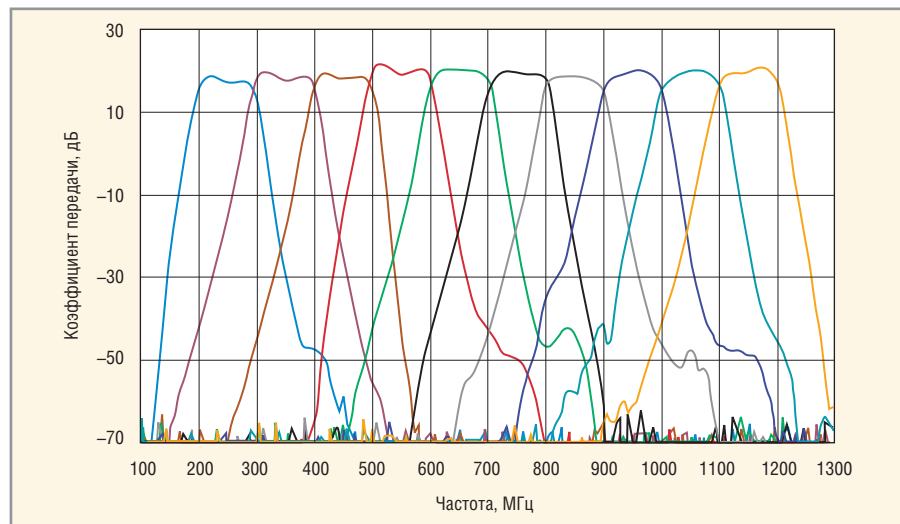


Рис. 6. Диапазон перестройки рабочей частоты ПФ, АЧХ при полосе пропускания 100 МГц. Графики построены для рабочих частот 250...1150 МГц с шагом 100 МГц

ние цепей формирования и усиления сигналов гетеродинов, а также использован радиопоглощающий материал в отсеках устройства. Это вызвано применением в МОФ смесителей двадцатого уровня, которым для работы требуется уровень сигнала гетеродина 20 дБм, поэтому существует вероятность появления побочных спектральных составляющих сигнала разностной частоты гетеродинов Г1 и Г2 на выходе устройства в полосе фильтрации.

Макет ПФ работает совместно с блоком питания и управления (БПУ) (см. рис. 4). Полезный сигнал с ПФ проходит через БПУ к следующим устройствам приёма и обработки сигналов.

Электропитание и управление ПФ осуществляется от БПУ через встроенный развязывающий фильтр по высокочастотному коаксиальному кабелю. Команды управления формируются с помощью специальной программы на компьютере и подаются через USB-порт на БПУ.

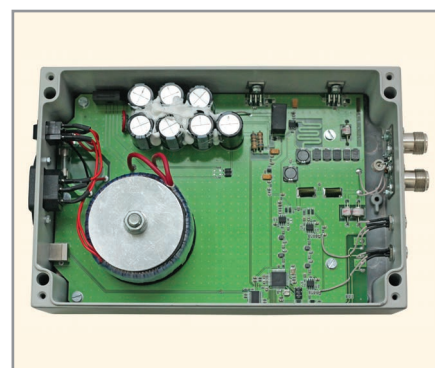


Рис. 4. Блок питания и управления

В программе отображаются расчётный вид АЧХ фильтра и режимы работы устройства по энергопотреблению.

В программе предусмотрено два способа установки значений требуемой частотной характеристики полосового фильтра:

- 1) установка центральной частоты и ширины полосы пропускания;
- 2) установка среза нижнего и верхнего ската характеристики по уровню -3 дБ.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИЗМЕРЕНИЯ ХАРАКТЕРИСТИК ПЕРЕСТРАИВАЕМОГО ФИЛЬТРА

В ходе измерения характеристик ПФ были получены значения селективных и динамических параметров устройства.

Так, регулировка ширины полосы пропускания ПФ составила 15...200 МГц (см. рис. 5) в любой части рабочего диапазона 200...1200 МГц (см. рис. 6). Ограничением ширины полосы пропускания является настройка ПФ на начальный и конечный участок рабочего диапазона. Шаг перестройки ширины полосы пропускания и центральной частоты составляет 0,5 МГц.

Также в ходе измерений отмечено, что коэффициент прямоугольности ПФ не зависит от рабочей частоты и обратно пропорционален ширине полосы пропускания. Зависимость коэффициента прямоугольности от полосы пропускания представлена на рисунке 7.

Оценка времени перестройки полосы пропускания показала, что его величина зависит от времени перестройки синтезаторов гетеродинов Г1 и Г2 и скорости передачи данных от интерфейса управления. В реализованном ПФ эта величина составила порядка 6 мс. При оптимизации интерфейса передачи данных, время перестройки полосы пропускания можно сократить до времени перестройки частоты используемых синтезаторов, равному 200 мкс.

Благодаря проведённым исследованиям появляется перспективная возможность построения адаптивных систем на базе применённых перестраиваемых фильтров с возвратным гетеродинированием.

Остальные результирующие характеристики: диапазон регулировки коэффициента передачи, уровень компрессии полезного сигнала по входу, коэффициент шума и неравномерность АЧХ, – приведены в таблице 1 и [6].

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Разработанный и изготовленный макет перестраиваемого фильтра открывает широкие и перспективные возможности для инженеров-исследователей при построении радиотехнических систем прикладного характера.

ЛИТЕРАТУРА

1. Левин В.А., Норкин Г.А. Радиотехнические системы фильтрации с возвратным гетеродинированием. – М.: Советское радио. 1979. С. 272.
2. Cuddi Bernard M. Low noise microwave synthesizer employing high frequency for tuning drift cancel loop. EP Patent № 1395841 от 02.03.2005.
3. Elizondo E.L. Agile bandpass filter. USPatent № 5300838 от 05.04.1994.
4. Toyoda Sachibiro. Broadband bandpass filter with variable center frequency and bandwidth. Int. J. Infrared and Millimeter Waves. 1992. 13. № 11. P. 1757–1765.
5. Мозучёнок Д.Ю. Оценка коэффициента компенсации паразитной угловой модуляции сигнала на выходе системы фильтрации с возвратным гетеродинированием. Информационно-измерительные и управляющие системы. 2011. № 7 (т. 9). С. 25–29.
6. Система полосовой фильтрации // Группа компаний Авионика СВЧ. URL: <http://www.avionica.spb.ru>.

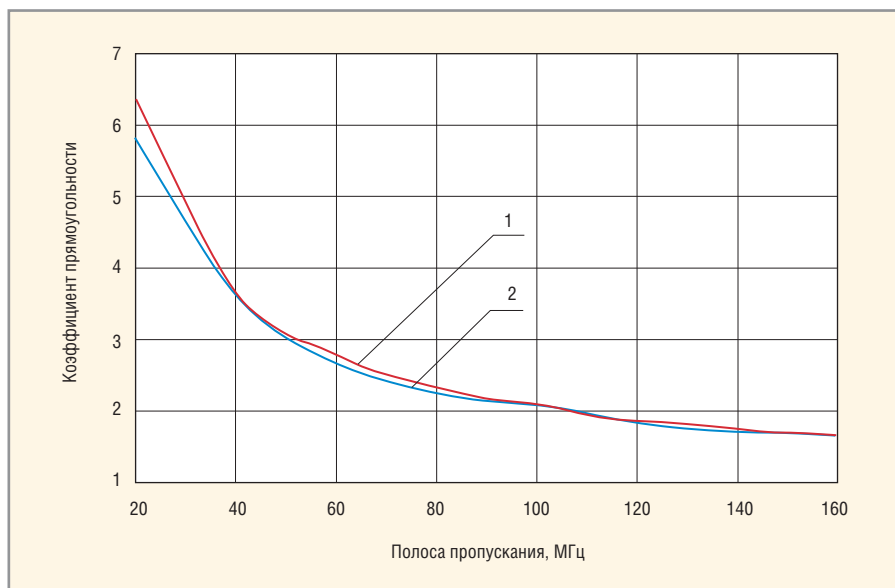


Рис. 7. Зависимость коэффициента прямоугольности по уровням –3 и –40 дБ от полосы пропускания на рабочей частоте 850 МГц, где:

1 – расчётный график; 2 – измеренные значения коэффициента прямоугольности

Таблица 1. Основные характеристики перестраиваемого фильтра

Название характеристик, параметров	Условия измерения	Значение
Диапазон рабочих частот		200...1200 МГц
Диапазон регулировки полосы пропускания		15...200 МГц
Диапазон регулировки коэффициента усиления		20 дБ
Коэффициент шума	В диапазоне рабочих частот, при полосе пропускания ПФ 100 МГц	3,9...6,9 дБ
Входная мощность сигнала при компрессии на 1 дБ (Input P1)	В диапазоне рабочих частот, при полосе пропускания ПФ 100 МГц	–15...–9 дБм
Выходная точка пересечения для составляющих третьего порядка (OIP3)	Рабочая частота ПФ 700 МГц, полоса пропускания ПФ 150 МГц; при воздействии двухтонового сигнала с частотами 695 и 705 МГц и мощностью –26 дБм	15,7 дБм
Подавление внеполосных помех, при отстройке на 50 МГц от частоты среза АЧХ по уровню –3 дБ	В диапазоне регулировки полосы пропускания, при рабочей частоте 700 МГц	–35...–38,5 дБ
Коэффициент усиления на центральной частоте установленной полосы пропускания	В диапазоне рабочих частот, при полосе пропускания ПФ 100 МГц	17,1...20,1 дБ
Коэффициент усиления при регулировке полосы пропускания	В диапазоне регулировки полосы пропускания, при рабочей частоте 700 МГц	12,2...21,4 дБ
Неравномерность коэффициента усиления	В диапазоне рабочих частот, при полосе пропускания ПФ 100 МГц	3...7 дБ



КОМПАС ЭЛЕКТРОНИКС

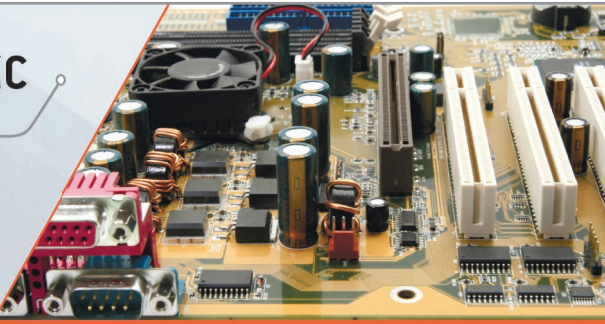
ВАШ ПРОВОДНИК В МИРЕ ПРОИЗВОДСТВА

- РАЗРАБОТКА ДИЗАЙНА ЭЛЕКТРОННОГО ИЗДЕЛИЯ;
- ПОСТАВКА ПЕЧАТНЫХ ПЛАТ ЛЮБОЙ СТЕПЕНИ СЛОЖНОСТИ;
- ПОСТАВКА КОМПЛЕКТУЮЩИХ;
- ИЗГОТОВЛЕНИЕ ЖГУТОВ ПРОВОДОВ;
- МОНТАЖ ПЕЧАТНЫХ ПЛАТ;

- КОРПУСНАЯ СБОРКА БЛОКОВ И ШКАФОВ;
- РАЗРАБОТКА ТОПОЛОГИИ ПЕЧАТНЫХ ПЛАТ;
- ЗАЛИВКА И ГЕРМЕТИЗАЦИЯ ИЗДЕЛИЙ;
- ВНУТРИСХЕМНОЕ ТЕСТИРОВАНИЕ И ПРОГРАММИРОВАНИЕ;
- ЕДИНИЧНЫЕ ОБРАЗЦЫ И СЕРИЙНОЕ ПРОИЗВОДСТВО

Юридический и почтовый адрес:
125565, г. Москва,
Ленинградское шоссе, д. 92А
Тел.: +7 (495) 228-47-85
info@kcmpas-electronics.ru

Адрес производства:
119619, г. Москва,
ул. Производственная, д. 6, стр. 35
Тел.: +7 (495) 435-37-83
www.kompas-electronics.ru



Обзор возможностей ANSYS Designer RF

Александр Евграфов (Москва)

Программный пакет ANSYS Designer RF на сегодняшний день является одним из самых мощных решений в области разработки планарных СВЧ-устройств. Он сочетает в себе высокую точность, надёжность, скорость расчётов и кросс-платформенную интеграцию с программными решениями HFSS, Q3D Extractor, Siwave и Cadence OrCAD/Allegro/SPB. Благодаря передовым технологиям и инновационному подходу к комплексному анализу радиоэлектронных устройств, программные продукты компании ANSYS занимают лидирующие позиции, как в России, так и во всём мире. Статья предлагает краткий обзор функциональных возможностей ANSYS Designer RF.

Основные конфигурации

Пакет программ ANSYS Designer RF [1,2] идеально подходит для разработки и анализа интегральных схем СВЧ (RFIC), монолитных и гибридных микроволновых интегральных схем (MMIC), систем на кристалле (SoC), беспроводных коммуникационных систем (CDMA, Bluetooth, Wi-Fi) и других ВЧ- и СВЧ-устройств.

Программный пакет ANSYS Designer RF поставляется в трёх конфигурациях:

1. ANSYS Designer RF Circuit предназначена для разработчиков, занимающихся численным моделированием ВЧ- и СВЧ-устройств. Включает в себя средства схемотехнического ввода, топологический редактор и средства управления процессом проектирования. Программный продукт реализует численное линейное и нелинейное моделирование в частотной и временной областях, а также системный анализ;
2. ANSYS Designer RF Planar EM предназначена для электродинамического моделирования СВЧ-устройств. Включает в себя: средства разработки и электромагнитного полноволнового 3D-моделирования, основанного на методе моментов (МоМ) и объединённого с современными алгоритмами ANSYS (MoM Fast) и методом

интегральных уравнений со смешанным потенциалом (MPIE); средства моделирования линейных цепей по постоянному току; топологический редактор; средства 3D-визуализации (см. рис. 1) и интерфейс управления процессом проектирования;

3. ANSYS Designer RF – самая полная конфигурация объединяет функциональные возможности ANSYS Designer RF Circuit и ANSYS Designer RF Planar EM. На рисунке 2 в качестве примера представлена принципиальная схема усилителя, разработанного в ANSYS Designer RF, его топология и результаты моделирования S-параметров.

Каждая конфигурация содержит редактор библиотек и обширную базу данных элементов с сосредоточенными и распределёнными параметрами, включая источники сигналов и шумов,

пассивные и активные компоненты, подложки, линии передач и пр. Для разработчиков предусмотрены удобные средства параметрической подстройки и оптимизации, а также возможность использования дополнительных сценариев, написанных на языках Java и Visual Basic.

Интерактивная среда проектирования Filter Design Tool (см. рис. 3) позволяет разрабатывать различные ВЧ- и СВЧ-фильтры: Бесселя, Гаусса, Чебышева; полосковые и микрополосковые, верхних и нижних частот, сосредоточенные и распределённые, на связанных линиях передач и др. Созданные фильтры могут быть дополнительно оптимизированы или сразу подключены к проекту.

Набор дополнительных возможностей

Каждая представленная конфигурация имеет возможность подключения технологии «нахождения решения по требованию» (Solver on Demand). Данная технология позволяет запускать программу трёхмерного электромагнитного моделирования (ANSYS HFSS) и средства численного моделирования цепей (Synopsys HSPICE) непосредственно из пользовательского интерфейса ANSYS Designer Desktop, где отображается конструкция проектируемого устройства.

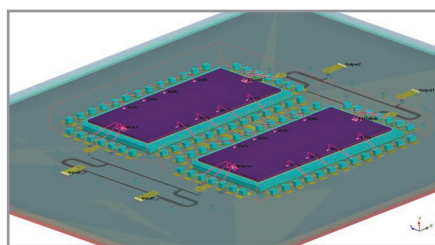


Рис. 1. Средства 3D-визуализации в ANSYS Designer RF

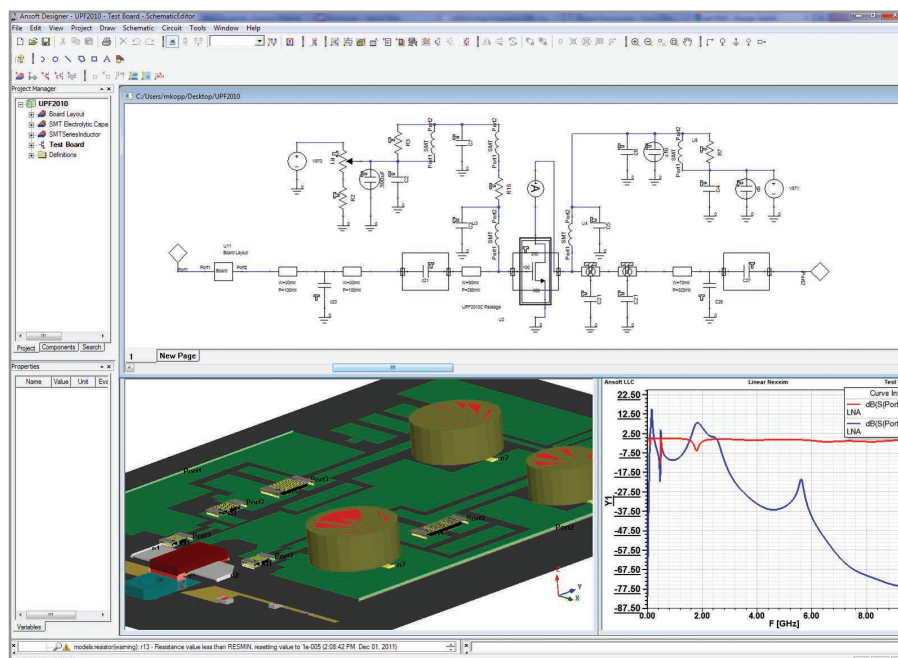


Рис. 2. Интерфейс программного продукта ANSYS Designer RF

На рисунке 4 представлено распределение тока в дальней зоне усиления антенной решётки размером 4×4 . Топология разработана в редакторе ANSYS Designer RF. Моделирование проведено в ANSYS HFSS при подключении технологии Solver on Demand, которая обеспечивает наилучшую на сегодняшний день точность и возможность автоматизации процесса проектирования, необходимые для сокращения длительности цикла разработки устройств и выпуска готовых изделий на рынок.

Для моделирования сложных структур компания ANSYS предлагает дополнительный модуль высокоскоростных вычислений ANSYS Electronics High Performance Computing Pack (ANSYS Electronics HPC Pack), особенностью которого является ускорение процесса моделирования за счёт разбиения исследуемой задачи методом декомпозиции (Domain Decomposition Method) и параллельного вычисления в процессорах, ядрах, компьютерах и кластерах, как с сосредоточенной, так и с распределённой памятью (см. рис. 5).

Пакет программ ANSYS Designer предоставляет возможность расчёта про-

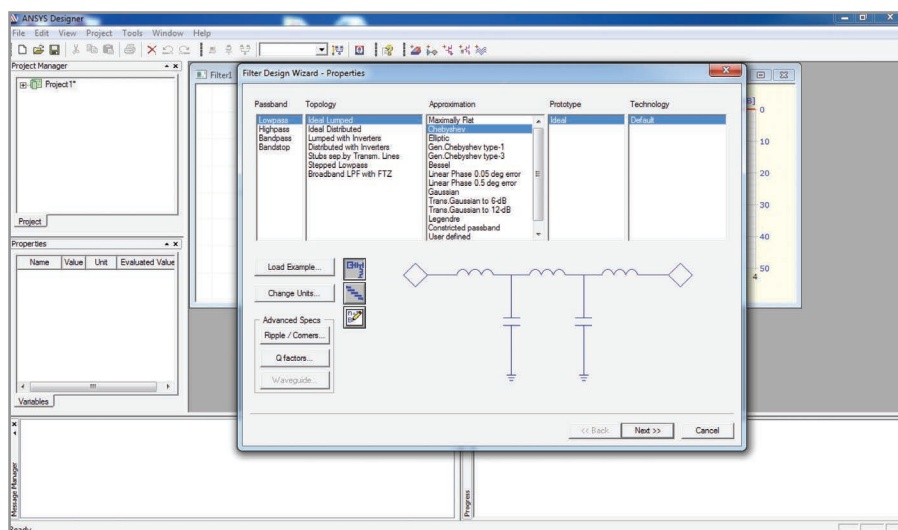


Рис. 3. Интерактивная среда проектирования ВЧ- и СВЧ-фильтров Filter Design Tool

ектируемого устройства на более мощном удалённом компьютере или вычислительном кластере. Дополнительная опция AnsoftLinks ECAD позволяет импортировать топологии печатных плат из САПР Cadence, Mentor Graphics, Altium и Zuken.

Программный пакет ANSYS Designer RF обеспечивает следующие вычислительные возможности.

Численное моделирование

Ядро Nexxim Simulator (см. рис. 6) позволяет выполнять моделирование смешанных аналоговых и цифровых сигналов СВЧ-устройств в частотной и временной областях и предлагает следующие инструменты моделирования:

- анализ по постоянному току;
- анализ переходных процессов;

16 апреля

в рамках выставки
«ЭкспоЭлектроника»

Москва

МВЦ «Крокус Экспо»
(павильон №1, конференц-зал №3)

**Компания «Оркада»
приглашает на бесплатный семинар
«Cadence Allegro PCB Designer.
Технологии проектирования
быстродействующей аппаратуры»**

Начало в 13:00

Для получения
бесплатных билетов на выставку
свяжитесь с нами

+7 (495) 943-5032

+7 (499) 136-3213

info@orcada.ru

www.orcada.ru

cadence®

оркада

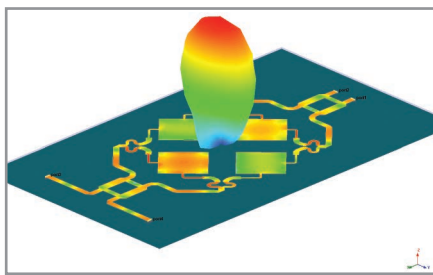


Рис. 4. Технология «нахождения решения по требованию» (Solver on Demand)

- низкочастотный анализ (моделирование линейных цепей, цепей по переменному току и фазового шума);
- анализ на основе метода гармонического баланса содержит высокоточные инструменты для моделирования линейных задач с высокой скоростью расчётов;
- анализ при помощи осциллятора;
- анализ Монте-Карло;
- анализ огибающей;
- статистический анализ глазковой диаграммы;
- поддержка модуляции со многими несущими.

Анализ переходных процессов позволяет проводить расчёты нелинейных систем в частотной области для одно- и многотональных сигналов. При этом используется комбинация итеративных алгоритмов на базе метода подпространства Крылова и алгоритмов компании ANSYS для получения быстрой сходимости

Ядро Nexxim обеспечивает поддержку импортированных моделей и библиотек IBIS, IBIS-AMI, SPICE, Verilog, C; MATLAB, HSPICE и Spectre для транзисторов CMOS, BiCMOS, SiGe, GaAs, MOSFETs (BSIM4, HiSim, BSIMSOI, PSP, MET), биполярных транзисторов для HiCUM, VBIC, HBT, Mextram, Modella; диодов (SPICE, PIN, Microwave, JUNCAP); полевых транзисторов FETs/MESFETs (Statz, TOM3, Materka, EEHEMT, Parker-Skellern, Angelov, Curtice) и др.

Электромагнитное моделирование

Для электромагнитного моделирования (EM Design Simulators) беспроводных устройств, в состав которых вхо-

дят различные планарные структуры (направленные ответвители, сумматоры и делители мощности, планарные антенны, фильтры, резонаторы и т.д.), программный продукт ANSYS Designer использует планарный электромагнитный модуль Planar EM. На рисунке 7 в качестве примера представлено распределение тока по элементам массива антенной решетки 16×16 . Благодаря оптимизации алгоритмов метода моментов (MoM), модуль Planar EM позволяет проводить электромагнитный анализ многослойных структур с высокой точностью и скоростью расчёта.

Методы расчёта, основанные только на методе моментов (MoM), требуют большого объёма оперативной памяти компьютера и длительных вычислений. Компания ANSYS использует собственный алгоритм ANSYS (MoM Fast) совместно с методом интегральных уравнений со смешанным потенциалом (MPIE), что позволяет значительно снизить требования к объёму оперативной памяти, резервируемой для хранения и решения матричных уравнений. При подключении технологии HFSS Solver on Demand, пакет программ ANSYS Designer позволяет проводить моделирование для миллиметровых и микроволновых интегральных схем, печатных плат и планарных антенн.

Моделирование на системном уровне

Моделирование сложных систем (System Simulation) во временной, частотной и смешанной областях позволяет разрабатывать приложения, содержащие сигнальные процессоры (ЦПОС) и радиочастотные схемы. Для моделирования таких систем ANSYS Designer предлагает однотональный и многотональный анализ линейных и нелинейных систем, дискретный анализ во временной области для моделирования и оценки эффективности функциональной и электрической части разрабатываемого проекта.

Моделирование системы запускается непосредственно из пользовательского интерфейса ANSYS Designer Desktop, который содержит интуитивно понятный редактор принципиальных схем. На рисунке 8 представлен системный редактор и результаты моделирования приёмопередатчика стандарта 802.11g. В редакторе принципиальных схем пользователи могут получить более

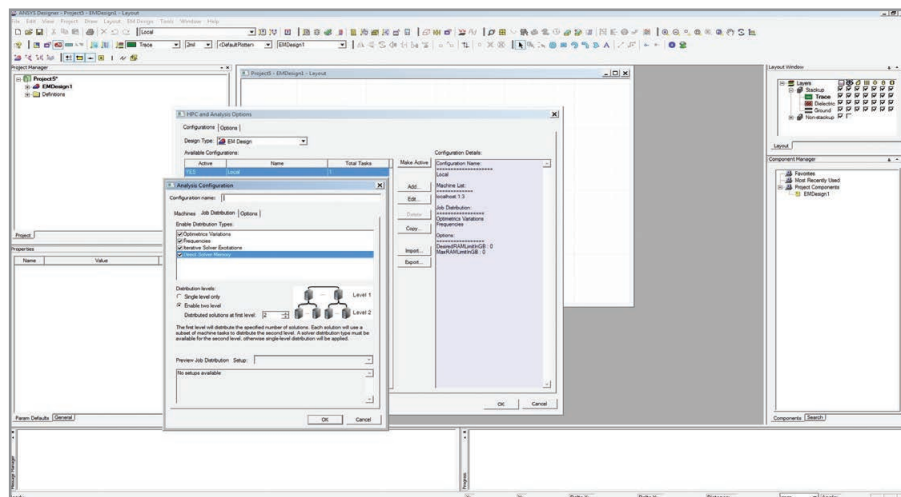


Рис. 5. Интерфейс подключения распределённых вычислений ANSYS Electronic High Performance Computing Pack

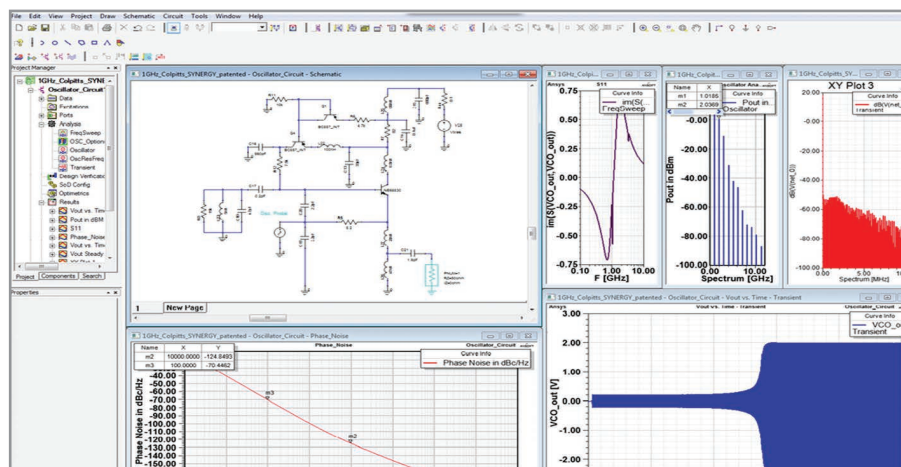


Рис. 6. Интерфейс Nexxim Simulator для проведения численного моделирования

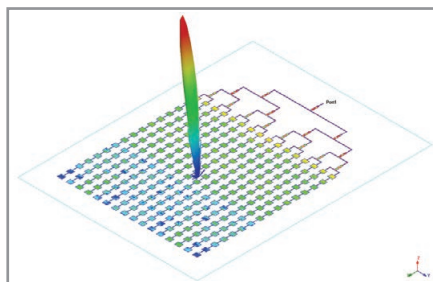


Рис. 7. Электромагнитное моделирование в модуле Planar EM

высокую детализацию при совместном использовании численного и электромагнитного анализа.

Моделирование многоканальной топологии ВЧ- и СВЧ-устройств с одно- и многотональным анализом в частотной области позволяет проводить совместное моделирование линейных и нелинейных частей топологии проекта. Пользователи могут провести анализ S-параметров, коэффициента шума (NF), групповой задержки, мощности шума, соотношения сигнал/шум (SNR), коэффициента стоячей волны по напряжению (VSWR), внутренних/внешних напряжений и мощности, а также нелинейных характеристик (OIP3), выходной мощности в режиме насыщения (Psat), выходной мощности при уровне компрессии в 1 дБ (P1dB). Просмотр выходного однотонального и многотонального уровня напряжения и спектра мощности в произвольных узлах внутри топологии позволяет оценить влияние отдельных элементов на выходные характеристики проектируемого устройства.

Многотональный анализ позволяет рассчитать интермодуляционные искажения при любом количестве тонов возбуждения, применяемых к нелинейной топологии. Дискретный анализ во временной области обеспечивает моделирование проводных и беспроводных устройств, состоящих из функциональных блоков и электрических компонентов, используемых в различных сигнальных процессорах, и смешанных топологий, которые могут включать стандарты GSM, IS-95 CDMA, фазовую автоподстройку частоты (ФАПЧ), синтезаторы частоты, кросс-модуляцию и др. Результаты анализа доступны в любой момент времени в произвольных узловых точках схемы. Пользователь может указать диапазон изменения номинала компонента и оценить поведение схемы во временной и спектральной областях.

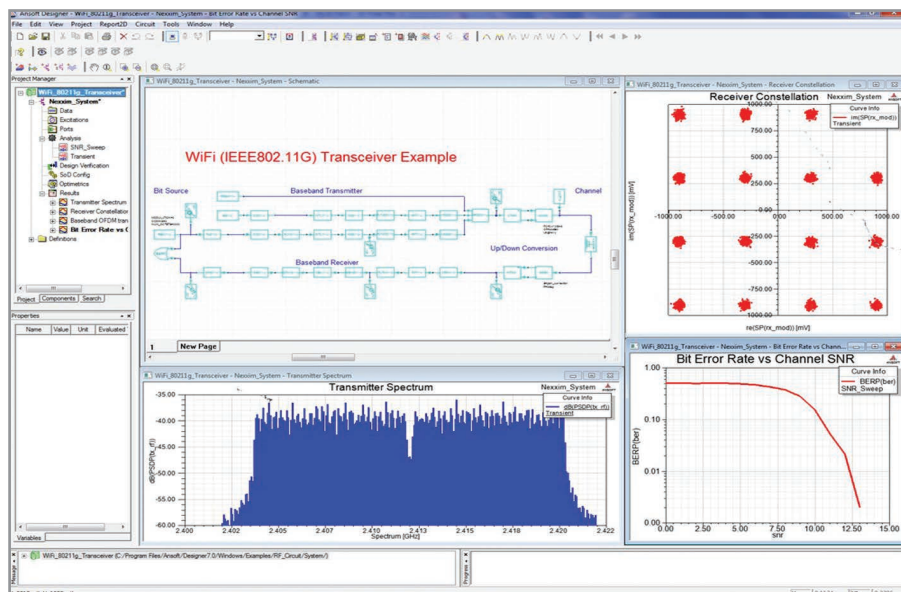


Рис. 8. Интерфейс моделирования системы

Пользовательские модели ANSYS Designer позволяют использовать электрические и функциональные модели, написанные на языках C/C++ и Matlab. Оптимизация на системном уровне включает подстройку, анализ чувствительности и статистический анализ. Библиотека компонентов ANSYS Designer поддерживает различные модели ЦПОС и высокочастотные проводные и беспроводные функциональные блоки.

ОПТИМИЗАЦИЯ

Программное решение ANSYS Designer RF предоставляет широкий набор инструментов оптимизации разрабатываемых устройств. При создании компонента разработчик может указать поле допуска, в пределах которого изменяется его основной параметр. Это изменение будет включено в параметрический анализ, в результате которого формируется набор графиков для исследуемой выходной характеристики устройства. Инженер выбирает наилучший график, отвечающий за максимальную производительность, и оценивает влияние на неё каждого компонента. В качестве переменных могут использоваться не только номиналы электронных компонентов, но и геометрические и физические свойства материалов. Количество изменяемых параметров компонентов неограниченно.

Основные улучшения в новой версии пакета программ ANSYS Designer RF:

- использован новый тип сетки Phi mesher. Технология Phi mesher генерирует более точную сетку конечных элементов кремниевых подложек,

электрических слоёв, сборок и печатных плат;

- увеличена скорость взаимодействия между Designer, AnsoftLinks и SIwave, что обеспечивает высокую надёжность передачи геометрии и её модификаций между программными решениями ANSYS;
- добавлена библиотека на более чем 24 000 компонентов;
- добавлен новый решатель Nexxim System Frequency;
- улучшен транслятор ODB++ для Mentor Expedition;
- обновлены транслятор и процедура импорта GDSII и DXF;
- увеличена скорость макромоделирования;
- режим высокопроизводительных вычислений значительно увеличивает скорость моделирования проектов.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Комплексный подход компании ANSYS позволяет разработчикам решать различные прикладные задачи в области электромагнитного и теплового анализа, анализа целостности сигналов и паразитных компонентов.

Точность расчётов, скорость моделирования, удобство работы, масштабируемость и лёгкость в освоении делают программный продукт ANSYS Designer RF незаменимым инструментом разработчиков радиоэлектронных СВЧ-устройств.

ЛИТЕРАТУРА

1. www.ansys.com
2. www.orcada.ru/product/ansys/ansys_61.html



Маршрут проектирования Mentor Graphics Expedition Enterprise 7.9.4 – работа с центральной библиотекой

Татьяна Колесникова (г. Хмельницкий, Украина)

В статье рассматривается процесс создания центральной библиотеки и библиотечных компонентов, осуществляемый средствами программы Library Manager, входящей в состав системы проектирования Expedition Enterprise.

ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ О ЦЕНТРАЛЬНОЙ БИБЛИОТЕКЕ

Центральная библиотека (ЦБ) хранит информацию в единой структуре каталога о таких объектах, как условные графические обозначения, падстеки, посадочные места, компоненты, а также обеспечивает взаимосвязь этих объектов между собой. Это позволяет контролировать зависимость между объектами библиотеки. Примером может служить автоматическая модификация всех компонентов, содержащих конкретный стек контактных площадок, в котором были внесены изменения.

При необходимости можно создавать более одной ЦБ, но проект платы всегда связан только с одной центральной библиотекой. Все библиотечные данные хранятся в одной папке (см. рис. 1), которая создаётся автоматически при создании ЦБ. Каталог ЦБ содержит подпапки, в которых хранятся файлы:

- символов .slb (папка SymbolLibs);
- посадочных мест .cel (папка CellDBLibs);
- компонентов .pdb (папка PartsDBLibs);
- шаблонов топологии (папка Templates);
- IBIS-моделей .ibs (папка IBISModels);
- падстеков .psk (папка Layout);

- файл центральной библиотеки .lmc, при помощи которого пользователь получает доступ к библиотеке.

Вся библиотечная информация редактируется при помощи программы Library Manager (менеджер библиотек – МБ), окно которого изображено на рисунке 2. МБ служит интерфейсом для различных редакторов, связанных с библиотекой:

- Partition Editor – редактор разделов;
- Library Services – библиотечный сервис;
- Property Definition Editor – редактор атрибутов;
- Visual IBIS Editor – визуальный редактор IBIS;
- Parts Manager – менеджер компонентов;
- Part Editor – редактор компонентов;
- Cell Editor – редактор посадочных мест;
- Padstack Editor – редактор контактных площадок;
- Symbol Editor – редактор символов;
- Reusable Blocks Editor – редактор повторяемых блоков;
- Layout Template Editor – редактор шаблонов топологии.

МБ также контролирует создание и управление центральными библиотеками и их разделами. Данные редакторы доступны для запуска только после открытия ЦБ.

Менеджер библиотек может быть вызван:

- из Design Capture. Здесь МБ может быть использован для редактирования библиотечных данных, связанных со схемой, таких как файлы свойств, символы и компоненты;
- из Expedition PCB. В данном случае МБ используется для редактирования библиотечных данных, связанных с платой, таких как компоненты, стеки контактных площадок, посадочные места и шаблоны плат;
- как самостоятельный продукт. При этом МБ может быть использован для редактирования всех библиотечных данных, таких как файлы свойств, символы, компоненты, стеки контактных площадок, посадочные места и шаблоны плат, а также для создания ЦБ.

Создание ЦБ

Для создания ЦБ необходимо запустить программу Library Manager и в открывшемся окне в меню File выбрать пункт New. В результате чего откроется диалоговое окно Select a new Central Library directory, в котором необходимо указать местоположение создаваемой библиотеки. В левой ниж-

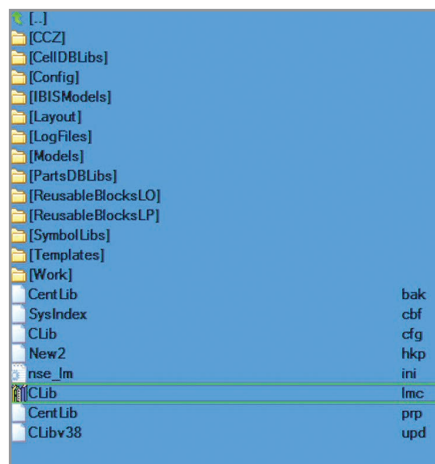


Рис. 1. Каталог центральной библиотеки

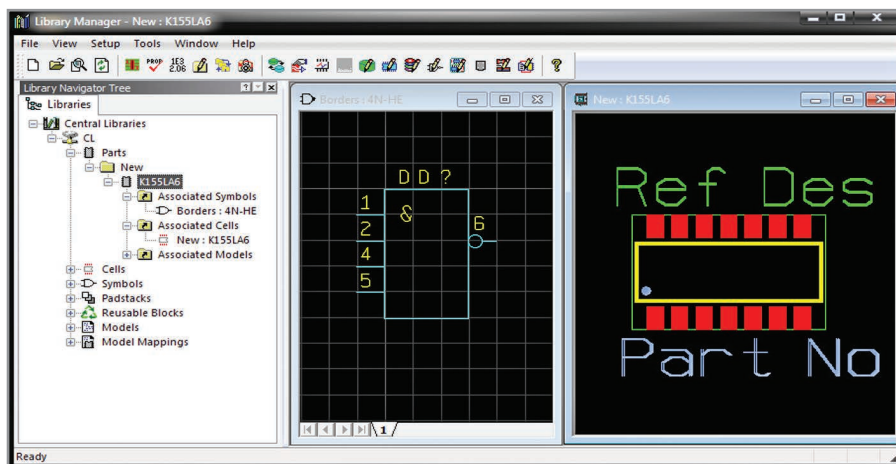


Рис. 2. Окно Library Manager

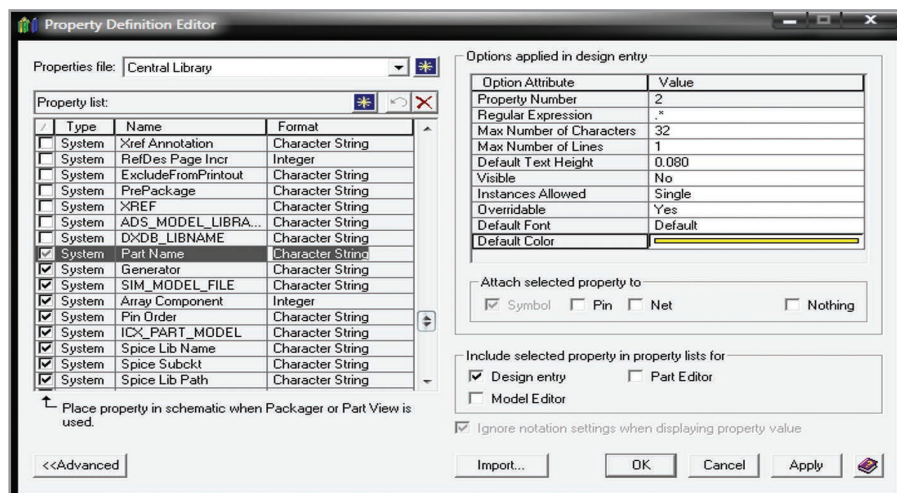


Рис. 3. Окно редактора Property Definition Editor

ней части этого же окна находится поле Flow type (маршрут проектирования), содержащее три переключателя:

- 1) DxDesigner/Expedition;
- 2) Design Capture/Expedition;
- 3) Expedition-only.

Маршрут проектирования задаётся посредством выбора одного из них.

После задания маршрута проектирования и местоположения библиотеки, необходимо нажать на кнопку ОК. В результате выполненных действий на диске компьютера будет создан новый каталог, содержащий связанную структуру директорий ЦБ, а также файл самой ЦБ с расширением .lmc. При этом имя файла ЦБ будет соответствовать названию каталога этой ЦБ. При необходимости файл ЦБ может быть переименован.

В течение одного сеанса работы МБ может управлять только одной ЦБ. После открытия библиотеки все операции в МБ будут касаться библиотечных данных текущей библиотеки. Для того чтобы закрыть активную ЦБ, необходимо в меню File выбрать пункт Close. При этом все запущенные редакторы должны быть закрыты.

Установка общих свойств ЦБ

Установка свойств ЦБ производится в редакторе Property Definition Editor. Запустить данный редактор можно при помощи одноимённой команды меню Tools или выбрав соответствующую иконку на панели инструментов в программе Library Manager.

Редактор Property Definition Editor позволяет определять доступные свойства и их формат в ЦБ, а также создавать новые свойства. После запуска редактора открывается диалоговое окно Property Definition Editor, которое содержит список свойств. В поле

Property list находятся три кнопки, при помощи которых можно создать новое свойство (кнопка New Property), удалить свойство (кнопка Delete Property), отменить удаление свойства (кнопка Undo Delete). Возле каждого свойства расположен чекбокс, в котором при необходимости отображения свойства устанавливается флажок. В левой нижней части окна Property Definition Editor находится кнопка Advanced (расширенные настройки), после нажатия на которую открывается дополнительное окно настроек.

Каждое свойство содержит следующие атрибуты:

- Property Number (номер свойства);
- Regular Expression (регулярное выражение);
- Max Number of Characters (максимальное число символов);
- Max Number of Lines (максимальное число линий);
- Default Text Height (высота текста по умолчанию);
- Visible (видимость);
- Instances Allowed (количество копий при размещении);
- Overridable (переопределение);
- Default Font (шрифт по умолчанию);
- Default Color (цвет по умолчанию).

Значения этих атрибутов можно изменять в поле Value.

Установка флажков в чекбоксах в поле Attach selected property to позволяет прикрепить выбранное свойство к символу (Symbol), контакту (Pin), цепи (Net) или не прикреплять (Nothing).

При помощи установки флажков в чекбоксах в поле Include selected property in property lists for есть возможность включить выбранное свойство в список свойств для редактора моделей (Model Editor), редактора ком-

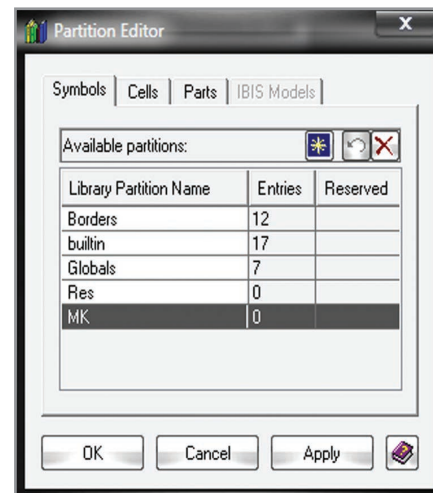


Рис. 4. Окно редактора Partition Editor

понентов (Part Editor) или редактора схем (Design entry).

Для того чтобы сохранить выполненные изменения, необходимо в нижней части окна редактора Property Definition Editor нажать на кнопку ОК или Apply. Окно редактора Property Definition Editor представлено на рисунке 3.

Создание разделов ЦБ

Перед тем как приступить к созданию символов, посадочных мест или компонентов необходимо создать в ЦБ разделы для каждого из этих объектов. Разделы – это библиотечные файлы, которые позволяют сохранять данные в файл ЦБ.

Библиотечная информация разбивается на следующие группы:

- разделы символов;
- разделы посадочных мест;
- разделы компонентов;
- разделы IBIS-моделей.

Для создания нового раздела необходимо в программе Library Manager запустить редактор Partition Editor. Сделать это можно при помощи одноимённой команды меню Setup или же посредством выбора соответствующей иконки на панели инструментов МБ.

Окно редактора Partition Editor представлено на рисунке 4. Данный редактор разделён на отдельные вкладки для создания разделов символов (вкладка Symbols), посадочных мест (вкладка Cells), компонентов (вкладка Parts), IBIS-моделей (вкладка IBIS Models).

В центральной части окна редактора расположена таблица, в которой отображается:

- Library Partition Name (имя библиотечного раздела);
- Entries (количество элементов в разделе);

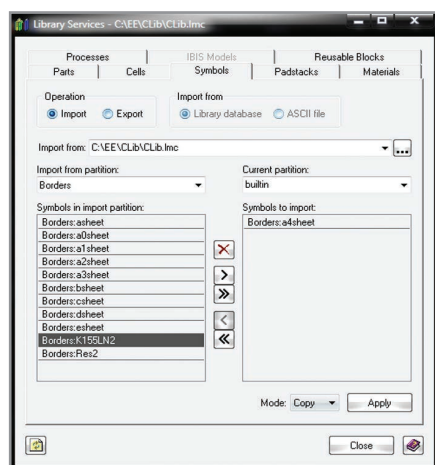


Рис. 5. Интерфейс вкладки Symbols в случае, когда переключатель в поле Operation установлен в положение Import

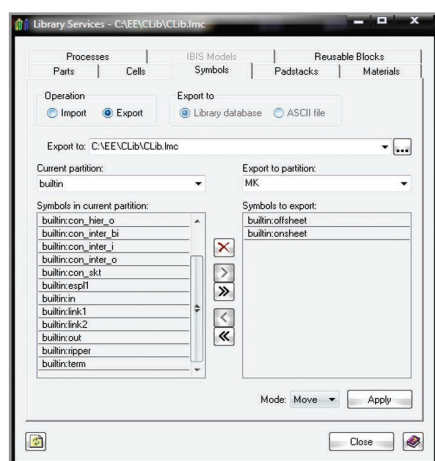


Рис. 6. Интерфейс вкладки Symbols в случае, когда переключатель в поле Operation установлен в положение Export

- Reserved (состояние раздела – используется/не используется).

Процесс создания нового раздела в редакторе Partition Editor можно разбить на следующие этапы:

- 1) выбор вкладки типа создаваемого раздела;
- 2) для того чтобы создать новый раздел, необходимо нажать на кнопку New Partition (создать раздел), расположенную в левой части поля Available partitions (доступные разделы), после чего во вновь созданной строке в поле Library Partition Name ввести имя нового раздела. В поле Available partitions дополнительно расположены кнопки Delete Partition (удалить раздел) и Undo Delete (отменить удаление раздела). Следует отметить, что раздел в редакторе Partition Editor можно удалить только в том случае, если он пустой;
- 3) для вступления в силу выполненных действий необходимо нажать на кнопку OK или Apply.

Для каждого библиотечного типа должен существовать, по крайней мере, один раздел для того, чтобы создать библиотечные данные этого типа.

Обслуживание ЦБ

Управлять данными центральной библиотеки можно при помощи библиотечного сервиса Library Services. Данный сервис позволяет удалять, копировать, перемещать компоненты, посадочные места, символы, стеки контактных площадок и IBIS-модели между файлами разных ЦБ, а также между разделами в одной ЦБ. При импорте компонентов из сторонней библиотеки библиотечный сервис автоматически импортирует все стеки контактных площадок, символы, посадочные места, упомянутые в компоненте. Такой же подход используется и при экспорте компонентов.

Для запуска библиотечного сервиса необходимо в программе Library Manager в меню Tools выбрать пункт Library Services либо выбрать соответствующую иконку на панели инструментов МБ. Также библиотечный сервис можно вызвать из программы Expedition PCB, выбрав в меню Setup пункт Library Services.

Окно Library Services разделено на отдельные вкладки, показанные на рисунке 5 и предназначенные для выполнения операций с такими объектами, как:

- компоненты (Parts);
- посадочные места (Cells);
- символы (Symbols);
- стеки контактных площадок (Padstacks);
- многократно используемые блоки (Reusable Blocks);
- IBIS-модели (IBIS Models).

Рассмотрим более подробно интерфейс окна Library Services на примере вкладки Symbols (вкладки Parts, Cells, Padstacks, Reusable Blocks, IBIS Models библиотечного сервиса Library Services имеют подобный интерфейс).

В верхней левой части вкладки находится поле Operation (операция), в котором расположено два переключателя Import (импорт) и Export (экспорт).

Рассмотрим интерфейс вкладки в случае, когда переключатель установлен в положение Import (см. рис. 5). В верхней правой части вкладки Symbols расположено поле Import from (импортировать из), которое содержит переключатели Library database (библиотечная база данных) и ASCII file (ASCII файл). Под полем Operation находится поле

Import from – поле выбора библиотеки, из которой будет производиться импорт. Выбор библиотечного файла производится при помощи кнопки Browse поля Import from. Ниже этого поля находятся два выпадающих списка: Import from partition (импорт из раздела) и Current partition (текущий раздел), в которых из выпадающего меню можно выбрать необходимые разделы. Поле Symbols in import partition содержит список символов, доступных для выполнения операции импорта. В нижней части вкладки в поле Mode задаётся режим импорта: Copy (копирование) или Move (перемещение). Для выполнения операции импорта необходимо при помощи левой кнопки мыши выбрать из списка в поле Symbols in import partition необходимый символ и при помощи кнопки Include Selected (произвести выбор) переместить его в поле Symbols to import (символы для импорта). Для импорта всех символов раздела одновременно предназначена кнопка Include All (выбрать все). Удалить символы (посадочные места, стеки контактных площадок) можно при помощи кнопки Display Delete Dialog.

Рассмотрим интерфейс вкладки Symbols в случае, когда переключатель в поле Operation установлен в положение Export (см. рис. 6). В верхней правой части вкладки расположено поле Export to (экспортировать в), которое содержит переключатели Library database (библиотечная база данных) и ASCII file (ASCII файл). Под полем Operation находится поле Export to, с помощью которого производится выбор библиотеки для экспорта в неё новых разделов. Выбор библиотечного файла производится при помощи кнопки Browse поля Export to. Ниже этого поля находятся два выпадающих списка: Current partition (текущий раздел) и Export to partition (экспорт в раздел), в которых из выпадающего меню можно выбрать необходимые разделы. Поле Symbols in current partition содержит список символов, доступных для выполнения операции экспорта. В нижней части вкладки в поле Mode задаётся режим экспорта: Copy (копирование) и Move (перемещение). Для того чтобы выполнить операцию экспорта, нужно при помощи левой кнопки мыши выбрать из списка в поле Symbols in current partition необходимый символ и при помощи кнопки Include Selected (произвести выбор) переместить его в поле Symbols to export (символы для экспорта).

Если символ (посадочное место, стек контактных площадок) или раздел отображаются красным цветом, это говорит о том, что этот символ/раздел используется в данный момент другим пользователем, и никакие операции с данным символом/разделом невозможны до тех пор, пока все пользователи не закончат работу с ним. Когда все пользователи прекратят обращение к этим объектам, необходимо нажать кнопку Refresh Library Status, чтобы обновить статус доступных для экспорта/импорта объектов. Кнопка Refresh Library Status находится в нижней левой части рассматриваемой вкладки.

Для вступления в силу всех выполненных действий необходимо нажать на кнопку Apply. Для выхода из библиотечного сервиса используется кнопка Close.

СОЗДАНИЕ КОМПОНЕНТОВ ПРИ ПОМОЩИ РЕДАКТОРА PART EDITOR

Редактор Part Editor предоставляет инструментальные средства для создания, удаления и редактирования компонентов в ЦБ. Компонент содержит информацию, которая связывает условное графическое обозначение с посадочным местом электрорадиоэлемента по свойству Part Number (номер компонента). Каждый номер компонента должен быть уникальным внутри ЦБ и может состоять из 32 символов. Кроме того, компонент можно идентифицировать в библиотеке по имени (Part Name) или по метке компонента (Part Label). В ЦБ компоненты сгруппированы в разделы. С компонентами можно производить операции импорта и экспорта. Типичный компонент – это набор взаимосвязанной конструкторской, технологической и схематической информации об электрорадиоэлементе, который монтируется на печатной плате. Этот набор содержит:

- условное графическое обозначение (позиционное обозначение, тип, номинал);
- посадочное место компонента;
- текстовую и справочную информацию.

Объединение этих сведений в один компонент производится в редакторе Part Editor. При проектировании компонентов необходимо иметь информацию о соответствии каждого конкретного вывода условного графического обозначения выводу в корпусе элемента. Соответствующие данные хранятся в упаковочной таблице редактора Part

Editor. Следует отметить, что Part Editor не является графическим редактором, он лишь связывает введенную ранее графическую информацию в библиотечный элемент, в котором сочетаются несколько образов представления элемента: образ на схеме, посадочное место и упаковочная информация (информация о типах выводов компонентов, их нумерации).

Создание компонентов

В программной среде Library Manager редактор Part Editor запускается из меню Tools/ Part Editor. Также редактор компонентов можно открыть, нажав на панели инструментов Library Manager на соответствующую кнопку.

Окно редактора Part Editor представлено на рисунке 7. Каждый компонент может иметь собственные единицы измерения: дюймы (in), тысячные (th), миллиметры (mm), микроны (um). Выбор единиц измерения производится в меню Units рассматриваемого редактора.

Рассмотрим окно Part Editor более подробно. В верхней части находится поле Partition, в котором из выпадающего списка можно выбрать раздел для работы с компонентами или же создать новый раздел при помощи кнопки Partition Editor, находящейся в этом же поле. После нажатия на кнопку Partition Editor открывается одноименное диалоговое окно (см. рис. 8), в котором отображаются названия доступных библиотечных разделов (Library Partition Name), количество компонентов в каждом из разделов (Entries), резервирование (Reserved). Поле Available partitions (доступные разделы) содержит три кнопки: New Partition (новый раздел), Delete Partition (удалить раздел) и Undo Delete (отменить удаление), при помощи которых можно создавать новые разделы компонентов в ЦБ или удалять их. Для вступления в силу произведенных изменений необходимо нажать на кнопку Apply или OK, для выхода из окна Partition Editor без сохранения – нажать кнопку Cancel.

Продолжим рассмотрение окна Part Editor. В верхней правой части этого окна находятся пять кнопок, с помощью которых можно:

- создавать новый компонент в выбранном разделе (кнопка New);
- удалять выбранный компонент (кнопка Delete);
- отменять удаление (кнопка Undo Delete);

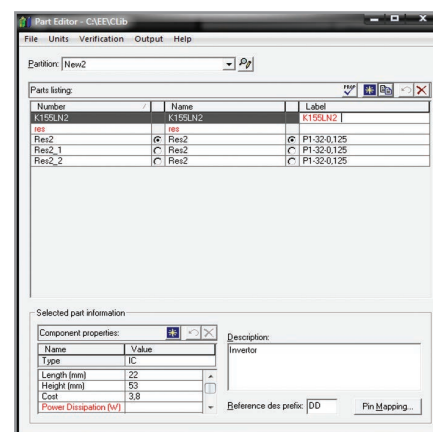


Рис. 7. Окно редактора Part Editor

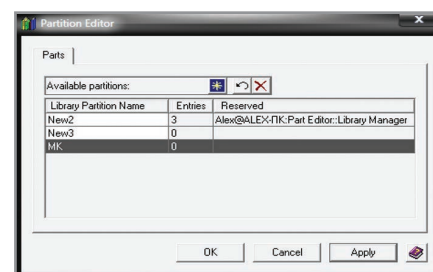


Рис. 8. Окно Partition Editor

- выполнять проверку свойств компонента (кнопка Check Properties);
- копировать выбранный компонент (кнопка Copy).

В центральной части рассматриваемого окна находится список компонентов выбранного раздела (Parts listing), в котором отображаются номер компонента (Number), имя компонента (Name), метка компонента (Label). Данные параметры задаются вручную посредством ввода с клавиатуры.

В нижней части окна Part Editor задаются свойства компонента (Component properties), описание (Description), префикс Reference Designator (Reference des prefix). В поле Component properties находятся три кнопки, при помощи которых можно создавать новые дополнительные свойства (кнопка New), удалять уже имеющиеся (кнопка Delete) или отменять удаление (кнопка Undo Delete). Свойство Type является обязательным и не может быть удалено. Значение данного свойства выбирается из выпадающего меню и должно соответствовать виду создаваемого компонента (Resistor – резистор, IC – интегральная микросхема, Connector – разъём). Для создания дополнительного свойства нажмите в поле Component properties на кнопку New и в созданной пустой строке выберите в столбце Name из выпадающего меню название свойства (Tech – технология, Cost – цена, Height – высота компонента), а в столб-

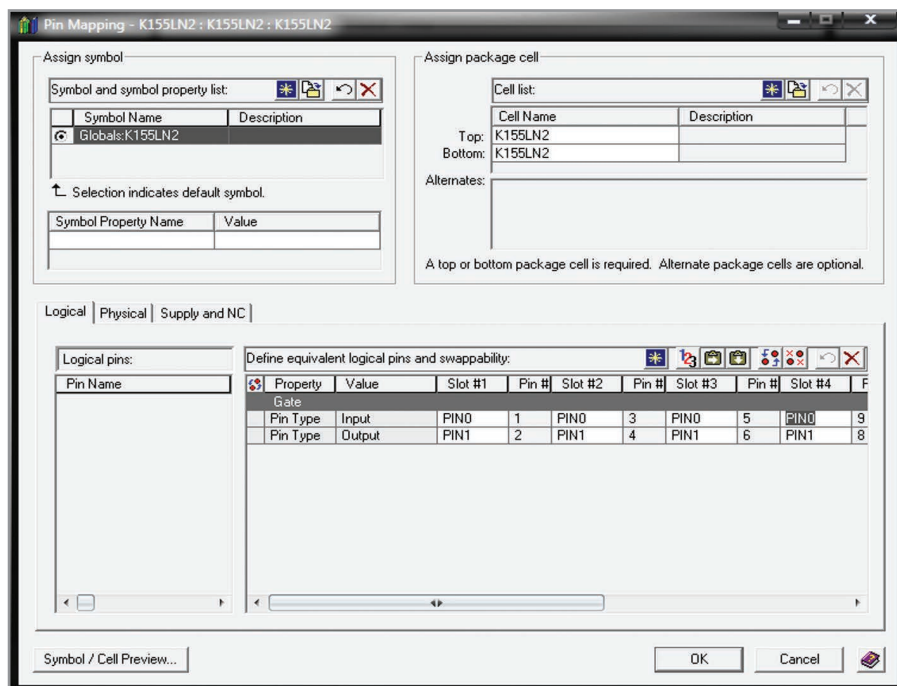


Рис. 9. Окно Pin Mapping

де Value задайте с клавиатуры необходимое значение. Список компонентов и свойства компонента будут отображаться красным цветом до тех пор, пока им не будут даны действительные значения, после чего цвет изменится на чёрный.

Поле Description не является обязательным, однако может быть использовано для более полного определения компонента. Значение поля Reference des prefix используется упаковщиком для задания префикса при упаковке и должно соответствовать типу детали (например, R – для резисторов, DD – для микросхем). По умолчанию в данном поле установлено значение префикса – U. При упаковке к префиксу будет добавлен соответствующий номер. Упаковка условного графического обозначения и посадочного места в один компонент, а также определение связи между выводами символов и выводами посадочных мест производится в диалоговом окне Pin Mapping, которое можно вызвать при помощи одноименной кнопки, находящейся в нижней правой части окна редактора Part Editor. Окно Pin Mapping показано на рисунке 9.

Назначение символа компоненту

В верхней левой части окна Pin Mapping в диалоге Assign Symbol (назначить символ) производится назначение компоненту условного графического обозначения. Назначить символ можно двумя способами:

1) при помощи кнопки New (данный способ используется в том случае, если символ не создан в ЦБ). Кнопка New расположена в поле Symbol and symbol property list (символ и список свойств символа). После нажатия на эту кнопку в таблице списка символов появится новая строка, где необходимо ввести с клавиатуры имя нового символа (Symbol Name) и его описание (Description);

2) при помощи кнопки Import (если символ уже создан, предпочтительнее будет произвести импорт символьной информации из раздела символов ЦБ). Кнопка Import находится в поле Symbol and symbol property list. В этом поле находятся также кнопки Delete (удалить) и Undo Delete (отменить удаление), при помощи которых можно удалять из списка символов уже имеющиеся в списке символы или отменять произведённую операцию удаления.

После нажатия на кнопку Import откроется одноимённое окно (см. рис. 10), разделённое на две вкладки: Symbols (символы) и Cells (посадочные места). Для импорта условных графических обозначений из ЦБ предназначена вкладка Symbols. В верхней части вкладки находится поле Central Library partition (раздел ЦБ), в котором из выпадающего списка необходимо выбрать нужный раздел символов. После того как раздел выбран, в поле Symbol name (название символа) отобразится список всех доступных символов данного раздела. Выбрать нужное условное графическое обозначение из

списка символов можно при помощи левой кнопки мыши, после чего символ визуально отобразится в нижней части окна Import. Также в окне Import есть возможность задавать опции для вентилей компонента посредством установки флажка в чекбоксе Create new gate information, после чего становятся активными три следующих поля:

- 1) Number of slots in component (количество вентиляей в компоненте);
- 2) Include pin properties (использовать свойства выводов);
- 3) Include pin number mapping (использовать привязку номеров выводов).

Количество вентиляей в компоненте задаётся путём ввода с клавиатуры числового значения в поле Number of slots in component. Флажок в чекбоксе Include pin properties устанавливается в том случае, если есть необходимость автоматически назначать выводам компонента те же свойства, что и в символе. Флажок в чекбоксе Include pin number mapping устанавливается при необходимости автоматически назначать физические номера выводов при импорте символа.

Для компонента можно выбрать несколько символов. Для таких элементов, как процессоры и программируемые логические интегральные схемы допускается представление двумя и более символами (например, отдельные символы для сигнальной части и питания).

Для вступления в силу произведённых изменений необходимо нажать на кнопку Apply или OK, для выхода из окна Import без сохранения нажмите на кнопку Cancel.

Назначение компоненту посадочного места

В верхней правой части окна Pin Mapping находится диалог Assign Package cell (назначить посадочное место), где производится назначение компоненту посадочного места.

Назначить посадочное место можно двумя способами:

1) при помощи кнопки New (данный способ используется в том случае, если посадочное место не создано в ЦБ), расположенной в поле Cell list (список посадочных мест);

2) при помощи кнопки Import (в том случае, если посадочное место уже создано, предпочтительнее будет произвести импорт информации из раздела посадочных мест ЦБ), находящейся в поле Cell list. Там же располагаются кнопки Delete (удалить) и Undo Delete

(отменить удаление), при помощи которых можно удалять из списка Cell list уже имеющиеся посадочные места или отменять произведённую операцию удаления.

Посадочное место можно назначить в слой Top (верхний) или Bottom (нижний). Наряду с основным посадочным местом (Top Cell), компоненту можно назначать альтернативные посадочные места (Alternates). В некоторых случаях может быть полезным иметь двойные посадочные места. В процессе создания компонента нужно задать хотя бы одно посадочное место, в таком случае при необходимости на противоположную сторону платы будет перенесено его зеркальное отображение. Альтернативные посадочные места можно выбрать при размещении в Expedition PCB или в ходе замены после размещения. Все посадочные места внутри компонента должны иметь одинаковое количество выводов и одинаковые номера выводов.

После нажатия на кнопку Import откроется одноимённое окно, изображённое на рисунке 11. Для импорта посадочных мест из ЦБ необходимо использовать вкладку Cells. В верхней части вкладки находится поле Library partition (раздел ЦБ), в котором из выпадающего списка необходимо выбрать нужный раздел. Тип корпуса компонента и количество выводов можно задать при помощи выпадающего меню в полях Package group и Number of pins, соответственно. После того как данные параметры выбраны, в поле Cell name (название посадочного места) отобразится список всех имеющихся посадочных мест, соответствующих заданным критериям. Выбрать нужное посадочное место из списка можно при помощи левой кнопки мыши, после чего это посадочное место визуально отобразится в нижней части окна Import. Также в окне Import в поле Import cell as (импортировать посадочное место как) есть возможность посредством установки переключателя в нужную позицию назначить посадочное место в верхний (Top) или нижний (Bottom) слой или как альтернативное (Alternate).

Для вступления в силу произведённых изменений необходимо нажать на кнопку Apply или OK.

Определение связи между выводами символов и выводами посадочных мест

В нижней части окна Pin Mapping находится три вкладки (Logical, Physical,

Supply and NC), при помощи которых производится определение соответствия имён выводов символа и номеров выводов корпуса. Рассмотрим вкладку Logical (логические имена выводов).

В верхней части вкладки находится поле Define equivalent logical pins and swappability (определение эквивалентных логических выводов), в котором расположено восемь кнопок:

- New (создание нового вентиля вручную);
- Auto Number (автонумерация выводов);
- Paste Across и Paste Down (перенос данных);
- Swap (свопирование – возможность взаимной перестановки выводов);
- Unswap (отмена свопирования);
- Delete (удаление);
- Undo Delete (отмена операции удаления).

Кроме того, на вкладке расположено на таблица, содержащая следующие столбцы:

- Swap (назначение свопинга);
- Property (свойства);
- Value (значения);
- Pin (выводы);
- Slot (слот).

Данная таблица может быть заполнена автоматически или вручную. Каждая строка в таблице представляет вывод в логическом вентиле, которому в столбце Property при помощи выбора значения из выпадающего меню назначается одно из следующих свойств:

- Pin Type (тип вывода);
- Supply Pin (контакт питания).

Значения в столбце Value рассматриваемой таблицы устанавливаются в зависимости от выбранного свойства Property и могут быть следующими: Input, Output, Digital, Analog (Property – Pin Type), имена ассоциированного сигнала (Property – Supply Pin). Между выводами с одинаковыми свойствами может быть назначен свопинг. Свопируемые выводы будут отмечены в первом столбце таблицы цветными квадратами. Для того чтобы назначить свопинг между двумя выводами, необходимо при помощи левой кнопки мыши выделить строки этих выводов и нажать на кнопку Swap. Для отмены свопинга выводов используется кнопка Unswap. Для вентиля эквивалентность указывается их количеством в диалоговом окне импорта символа.

Slot (слот) – это один экземпляр логического вентиля. В рассматриваемой таблице каждый слот представлен

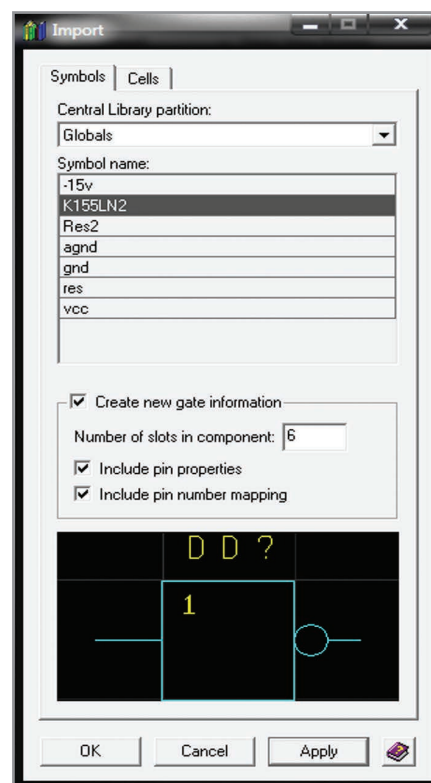


Рис. 10. Вкладка Symbols диалогового окна Import

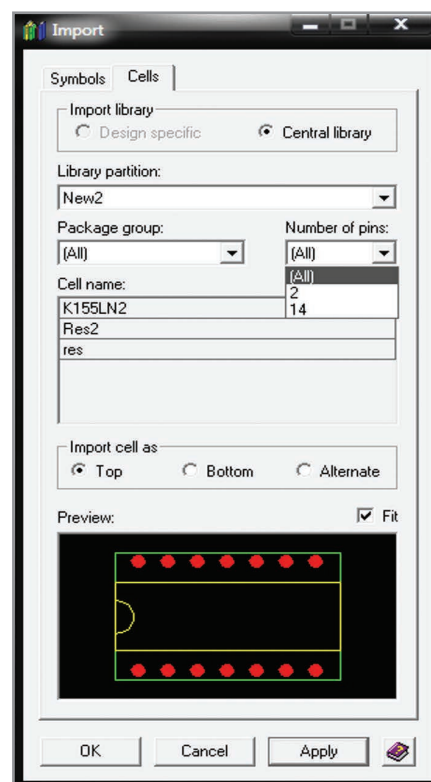


Рис. 11. Вкладка Cells диалогового окна Import

двумя столбцами (Slot и Pin). Столбец Slot содержит названия выводов символа в слоте. Столбец Pin содержит физические номера выводов в слоте (на вкладке Logical этот столбец не редактируется).

Рассмотрим вкладку Physical (физические номера выводов). В цент-

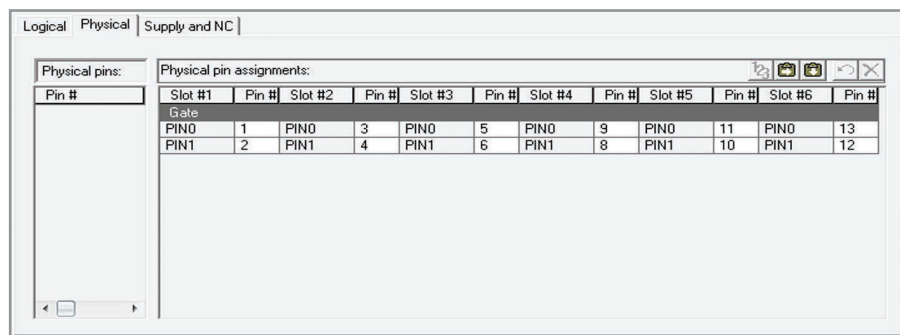


Рис. 12. Вкладка Physical

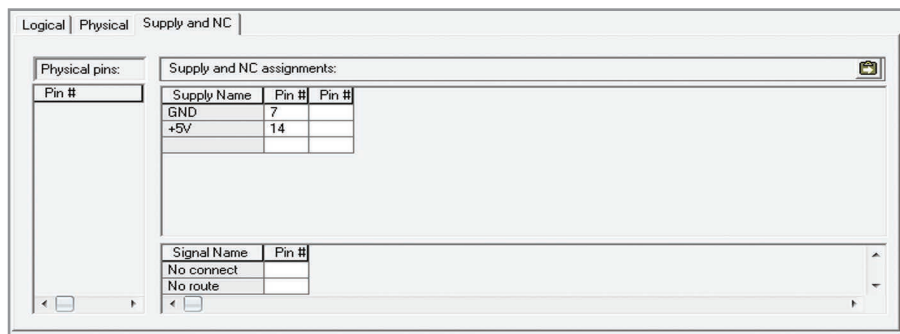


Рис. 13. Вкладка Supply and NC

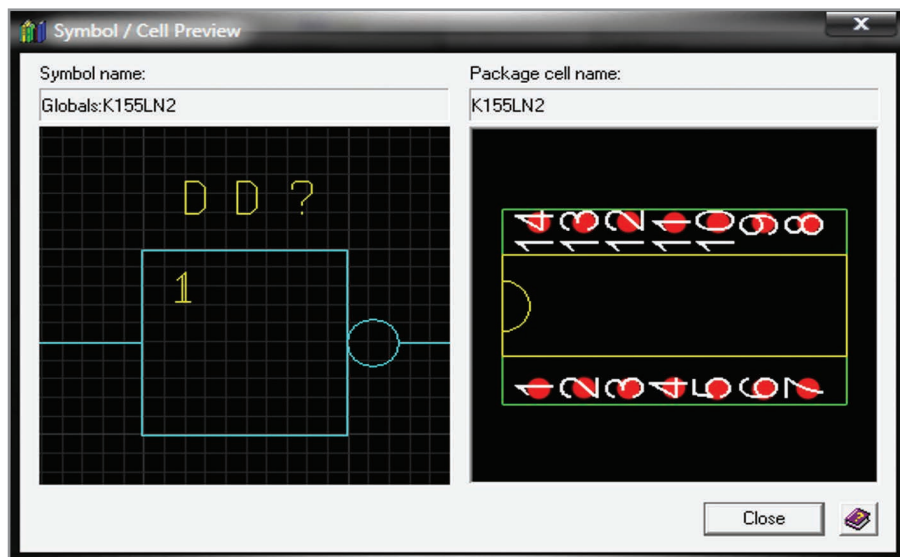


Рис. 14. Окно Symbol / Cell Preview

альной части вкладки расположено на таблица Physical pin assignments (физическое расположение выводов), в которой назначаются в слоты физические номера выводов. Назначение может производиться вручную с клавиатуры или при помощи кнопки Paste Across (в этом случае необходимо в поле Physical Pins выбрать номер вывода, затем в таблице Physical pin assignments выбрать необходимое поле Pin и нажать на кнопку Paste Across). Поле Physical Pins расположено в левой части вкладки Physical. В данном поле отображаются неназначенные физические номера выводов. После назначения физические номера автоматически удаляются из списка Physical

Pins. Вкладка Physical представлена на рисунке 12.

Рассмотрим вкладку Supply and NC (выводы питания и незадействованные выводы). На данной вкладке размещены две таблицы, в которых производится назначение выводов питания и незадействованных выводов. Для того чтобы назначить вывод питания, необходимо с клавиатуры в поле Supply Name верхней таблицы ввести название сигнала, а в поле Pin ввести физический номер вывода. Назначение незадействованных выводов производится путём ввода с клавиатуры физических номеров выводов в поле Pin нижней таблицы. Также назначить выводы можно и при помощи кноп-

ки Paste Across (в этом случае необходимо в поле Physical Pins выбрать номер вывода, затем выбрать необходимое поле Pin и нажать на кнопку Paste Across). Назначенные номера физических выводов исчезают из списка Physical Pins. Вкладка Supply and NC представлена на рисунке 13.

В нижней левой части окна Pin Mapping находится кнопка Symbol / Cell Preview, после нажатия на которую открывается одноимённое окно, отображающее обе составные части созданного компонента (см. рис. 14). Прделанные в диалоговом окне Pin Mapping изменения нельзя сохранить до тех пор, пока не будут назначены все логические имена и физические номера выводов компонента. Закончить работу с рассмотренным диалогом можно при помощи кнопки ОК.

В результате выполненных действий мы получим законченный компонент, который можно сохранить при помощи меню File/Save редактора Part Editor. Экспорт и импорт компонентов можно производить, используя команды Import Part Data и Export Part Data из меню File.

Таким образом, процесс создания компонента в редакторе Part Editor можно разбить на восемь этапов:

- 1) выбор единиц измерения в меню Units;
- 2) выбор раздела центральной библиотеки в поле Partition;
- 3) создание нового компонента при помощи кнопки New;
- 4) назначение компоненту обязательных и дополнительных свойств, описания, префикса RefDes;
- 5) назначение компоненту символа в диалоге Assign Symbol окна Pin Mapping;
- 6) назначение компоненту посадочного места при помощи диалога Assign package cell окна Pin Mapping;
- 7) определение соответствия имён выводов символа и номеров выводов корпуса (вкладки Logical, Physical, Supply and NC окна Pin Mapping);
- 8) сохранение прделанной работы при помощи меню File/Save.

ЛИТЕРАТУРА

1. Колесникова Т. Маршрут проектирования Mentor Graphics Expedition Enterprise 7.9.4 – разработка стеков контактных площадок и посадочных мест компонентов, Современная электроника. № 3. 2014.
2. Expedition Enterprise Library Development Process Guide. Mentor Graphics Corporation. 2011.





ЛАМИНАРНЫЕ СИСТЕМЫ
LAMSYS

ИНДИВИДУАЛЬНОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ

ЛАМИНАРНЫЕ УКРЫТИЯ

С ВЕРТИКАЛЬНЫМ НИСХОДЯЩИМ ПОТОКОМ ВОЗДУХА

ФРЕСН

РАЗРАБОТАНО ДЛЯ СБОРКИ ЛАЗЕРНЫХ РЕЗОНАТОРОВ



Класс чистоты в рабочей зоне 5100 по ГОСТ ИСО 14644-1-2002

- Низкий уровень энергопотребления.
- Низкий уровень акустических шумов и помех.
- Гарантированный нисходящий ламинарный воздушный поток в рабочей зоне укрытия.

ДОПОЛНИТЕЛЬНЫЕ ОПЦИИ:



- Фронтальное стекло может быть изготовлено с прорезью под микроскоп. Наличие, форма и расположение прорези согласовываются с Заказчиком дополнительно.
- Кран-газ. Кран-вакуум. Краны могут быть установлены в уже эксплуатируемый бокс.
- Встроенные разъемы (RS, USB, Ethernet, HDMI, DisplayPort, DVI и т.п.) для подключения различных периферийных устройств.
- Дополнительный блок розеток или розетки с разъемами для подвода специального напряжения (5 В, 36 В и т.д.)



Чёрная светопоглощающая поверхность рабочей камеры и тонированное фронтальное стекло исключают попадание прямого света и возникновение бликов.

На задней стенке рабочей камеры встроен дополнительный осветитель для просмотра оптических деталей и узлов «на просвет» и определения внутренних дефектов стекла, например свилей и пузырей.

Под столешницей – выдвижной блок с ячейками для хранения инструментов.

Реклама

www.lamsys.ru

**ЛАБОРАТОРНОЕ ОБОРУДОВАНИЕ
ЧИСТЫЕ ЗОНЫ
ЧИСТЫЕ ПОМЕЩЕНИЯ
ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ОДЕЖДА**

Россия, 456300, Челябинская обл.,
г. Миасс, Тургорское шоссе, 2/4
Телефон/факс: (3513) 544-744, 544-755
sale@lamsys.ru
Представитель в Москве:
тел./факс: (925) 508-71-26, (901) 547-84-03

Проектирование аналоговых и аналого-цифровых ИС с использованием языка Verilog-AMS

Часть 1. Введение в язык Verilog-A

Дмитрий Осипов (Москва)

В статье определено место языка Verilog-AMS в процессе проектирования аналоговых и аналого-цифровых интегральных схем (ИС). На примере описания RC-цепи приводятся начальные сведения о синтаксисе языка.

ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время традиционный подход к проектированию СБИС «снизу вверх», включающий необходимый этап моделирования всей системы на транзисторном уровне, не может обеспечивать необходимую скорость разработки [1]. Такой подход [2] предполагает последовательную разработку и верификацию отдельных функциональных блоков СБИС. Разработка каждого блока начинается с задания требований и заканчивается созданием описания транзисторного уровня. Каждый блок верифицируется как отдельный электронный компонент, а не в контексте системы в целом. Затем блоки объединяются в систему и верифицируются вместе. Таким образом, вся система оказывается представленной на транзисторном уровне.

Данный метод, хорошо зарекомендовавший себя при разработке однородных ИС, затрудняет проектирование «систем-на-кристалле» [2]. Наиболее существенными недостатками метода «снизу вверх» являются:

- при объединении блоков в систему моделирование самой системы занимает много времени (до нескольких недель), таким образом, верификация всей системы за разумное время затруднена, а зачастую невозможна [3];
- на ранних этапах разработки невозможно найти трудно исправимые ошибки в архитектуре проекта. К моменту обнаружения ошибки на уровне архитектуры уже созданы отдельные блоки проекта. Расчёт влияния параметров отдельных блоков на систему в целом;
- некоторые этапы разработки должны проводиться последовательно (верификация системы не может быть произведена, пока не готовы все блоки), что увеличивает время разработки;

• для обеспечения работоспособности системы после сборки разработчики отдельных блоков должны согласовывать свои действия между собой. Ошибки соединения блоков, вызванные недопониманием, делают всю систему неработоспособной.

Альтернативная методология проектирования «сверху вниз», свободная от указанных выше недостатков, в последнее десятилетие активно развивается компанией Cadence Design Systems [4, 5] и одним из её партнёров – компанией Designers Guide Consulting [6].

Метод проектирования «сверху вниз», свободная от указанных выше недостатков, в последнее десятилетие активно развивается компанией Cadence Design Systems [4, 5] и одним из её партнёров – компанией Designers Guide Consulting [6].

МЕТОД ПРОЕКТИРОВАНИЯ «СВЕРХУ ВНИЗ»

В общем виде метод проектирования «сверху вниз» состоит в последовательном переходе от системного уровня к транзисторному уровню через пошаговую детализацию отдельных блоков. Каждый из промежуточных уровней полностью разрабатывается и верифицируется перед переходом к следующему. Основными положениями данной методологии являются [7, 8]:

1. Проект ИС должен быть представлен в виде разделяемой (т.е. доступной всем разработчикам) базы данных. Каждый из разработчиков должен иметь возможность проводить моделирование как всего проекта, так и отдельных блоков. При этом блоки могут быть описаны на поведенческом, транзисторном или топологическом уровне;

2. Каждое изменение отдельного блока или архитектуры проекта должно верифицироваться в тестовом окружении всего проекта, отлаженном на предыдущем шаге разработки;

3. Процесс разработки должен начинаться с верхнего поведенческого уровня и двигаться в направлении повышения степени детализации.

Важным элементом всей методологии является единый язык Verilog-AMS [3], позволяющий унифицировать действия, необходимые для разработки и верификации системы на каждом этапе.

Использование языка Verilog-AMS предоставляет ряд преимуществ, особенно в рамках методологии «сверху вниз»:

- при разработке системы, содержащей большую цифровую часть, возможно проведение совместного моделирования только с цифровыми блоками, описанными на Verilog;
- интеграция в едином проекте описаний Verilog-AMS и SPICE подобных списков межсоединений полностью поддерживается известными производителями САПР, такими как Cadence, Mentor Graphics и Synopsys;
- при разработке на архитектурном уровне Verilog-AMS обеспечивает совместимость со средствами, используемыми на последующих этапах разработки, в отличие от таких высокоуровневых языков, как Matlab, и таких средств моделирования, как Simulink;
- верификация ИС с использованием разноуровневых моделей отдельных блоков.

Язык VERILOG-A

Язык высокого уровня Verilog-AMS (Analog and Mixed Signal) позволяет проводить совместное моделирование аналоговой и цифровой частей системы и включает в себя:

- Verilog-D (традиционно обозначаемый как Verilog) – язык описания цифровой аппаратуры;
 - Verilog-A – язык описания для аналоговых систем (эквивалент Verilog-D);
 - расширения обоих языков для смешанного моделирования (см. рис. 1).
- В популярных свободных пакетах

тах программ для схемотехнического моделирования, например Geda [8] с симуляторами *ngspice* или *gnucap*, или QUCS [9], пока реализована лишь частичная поддержка языка, которая позволяет создавать модели на ограниченном подмножестве Verilog-A с последующим автоматическим переводом в код C с помощью программы ADMS [10]. Для использования полученной таким образом модели необходима совместная компиляция полученного кода C с основным кодом используемого симулятора.

Чтобы опробовать методологию «сверху вниз» не обязательно обладать лицензией на «флагманские» продукты от Cadence или Mentor Graphics. Для моделирования схем, содержащих как модели SPICE, так и описания Verilog-A, могут быть использованы программы Dolphin SMASH [11] или SymicaDE [12]. Последней программой мы воспользуемся ниже.

Несомненным достоинством SymicaDE является возможность моделирования смешанных проектов, где отдельные блоки системы могут быть описаны на любом из языков: Verilog, Verilog-AMS, VHDL, VHDL-AMS, а также списками соединений SPICE. Программа имеет версии для ОС Windows и Linux. Недостатком SymicaDE является малая информативность (если сравнивать с Cadence Spectre) вывода информации об ошибках. Кроме того, во время тестов наблюдались зависания программы, которые, однако, могут быть связаны с тем, что программа была установлена на неподдерживаемой платформе Linux Mint 16. В то время как 32-битная версия SymicaDE работает в различных ОС семейства Linux, 64-битная версия ограничена линейкой Red Hat и её производных дистрибутивов.

Знакомство с языком Verilog-A. Описание резистора и конденсатора

Наиболее общим математическим описанием резистора является $f(u, i) = 0$, где u – падение напряжения на резисторе, i – ток через резистор, f – произвольная функция двух аргументов. Такое описание подходит как нелинейным резисторам, так и другим устройствам (например, транзисторам), выполняющим функцию резистора. Под резистивностью понимают производную напряжения по току.

Простейший линейный резистор описывается выражением $u = r \times i$, где

r – сопротивление резистора. Модель Verilog-A резистора, описываемого такой формулой, приведена в листинге 1.

В первой строке листинга 1 приводится описание модуля. Всю строку, начинающуюся с «//», симулятор воспринимает как комментарий. Также для создания комментариев можно использовать символы «/*» и «*/» (аналогично языку C). Текст, ограниченный указанными символами, будет считаться комментарием.

В строке 2 подключается заголовочный файл «disciplines.vams». Для этого используется директива препроцессора *include*, стандартная для многих языков программирования. Данный файл содержит описания «дисциплин» (disciplines) Verilog-AMS. Дисциплина – это набор связанных с ней физических типов сигналов (natures). Например, дисциплина *electrical* предназначена для описания электрических сигналов и состоит из двух типов сигналов – напряжения и тока.

Язык Verilog-AMS не определяет ни одной дисциплины, поэтому для нормальной работы необходимо подключение файла с описанием различных дисциплин. Кроме *electrical* стандартный файл «disciplines.vams» содержит ещё несколько дисциплин для описания других типов систем, например, механических. С этим связана популярность языка для разработки микроэлектромеханических систем (MEMS). Verilog-AMS позволяет объединять в одном цикле моделирования стандартные списки соединений SPICE или модули Verilog-AMS, в которых описана электрическая часть системы, с описанием её механической части. Более подробно дисциплины Verilog-AMS будут обсуждаться в следующих статьях.

В строке 5 листинга 1 объявляется модуль *resistance*, который является базовым «строительным» блоком Verilog-AMS. Описание модуля начинается с ключевого слова *module* и заканчивается ключевым словом *endmodule*. После слова *module* должно следовать название модуля и список портов, заканчивающийся точкой с запятой «;» (обозначает конец строки). Порты позволяют «подключиться» к модулю Verilog-A. Направление порта задаётся с помощью ключевых слов *inout* – вход-выход (*input* – вход или *output* – выход). Если порт объявлен как вход, то значение типа сигнала, связанного с данным портом, не может быть изме-

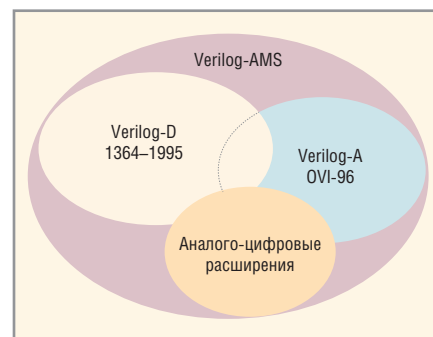


Рис. 1. Семейство языков Verilog

нено внутри модуля. Если порт объявлен как выход, то значение типа сигнала, связанного с данным портом, не может быть изменено снаружи модуля. В противном случае (например, если подключить к выходу модуля идеальный источник напряжения или тока), моделирование завершится ошибкой. В листинге 1 порты резистора были объявлены как входы-выходы, т.е. значение любого типа сигнала, связанного с портами резистора, может быть изменено как снаружи, так и внутри модуля. В строке 7 задаётся дисциплина для сигналов, связанных с портами резистора. Все порты модуля обязательно должны иметь связанные с ними типы сигналов.

В строке 9 объявляется параметр модуля. В дальнейшем пользователь, заданный при объявлении экземпляра модуля, сможет задать значение этого параметра. Например, в программе графического ввода САПР Cadence IC модуль, написанный на Verilog-AMS, ничем не отличается от других элементов схемы – в одном графическом описании схемы можно использовать как модули Verilog-A, так и стандартные SPICE-модели или макромодели. Симу-

Листинг 1. Описание резистора на Verilog-A

```
01 // Простой резистор
02
03 `include "disciplines.vams"
04
05 module resistance (n1, n2);
06     inout n1, n2;
07     electrical n1,n2;
08
09     parameter real R=1.0 from
[0:inf];
10
11     analog begin
12         V(n1,n2) <+
R*I(n1,n2);
13     end
14 endmodule
```

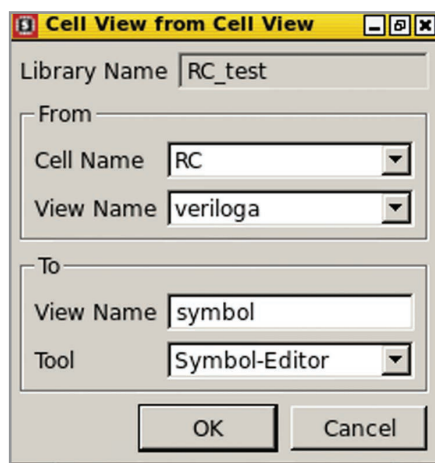


Рис. 2. Создание символа для ячейки RC-цепи

лятор Dolphin SMASH позволяет создавать как SPICE-списки соединений с использованием Verilog-AMS модулей и задавать их параметры, так и Verilog-AMS списки соединений с использованием моделей и макромоделей SPICE.

Кроме объявления имени и типа параметра модуля в строке 9 задаётся значение параметра по умолчанию: если параметр модуля не будет задан, симулятор будет использовать значение по

умолчанию. Здесь же задаётся область определения параметра, чтобы предотвратить неправильное использование модуля. Так, если пользователь задаст параметр вне границ области определения, симулятор сообщит ему об ошибке.

Определителем аналогового модуля на языке Verilog-AMS является ключевое слово *analog*, которое задаёт аналоговый процесс. Последний является обособленной частью моделируемой системы, контролирующей протекающие сигналы. Обычно система состоит из многих процессов. Например, в случае RC-цепи, это процессы резистора и конденсатора. Система, таким образом, представляется в виде независимых и взаимодействующих процессов. Ядро симулятора вычисляет новое состояние аналогового процесса в каждой временной точке (частота следования точек во времени задаётся при настройке точности симулятора). В связи с этим внутри аналогового процесса не поддерживаются такие конструкции языка Verilog, как задержки (*) и ожидание (*wait*). Однако внутри аналогового процесса можно задавать события (используя @), которые, впрочем, имеют несколько иной вид по сравнению с событиями в Verilog. Аналоговые события будут рассмотрены позднее.

Для объединения высказываний языка в единый блок применяются ключевые слова *begin* и *end*, полностью аналогичные фигурным скобкам в языке C. В строке 12 листинга 1 содержится основная управляющая конструкция модуля, задающая напряжение между портами *n1* и *n2* в зависимости от тока, протекающего между ними.

Описание конденсатора на Verilog-AMS приводится в листинге 2. В общем случае конденсатор может быть задан уравнением $f(u, q) = 0$, где *u* – падение напряжения между выводами конденсатора, *q* – заряд на конденсаторе, *f* – произвольная функция. Простой линейный конденсатор может быть описан как $q = c \times u$, или $i = c \times (du/dt)$, где *c* – ёмкость конденсатора.

В строке 12 используются аналоговый оператор непрерывной производной по времени *ddt*, который рассчитывает производную аргумента по времени в каждой точке моделирования.

МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОСТОЙ RC-ЦЕПИ

Рассмотрим процесс моделирования простой RC-цепи в программе SymicaDE. Интерфейс программы

очень похож на интерфейс Cadence Virtuoso, а окно настройки параметров моделирования буквально повторяет аналогичное окно ADE L в Cadence. Также как и в Virtuoso, проект организован по иерархическому принципу в библиотеках и ячейках (*cell*), при этом каждая ячейка (например, RC-цепь) может содержать несколько описаний (список соединений SPICE, Verilog-AMS, Verilog и т.д.).

После установки SymicaDE и указанных в руководстве по установке переменных окружения программа может быть запущена командой «*\$symica*». В открывшемся окне необходимо создать библиотеку RC_test, а в ней ячейку RC с описанием Verilog-A (см. листинг 3). После этого необходимо создать символ для ячейки RC-цепи. Для этого в окне Library Manager требуется щёлкнуть правой кнопкой мыши (ПКМ) по описанию *veriloga* и в выпадающем меню выбрать New Cell View From (см. рис. 2). Появится интуитивно понятная форма для генерации символа.

Одним из преимуществ использования моделей Verilog-A является то, что для конечного пользователя модель Verilog-A ничем не отличается от модели, встроенной в симулятор, т.к. все параметры модели могут быть заданы без редактирования исходного кода. Чтобы добавить параметры, определённые в коде Verilog-A, следует выделить ячейку RC в Library manager и, щёлкнув ПКМ, выбрать Properties (Свойства). В окне Properties необходимо нажать на кнопку Load from File и выбрать VerilogA (см. рис. 3).

Для создания тестового окружения создаётся ячейка RC_test типа *schematic* (см. рис. 4). Настройки моделирования можно выполнить, открыв из главного меню программы Simulation → Environment. После настройки параметров моделирования (Transient 0,8n), можно выбрать сигналы для отображения на графике Outputs → To be plotted → Select on Schematic. Для запуска моделирования необходимо выбрать Simulation → Netlist and Run. После этого будет создан список соединений (netlist) и запущена программа *adelxm* для разбора кода Verilog-A. Она подготовит исходные коды C++ для модели RC-цепи, используемые в последующей компиляции динамической библиотеки для симулятора.

На этом этапе проявляется один из недостатков систем, использующих

Листинг 2. Описание конденсатора на Verilog-A

```
01 // Простой конденсатор
02
03 `include "disciplines.vams"
04
05 module capacitor (n1, n2);
06     inout n1, n2;
07     electrical n1,n2;
08
09     parameter real C=1.0e-12 ;
10
11     analog begin
12         I(n1,n2) <+
13         C*ddt(V(n1,n2));
14     end
15 endmodule
```

Листинг 3. Описание RC-цепи на Verilog-A

```
`include "disciplines.vams"
module RC (vin, vout, g);
parameter real r=1000;
parameter real c=1e-12;
inout vin, vout,g;
electrical vin,vout,g;
analog begin
V(vin,vout) <+ r * I(vin,vout);
I(vout,g) <+ c*ddt(V(vout,g));
end
endmodule
```


VIII МЕЖДУНАРОДНЫЙ НАВИГАЦИОННЫЙ ФОРУМ

WWW.GLONASS-FORUM.RU



23-24 апреля 2014

Тематика:

- Состояние и перспективы развития системы ГЛОНАСС и зарубежных навигационных спутниковых систем
- Основные тенденции развития российского рынка навигационных услуг и оборудования
- Практический опыт использования технологий спутниковой навигации в различных отраслях российской экономики
- Навигационные технологии в интеллектуальных транспортных системах
- Информационно-навигационные услуги, системы и оборудование для массового рынка
- Навигационные технологии на пассажирском транспорте
- Навигационное и навигационно – связанное оборудование ведущих российских и зарубежных производителей
- Геоинформационные системы различного применения



РЕГИСТРАЦИЯ: +7(495) 66 324 66; OFFICE@PROCONF.RU

Россия, Москва,
ЦВК «Экспоцентр»

N 55°44.984' E 37°32.762'

www.navitech-expo.ru

МЕЖДУНАРОДНАЯ СПЕЦИАЛИЗИРОВАННАЯ ВЫСТАВКА

НАВИТЕХ

НАВИГАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ,
ТЕХНОЛОГИИ И УСЛУГИ

**23–25
апреля
2014**

Готовите
новую
продукцию?

Стартовая
площадка для
демонстрации!

Премьерные
показы мировых
разработок

Заброниро-
вать стенд
on-line



ОРГАНИЗАТОР:



Тел.: 8(499) 795-28-13
NAVITECH@EXPOCENTR.RU

ПРИ ПОДДЕРЖКЕ:



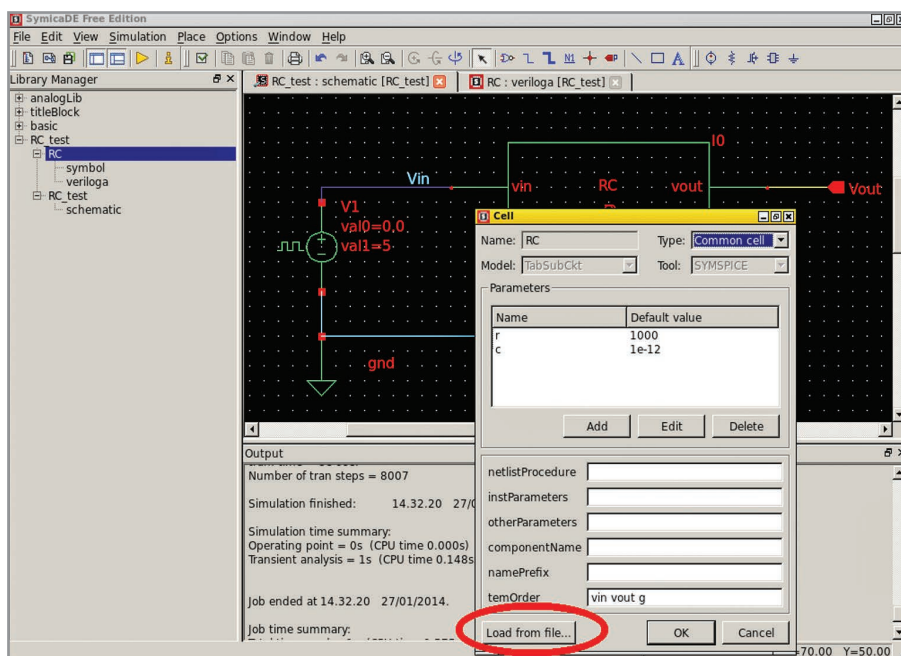


Рис. 3. Добавление параметров модели Verilog-A в символ

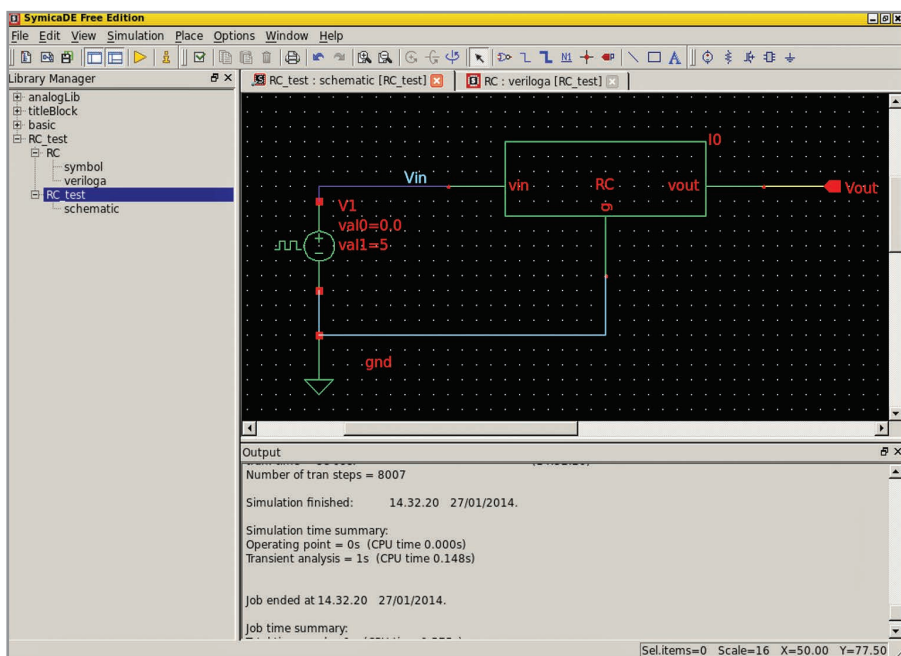


Рис. 4. Тестовое окружение для RC-цепи

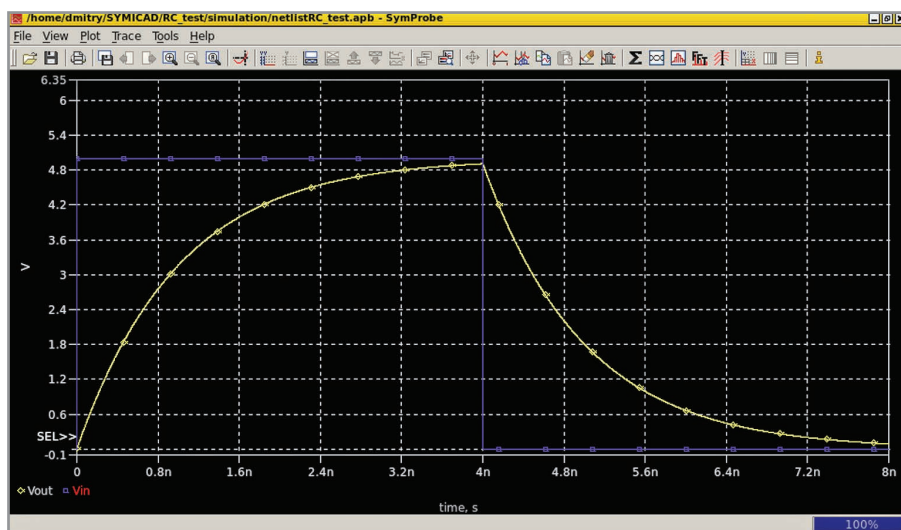


Рис. 5. Результат моделирования переходных процессов

программу *adelxm* для разбора кода: сообщения об ошибках, включая очевидные синтаксические, обычно появляются при попытке компиляции модели, и, следовательно, ссылаются на выходной файл C++ *adelxm*. Зачастую они непонятны инженеру, который разрабатывает модели на Verilog-A.

Результаты анализа переходных процессов в RC-цепи показаны на рисунке 5.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В первой статье цикла рассмотрены базовые понятия языка аналогового моделирования Verilog-A и разобран пример моделирования простой RC-цепи в программе SymicaDE.

ЛИТЕРАТУРА

1. Kundert K. Future directions in mixed-signal behavioral modeling. Proceedings of the 2002 IEEE International Workshop on Behavioral Modeling and Simulation. BMAS. 2002. P.150-183.
2. Kundert K., Zinke O. The Designers Guide to Verilog-AMS. Kluwer Academic Publishers. 2004.
3. Oliver J.A., Prieto R., Cobos J.A., Garcia O. Hybrid Wiener-Hammerstein Structure for Grey-Box Modeling of DC-DC Converters. Twenty-Fourth Annual IEEE Applied Power Electronics Conference and Exposition. APEC. 2009. P. 280-285.
4. Zinke O. Mixed-signal simulation in design, verification. EE Times Asia. 2005. http://www.eetasia.com/ART_8800370732_480100_TA_8b110773.HTM.
5. Bruggeman J. Top-down approach brings fresh challenges to the design process. Electronics Weekly. 2010. Issue 2450. P.16. http://www.cadence.com/rl/Resources/articles/ElectronicsWeekly_JohnBruggeman_120110.pdf.
6. Kyndert K., Chang H. Verifying mixed-signal designs. EE Times Asia. Design. http://www.eetasia.com/ARTP_8800410568_480100.HTM.
7. Metroka M., James F. Top-down approach speeds mixed-signal design. EE Times. http://www.eetimes.com/document.asp?doc_id=1271279.
8. Оситов Д., Бочаров Ю. Пакет средств проектирования электронных устройств gEDA. Технологии в электронной промышленности. № 3. 2011.
9. <http://qucs.sourceforge.net>.
10. <http://mot-adms.sourceforge.net>.
11. http://www.dolphin.fr/medal/smash/smash_acquaintance.php.
12. <http://www.symica.com>.





ДОЛОМАНТ
ЗАО «НАУЧНО-ПРОИЗВОДСТВЕННАЯ ФИРМА «ДОЛОМАНТ»

**КОНТРАКТНОЕ ПРОИЗВОДСТВО ОТВЕТСТВЕННОЙ ЭЛЕКТРОНИКИ
ОБЩЕГО И СПЕЦИАЛЬНОГО НАЗНАЧЕНИЯ**

ВЕРНЫМ ПУТЕМ РАЗВИТИЯ — К УСПЕХУ ЗАКАЗЧИКОВ!

Открыт дополнительный прием заявок на производство в 2014-2015 гг.



Завершен крупный этап модернизации в 2013 г.:

- ★ **Умножены** мощности производственной базы по всем направлениям деятельности на основе самого современного оборудования
- ★ **Реализованы** меры жесткого контроля качества процессов и прослеживаемость циклов производства изделий

**В 2014 г. — дополнительная линия автоматизированного монтажа
и современные программы управления производством**

Постановка на серию и серийное производство / ОКР, макеты, адаптация документации и технологий /
Тестирование, испытания, спецпроверки / Ответственное комплектование / Сервисная и технологическая поддержка

Приглашаем на наши семинары и в офисы компании (дизайн-центр, производство). Подробнее на сайте

WWW.DOLOMANT.RU / +7 (495) 739 0775

Новости мира News of the World Новости мира

Расширенное совещание руководителей предприятий РЭП по итогам 2013 года

27 марта 2014 года в Москве в конференц-зале ЗАО «МНИТИ» состоялось расширенное совещание руководителей предприятий радиоэлектронной промышленности (РЭП), на котором были подведены итоги работы радиоэлектронной отрасли в 2013 году и намечены основные задачи на 2014 год.

В работе совещания принял участие заместитель министра обороны РФ Ю.И. Борисов, который представил руководителям предприятий нового директора Департамента радиоэлектронной промышленности С.В. Хохлова и поблагодарил за эффективную деятельность на этом посту А.С. Якунина.

С.В. Хохлов выступил с докладом, в котором остановился на основных итогах работы РЭП в 2013 году и задачах, стоящих перед отраслью в 2014 году.

По итогам 2013 года общий объём товарной продукции в радиоэлектронной про-

мышленности вырос на 26,3% по сравнению с прошлым годом. В целом по РЭП выработка товарной продукции на одного работника в 2013 году выросла на 15,2% по сравнению с 2012 годом и достигла 1,5 млн рублей.

В 2013 году внешнеэкономическую деятельность осуществляли 228 предприятий отрасли, объём экспорта которых составил более \$2,2 млрд, что на 41% больше, чем в 2012 году.

В прошлом году проводилось техническое переоснащение и реконструкция 185 объектов радиоэлектронной промышленности, в которые было инвестировано более 20,5 млрд рублей.

Значительный объём работ по развитию базовых радиоэлектронных технологий проводился в рамках ряда федеральных целевых программ, таких как: ФЦП «Развитие электронной компонентной базы и радиоэлектроники» на 2008–2015 гг., ФЦП «Глобальная навигационная система» по подпрограмме «Разработка и подготовка производства навигационного оборудования и аппаратуры для гражданских потреби-

лей», ФЦП «Развитие оборонно-промышленного комплекса Российской Федерации на 2007–2010 гг. и на период до 2015 года».

Предприятиями по договорам с Департаментом РЭП выполнено более 1050 НИОКР на сумму более 22 млрд рублей, в рамках которых решались вопросы по созданию, развитию и внедрению вычислительных, телекоммуникационных и радиотехнических систем, электронной компонентной базы, включая создание аппаратно-ориентированной ЭКБ типа «система на кристалле».

В 2013 году продолжилось формирование территориальных научно-производственных радиоэлектронных кластеров в Москве, Санкт-Петербурге, Саратове и Новосибирске. Они позволят объединить потенциал Академии наук, российских вузов и компаний, занимающихся исследованиями, разработками и производством.

Вместе с тем есть ещё и нерешённые проблемы:

- недостаточна активность предприятий в сфере освоения современной инновационной продукции гражданского назначения;



Проверенные решения – в кратчайшие сроки!

ДОСТАВКА ДО 6 НЕДЕЛЬ

ВЫСОКОНАДЁЖНЫЕ DC/DC-ПРЕОБРАЗОВАТЕЛИ INTERPOINT™ ДЛЯ АВИАКОСМИЧЕСКИХ ПРИМЕНЕНИЙ

Популярные модели DC/DC-преобразователей и помехоподавляющих фильтров серий **MSA, MHF+, MTR, MFL, MOR**

- Мощность от 5 до 120 Вт
- Одно-, двух- и трёхканальные модели



ОФИЦИАЛЬНЫЙ ДИСТРИБЬЮТОР ПРОДУКЦИИ CRANE AEROSPACE & ELECTRONICS

ProSoft®

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



Реклама

Новости мира

- остаётся крайне низким уровень обновления и модернизации части фондов при высоком физическом износе последних;
 - не в полной мере используются механизмы государственной поддержки предприятий отрасли, затягивается подготовка проектно-сметной документации для получения бюджетных инвестиций;
 - значительная часть технологического оборудования, сырья и расходных материалов, применяемых при создании электро-радиоизделий, импортного производства.
- В работе совещания приняли участие более 160 руководителей предприятий радиоэлектронной промышленности.

<http://rosrep.ru/>

2014 год станет определяющим для рынка планшетов

Согласно исследованиям аналитической фирмы ABI Research, в 2013 г. объём продаж брендовых планшетов на мировом рынке составил 166 млн устройств. По её прогнозам в 2014 г. рынок планшетов вырастет на 20% до 200 млн шт.

Аналитики называют 2014 г. определяющим для рынка планшетов, так как на традиционных развитых компьютерных рынках распространение планшетов достигло существенных объёмов, а это создаёт условия для роста проникновения этих устройств на развивающихся рынках. Тенденции таких зрелых региональных рынков, как Северная Америка, Южная Корея, Западная Европа и Япония, распространяются и на другие регионы: Латинскую Америку, Восточную Европу, Ближний Восток и Африку, где телекоммуникационная инфраструктура и каналы дистрибуции уже достигают зрелости.

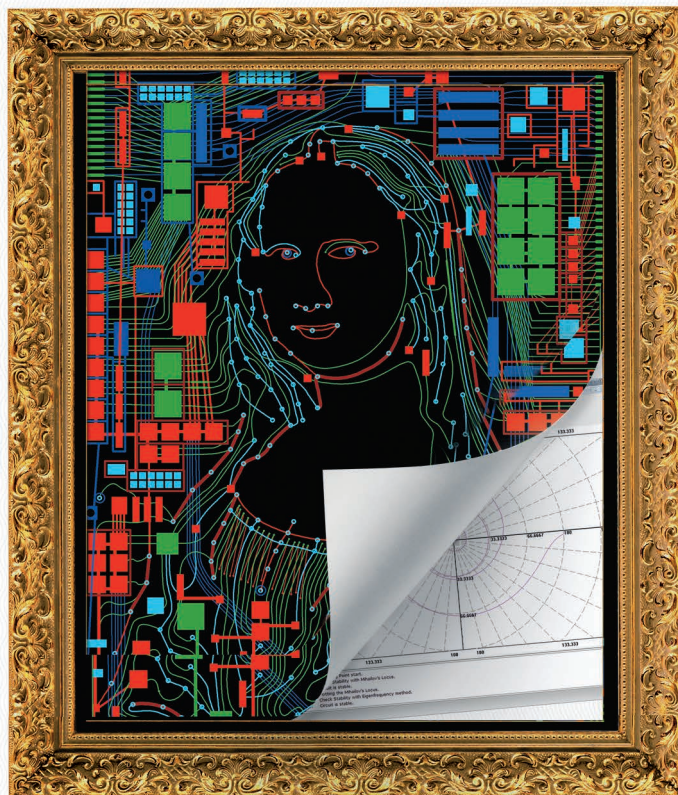
По данным ABI, в настоящее время частные потребители и бизнес отдают предпочтение планшетам, ультракомпактным ПК и смартфонам с большим экраном (так называемым фаблетам), которые вполне удовлетворяют их потребностям в сетевых подключениях и решении вычислительных задач.

В ABI полагают, что 2014 г. станет определяющим и для положения производителей планшетов на мировом компьютерном рынке, поскольку именно в этом году производители получат самые блестящие возможности для разработки, производства и продажи планшетов на региональных и даже местных рынках разных стран. Ключевыми для рынка станут заключённые в этом году партнёрские договоры и сделки.

www.itbestsellers.ru

EREMEX
Инновационный подход к проектированию электроники

САПР



Топологический
трассировщик
печатных плат



Пакет моделирования
электронных схем



info@eremex.ru • www.eremex.ru

г. Москва, ул. Профсоюзная, д. 108
Тел.: +7 (495) 232-18-64

г. Санкт-Петербург, ул. Ивана Черных, д. 29А
Тел.: +7 (812) 448-04-44

Два учебных центра maxon motor в России – далеко не предел

В 2014 г. исполняется 10 лет работы на российском рынке швейцарской компании maxon motor, являющейся ведущим мировым производителем прецизионных электроприводов и компонентов для построения привода.

За время работы компании maxon motor на российском рынке были реализованы сотни сложных технических проектов в различных отраслях: медицина, ответственные применения, геофизика, робототехника, приборостроение и пр. На протяжении этого времени ведётся работа по внедрению высокотехнологичных инженерных решений в задачи клиентов, которые требуют подготовки специалистов с использованием современных технологий и методов.

Первым шагом в этом направлении стало открытие в 2008 году учебного центра в Санкт-Петербурге на базе БГТУ «Военмех», который готовит молодых специалистов, будущих разработчиков и инженеров.

Руководствуясь стратегическими целями и осознавая перспективность и потенциал российской промышленности в целом и робототехнической отрасли в частности, компании АВИТОН и maxon motor приняли решение об открытии учебного центра в Москве при МГТУ им. Н.Э. Баумана, одном из старейших технических вузов России.

Цели учебного центра:

- развитие и внедрение современных технологий;

- развитие международного сотрудничества;

- решение практических задач в области робототехники.

Учебный центр maxon motor ставит перед собой следующие задачи:

- ознакомление широкого круга специалистов и студентов с продукцией и технологиями maxon motor;

- приобретение студентами и специалистами практического опыта работы с приводами;

- привлечение слушателей в целях их обучения и повышения квалификации;

- проведение лабораторных и исследовательских работ.

Открытие учебного центра состоялось 4 марта 2014 года.

В программе мероприятия были освещены темы:

- История создания и направления деятельности научно-учебного центра «Робототехника» МГТУ им. Н.Э. Баумана (А.А. Максимов, директор НУЦ «Робототехника»).

- Применение продукции компании maxon motor в учебном процессе (В.А. Польский, заместитель заведующего по учебной работе кафедры



Слева направо: А.В.Сапончик (генеральный директор ООО «АВИТОН»), А.А.Максимов (директор НУЦ «Робототехника»), Юджэн Элмигер (исполнительный директор maxon motor ag)

«Робототехнические системы» МГТУ им. Н.Э. Баумана).

- Опыт и перспективы развития учебно-научного центра maxon motor в БГТУ «Военмех» им. Д.Ф. Устинова (Ю.В. Загашвили, заведующий кафедрой мехатроники и робототехники в БГТУ «Военмех»).
- Использование решений maxon motor в проектировании и создании антропоморфных систем. Особенности, преимущества, перспективы. Видео-



презентация антропоморфных робототехнических систем с использованием приводных решений тахон motor: AR-600E и SAR-401 (А.А. Богданов, руководитель отдела перспективных разработок НПО «Андроидная техника»).

- Применение продукции тахон motor при разработке экзоскелетов (Е.В. Письменная, кандидат технических наук, НИИ механики МГУ).
- Roboy – история о том, как робот-мальчик хочет стать человеком. Презентация антропоморфного робота, собранного по альтернативной уникальной технологии на базе приводов тахон motor (Rafael Hostettler, Roboy Project Leader, Швейцария).

Мероприятие посетили порядка 50 специалистов. Среди гостей московского учебного центра были эксперты, занимающиеся разработками робототехнических систем и комплексов, представители вузов, которые ведут подготовку инженерных кадров в сфере робототехники, и специалисты компаний, использующих готовые решения, для которых последние разработки в роботостроении являются крайне важными и актуальными.

Первая часть деловой программы мероприятия была посвящена истории тахон motor в России. Докладчики от БГТУ «Военмех» им. Д.Ф. Устинова и МГТУ им. Н.Э. Баумана рассказывали об успешном использовании электроприводов тахон в учебном процессе и открытых обучающих тренингах.

Во второй части программы были представлены проекты, реализованные на базе приводов тахон. В том числе разработки НПО «Андроидная техника» (Россия) в области построения антропоморфных роботов и независимый проект Roboy (Швейцария), представляющий собой биоморфный робот,

ПРЕЦИЗИОННЫЕ ЭЛЕКТРОПРИВОДЫ

...точность решает всё...

Реклама

спроектированный по альтернативной технологии.

Сотрудники НУЦ «Робототехника» при МГТУ им. Н.Э. Баумана показали участникам мероприятия новейшую лабораторию, оснащённую демонстрационными на основе электродвигателей тахон. Теперь демонстрационные будут использоваться для обучения студентов, а также для проведения практических семинаров представителям заказчиков продукции тахон motor.

Формат мероприятия позволил всем участникам задать интересующие их

вопросы докладчикам, руководству тахон motor и компании АВИТОН, провести переговоры и просто пообщаться в дружеской атмосфере.

Представители компании тахон motor в очередной раз озвучили своё намерение продолжать столь же активное развитие российского рынка, делая ставку и на молодое поколение инженеров. В честь 10-летия тахон motor в России стороны заверили, что открытием одного учебного центра дело не ограничится, а будущих инженеров ждут приятные сюрпризы от тахон!



Новости мира News of the World Новости мира

Стандарт 802.11ac сулит радужные перспективы рынку WLAN

Согласно прогнозам аналитической фирмы Dell'Oro Group, объём мирового рынка локальных беспроводных сетей (Wireless LAN, WLAN) в 2018 году увеличится на 45% по сравнению с 2013 годом и достигнет отметки \$12,3 млрд.

Основными движущими факторами развития рынка аналитики считают обновление

оборудования до нового стандарта 802.11ac, развёртывание WLAN предприятиями среднего и малого бизнеса, развитие управляемых облачных сервисов для WLAN и строительство операторами Wi-Fi-зон.

И хотя не на всех региональных рынках тенденция обновления WLAN в настоящее время очевидна, не последним в этом процессе ста-

новится тот факт, что стоимость систем нового стандарта 802.11ac, обеспечивающего более высокие скорости передачи, ниже, чем у оборудования 802.11n, которое породило предыдущий цикл обновления оборудования беспроводных сетей. Такая ценовая политика может вызвать ускоренный переход организаций на технологию Wi-Fi нового стандарта.

www.itbestsellers.ru

SEMICON Russia 2014 – выход на глобальный рынок микроэлектроники

С 13 по 15 мая 2014 года в Москве в ЦВК «Экспоцентр» состоится главное ежегодное событие индустрии полупроводников и микроэлектроники – международный форум SEMICON Russia 2014, включающий целый комплекс мероприятий для специалистов: конференцию по микроэлектронике, выставку, а также технологические и деловые семинары.

Выставка SEMICON Russia

Организуемая с 2008 года выставка SEMICON Russia наглядно иллюстрирует прогресс российской индустрии полупроводников и микроэлектроники и по праву заслуживает репутацию ведущего делового мероприятия отрасли. Каждый год выставка SEMICON Russia и сопутствующие программы привлекают многочисленную аудиторию потребителей, разработчиков, инженеров и исследователей, заинтересованных в применении и развитии технологий микроэлектроники: МЭМС, технологии корпусирования, АЗВ₅-электроника, фотогальваника, гибкая электроника. В числе традиционных участников SEMICON Russia такие компании, как SVCS Process Innovation s.r.o., Maicom Quarz GmbH, Группа компаний Остек, ЭлТех СПб, Schenker Deutschland AG, FÄTH, IMEC, M+W Group, STMicroelectronics, Департамент науки, промышленной политики и предпринимательства Правительства Москвы, Зеленоградский кластер по микроэлектронике.

По прогнозам специалистов, по мере реализации Государственной программы «Развитие электронной и радиоэлектронной промышленности на

2013–2025 годы», значение SEMICON Russia будет увеличиваться. Мероприятия форума помогают отечественным предприятиям представить свои разработки и заключить контракты с крупными иностранными компаниями, тем самым обеспечив себе выход на глобальный рынок. В то же время зарубежные игроки получают возможность расширить своё присутствие на российском рынке, найти новых заказчиков и партнёров, и в перспективе запустить совместные проекты с локальными предприятиями. Ожидается, что в 2014 году благодаря частным инвестициям в отрасль объём производства микроэлектроники вырастет до 30 млрд руб., а к 2025 году достигнет 45 млрд рублей.

Из года в год SEMICON Russia позволяет специалистам в короткие сроки провести ряд важных встреч со своими клиентами и партнёрами, пообщаться с коллегами, обменяться опытом, получить свежую информацию о рынке и «держать руку на пульсе» индустрии. Таким образом, выставка создаёт условия для эффективного взаимодействия своих участников, и в конечном итоге служит более глобальной задаче – развитию российской полупроводни-

ковой и микроэлектронной промышленности.

«SEMICON Russia – это действительно собрание сильных специалистов, которые сегодня развивают технологии в электронной промышленности», – говорит Илья Рогов, руководитель отдела маркетинга и PR-компаний ЭлТех СПб – постоянного экспонента выставки.

Форум SEMICON Russia получил признание у специалистов не только благодаря специализированной экспозиции, но и за счёт высокопрофессиональной программы деловых и научно-технических семинаров.

Конференция по микроэлектронике

Традиционно первым мероприятием в программе SEMICON Russia является Конференция по микроэлектронике, проходящая за день до открытия выставки. За годы своего существования Конференции удалось вырасти и войти в график важных для посещения мероприятий для специалистов. В свете принятия государственной программы по развитию микроэлектроники прошлогодняя Конференция в Зеленограде произвела сильный резонанс среди специалистов и окончательно утвердила свои позиции ведущего отраслевого мероприятия.

В качестве следующей ступени развития в 2014 году Конференция будет проводиться в Конгресс-центре ТЕХНОПОЛИСА МОСКВА – нового российского центра инновационного производства, создающего оптимальные условия для трансфера технологий. Развитие ТЕХНОПОЛИСА курирует Департамент науки, промышленной политики и предпринимательства Правительства Москвы. Проект реализуется под личным контролем мэра города Сергея Собянина.

Конференция по микроэлектронике состоится 13 мая 2014 года при поддержке международной аналитической компании Frost & Sullivan, эксперта в области рыночных исследований и использовании передовых аналитических моделей и практик, которая с 2013 года выступает партнёром мероприятия.

«Вот уже не первый год компания Frost & Sullivan принимает уча-



ствие в SEMICON Russia. В этом году мы рады представить участникам конференции результаты нашего исследования, посвящённого возможностям роста на рынке микроэлектроники в России. Микроэлектроника – одна из наиболее наукоёмких отраслей, требующих продуманной системы государственной поддержки и правильно выстроенной бизнес-стратегии. Мы, во Frost & Sullivan, уверены, что подобные отраслевые конференции являются прекрасной площадкой, чтобы развивать диалог между российскими и зарубежными партнёрами», – отмечает Алексей Волостнов, директор по развитию бизнеса в России, Frost & Sullivan.

Ключевой темой Конференции по-прежнему остаётся формирование конкурентоспособной микроэлектроники в России, затрагивающей следующие вопросы: расширение областей применения микроэлектроники, внедрение новых технологий и разработок, усиление кооперации между государством, наукой и бизнесом. В Конференции принимают участие представители ведущих российских и зарубежных кластеров, промышлен-

ных предприятий, научно-исследовательских институтов, а также российские и международные эксперты.

TechARENA SEMI

Важной и неотъемлемой частью SEMICON Russia является специализированная площадка для проведения деловых и научно-технических семинаров – TechARENA SEMI, организованная в рамках выставочной экспозиции. Программа TechARENA SEMI призвана чутко реагировать на потребности специалистов и снабжать их самой актуальной информацией о новинках и изменениях в отрасли, тем самым постоянно повышая их квалификацию.

В первый день выставки 14 мая 2014 года на TechARENA SEMI состоится Сессия по МЭМС, на которой с докладами выступят специалисты по МЭМС-технологиям. Во второй день выставки 15 мая 2014 года здесь же пройдет Сессия по новым технологиям корпусирования: 3D-корпусирование (встроенный кристалл, eWLB, проводные соединения кристаллов, PoP/PiP, 3D TSV), корпусирование на уровне полупроводниковых пластин (Fan-in WLP &



Fan-out WLP), межуровневые соединения. Помимо технологического процесса, мероприятие также охватывает вопросы разработки, тестирования, надёжности, моделирования, контроля и метрологии.

В завершение программы мероприятий SEMICON Russia, 15 мая на TechARENA SEMI пройдут презентации экспонентов.

Участие в семинарах TechARENA является исключительной привилегией посетителей выставки SEMICON Russia, которые получают свободный доступ на все сопутствующие мероприятия.

Более подробная информация о программе форума SEMICON Russia доступна на официальном сайте: www.semiconrussia.org.

Реклама

SEMICON® Russia 2014

SEMICON Russia – ведущий форум микроэлектроники в России.

SEMICON Russia – это главная демонстрационная площадка технологий, оборудования и материалов глобальной индустрии полупроводников и микроэлектроники. Она открывает перед своими участниками мир безграничных возможностей. Узнайте своих заказчиков, найдите партнеров и поставьте перед собой высокие бизнес-цели на форуме, которому нет равных в России.

КЛЮЧЕВЫЕ РАЗДЕЛЫ ВЫСТАВКИ

- Фокус на растущих рынках в России, включая микроэлектронные системы и технологии корпусирования
- Альянс промышленности, науки и государства как путь развития конкурентоспособной микроэлектроники в России

Конференция по рынку микроэлектроники

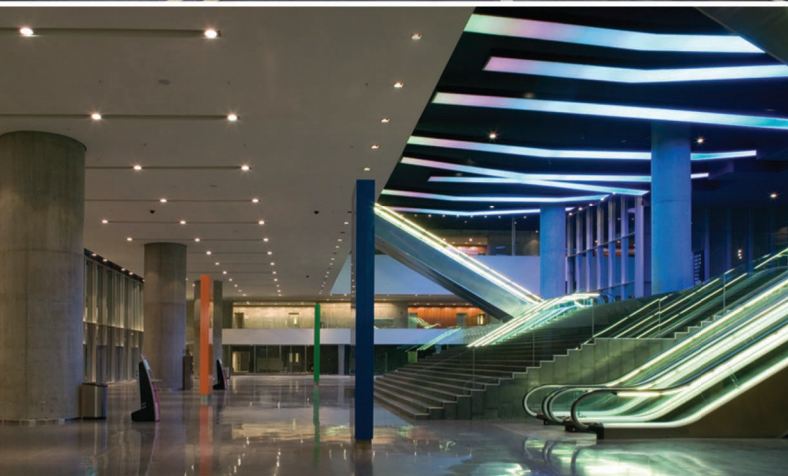
Темы Конференции будут сфокусированы на текущей деятельности и развитии российской микроэлектроники и смежных отраслей. Ведущие российские и зарубежные компании представят свои проекты, продукты, технологии и последние достижения. Конференция – уникальная платформа, предоставляющая возможность встретиться с поставщиками, партнерами и клиентами из российской и международной микроэлектронной отрасли.

Вторник, 13 мая 2014 / Технополис Москва

Отметьте в своем календаре даты проведения SEMICON Russia 2014!

14–15 мая
2014
Экспоцентр
Москва, Россия
www.semiconrussia.org

Источники питания INVENTRONICS со стабилизацией выходного тока и напряжения



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

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

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

Преимущества

- Питание от сети 90...305 В
- Возможность управления яркостью освещения
- Показатель эффективности до 94%
- Коэффициент мощности до 99%
- Отсутствие пульсаций
- Защита от перенапряжения, короткого замыкания и перегрева
- Диапазон рабочих температур от -40 до +70°C
- Режим работы не менее 65 000 часов
- Водонепроницаемый корпус IP67

ОФИЦИАЛЬНЫЙ ДИСТРИБЬЮТОР ПРОДУКЦИИ XLIGHT





- Ничто не существует,
пока не измерено...

Нильс Бор

векторные анализаторы цепей

ПЛАНАР



С 15 по 17 апреля на 17-й Международной выставке электронных компонентов и комплектующих «ЭкспоЭлектроника-2014» от нашей компании будет представлена новая линейка векторных анализаторов цепей и рефлектометров. Подробности на стенде 2F10.



звоните: +7 (351) 72 99 777

заходите: www.planar.chel.ru

PLANAR

Сделано в России



Agilent Technologies

**Agilent's Electronic
Measurement Group**

**Keysight
Technologies**



Группа электронных измерений Agilent, включая 9500 ее сотрудников и 12000 измерительных приборов и решений, становится независимой компанией **Keysight Technologies**

Подробнее на сайте www.keysight.ru