

СОВРЕМЕННАЯ ЭЛЕКТРОНИКА

WWW.SOEL.RU

8

2018

ЭСТЕТИКА ВРЕМЕНИ ВЫСОКИХ ТЕХНОЛОГИЙ

ПЕРЕВОД ПРОЕКТИРОВАНИЯ
В ВИРТУАЛЬНУЮ ПЛОСКОСТЬ

ИП И ЭЛЕКТРОННАЯ НАГРУЗКА С РЕКУПЕРАЦИЕЙ
В ОДНОМ ПРИБОРЕ

ТЕХНОЛОГИЯ 5G В ДИАПАЗОНЕ МИЛЛИМЕТРОВЫХ ВОЛН

7 СОВЕТОВ ДЛЯ УЛУЧШЕНИЯ ИЗМЕРЕНИЙ
ЦЕЛОСТНОСТИ ПИТАНИЯ

ТРЕХЧАСТОТНЫЙ СВЧ-ИЗМЕРИТЕЛЬ УРОВНЕЙ
ЭКРАНИРОВАНИЯ

и многое другое



РАБОТАЕТ АТОМНАЯ
СИЛОВАЯ УСТАНОВКА



App Store



Google Play



ОДНА ПЛАТФОРМА, БЕЗ ПРЕГРАД.

Простота гениальна

NI AWR DESIGN ENVIRONMENT

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

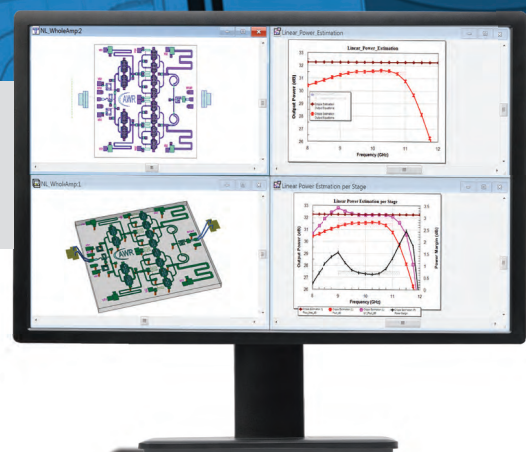


Более подробно см. на awr.com/ru

AWR Design Forum 2018 – Мы ждём Вас! – awr.com/ru

Приглашаем принять участие мероприятиях ADF 2018, где мы расскажем о новейших возможностях и технологиях NI AWR Design Environment версии 14.

• Москва, 13 ноября • Санкт-Петербург, 15 ноября



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

Источники питания и электронные нагрузки

От лидирующего европейского производителя из Германии

- ✓ Программируемые
- ✓ Автодиапазон
- ✓ Генератор функций
- ✓ Рекуперация энергии до 95%
- ✓ Русскоязычная сенсорная панель
- ✓ ПО на русском языке



Напряжение до

1 500 вольт*

Ток до

510 ампер*

Мощность до

15 000 ватт*

* — максимальное значение для одного блока.
Возможно создание систем до 2 МВт.



Elektro Automatic



НИФРИТ

ОФИЦИАЛЬНЫЙ
ДИСТРИБЬЮТОР

www.elektroautomatic-rus.ru

+7 (499) 995-08-52

+7 (499) 645-51-92

124460 г. Москва, г. Зеленоград,
2-ой Западный проезд д.1, стр.1



ОНЛАЙН КАТАЛОГ

Реклама

THE ISSUE PERSON

- 4** Transferring Electronics Design into a Virtual Plane is a Matter of Time
- 10** Aesthetics Consonant with the Time of High Technologies. The Artist from Saratov has Found a Non-Standard Application of Outdated Devices

MARKET

- 12** Russian Market News
- 18** The Automotive Industry as an Engine of Progress in Electronics. Part 4. Energy, Lithium and Electric Transport
Sergey Volkovoy

MODERN TECHNOLOGIES

- 24** 5G at Millimeter-Wave Frequencies
Steve Dudkiewicz, Richard Hilton
- 28** Silicon and Gallium-Aluminum Arsenide Technology. Part 9. Optical-Electrical Interface Converter – 3D FEF M OEIC
Valeriy Svede-Shvets, Vladislav Svede-Shvets, Maksim Zinoviev

ELEMENTS AND COMPONENTS

- 36** Accuracy of Movement: Inertial Devices of the “Micro-Instruments Laboratory”
Alexandr Bekmachev, Alexey Timoshenkov, Alexandr Kamenskiy

DEVICES AND SYSTEMS

- 42** Seven Tips for Better Power Integrity Measurements
Joel Woodward
- 46** Three-Frequency Microwave Meter of Levels of Objects Shielding
Mikhail Chistov, Vasily Lagutkin
- 52** Familiarity with Standard Oscilloscope Probe
- 56** Bidirectional Power Supply: Power Supply and Electronic Load with Energy Recovery in a Single Device
Mario Bienert
- 60** Intelligent Bearing Control Unit for Motor Drive Control Systems, Rotating Assemblies and Mechanisms
Sergey Lebedev, Sergey Sinyutin, Dmitriy Skvortsov, Anatoliy Grigoriev

ENGINEERING SOLUTIONS

- 64** Improving the Resolution of the EFM8LB12 Microcontroller ADC. Part 1
Aleksey Kuzminov

DESIGN AND SIMULATION

- 70** Switching on a Galvanically Isolated DC/DC Converter with a Serial Connection of Its Input and Output Circuits
Sergey Chernyshov
- 76** NI AWR Design Environment V14 Product Review
David Vye
- 82** Automation of the Formation of Footprints of Electronic Components in the Altium Designer Environment. Part 1
Alexey Yakubenko
- 86** New features of CAD Cadence Allegro/OrCAD 17.2
Alexandr Akulin

EVENTS

- 94** electronica 2018: Connecting everything – Smart, Safe, and Secure
- 96** Advantech Opens Advantech Technology Ltd. in Moscow

COMPETENT OPINION

- 98** Questions of Terminology and Classification of Inverters. Part 3
Evgeniy Silkin

Журнал «Современная электроника»

Издаётся с 2004 года

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

Учредитель и издатель ООО «СТА-ПРЕСС»

Генеральный директор К.В. Седов

Адрес учредителя и издателя:

117279, г. Москва, ул. Профсоюзная, д. 108, пом/ком/эт 1/67/тех

Почтовый адрес: 119313, Москва, а/я 26

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

info@soel.ru • www.soel.ru

Производственно-практический журнал

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

Журнал зарегистрирован в Федеральной службе по надзору за соблюдением законодательства в сфере массовых коммуникаций и охране культурного наследия (свидетельство ПИ № ФС77-18792 от 28 октября 2004 г.)
Свидетельство № 00271-000 о внесении в Реестр надёжных партнёров ТПП РФ

Отпечатано: ООО «МЕДИАКОЛОР».

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

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

© СТА-ПРЕСС, 2018

МОБИЛЬНОЕ ПРИЛОЖЕНИЕ «СОВРЕМЕННАЯ ЭЛЕКТРОНИКА»

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

ПОДПИСКА

Концепция распространения журнала –
БЕСПЛАТНАЯ ПОДПИСКА ДЛЯ СПЕЦИАЛИСТОВ.
Предусмотрена подписка на печатную или электронную версию журнала. Условие сохранения такой подписки – своевременное её продление каждый год.

ПЛАТНАЯ ПОДПИСКА С ГАРАНТИРОВАННОЙ ДОСТАВКОЙ

Преимущества:

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

ОФОРМЛЕНИЕ ПЛАТНОЙ ПОДПИСКИ

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

Подписное агентство «Урал-Пресс»:

Тел.: (499) 391-6821, 700-0507 • http://www.ural-press.ru

СОДЕРЖАНИЕ 8/2018

РЕКЛАМОДАТЕЛИ

EREMEX (Delta Design)	104
Fastwel	81
Hummel	45
ICAPE	13, 34
JTAG	7
Keysight	53
Kontron	14
Lauterbach	13
MPS	80
National Instruments	2-я стр. обл.
ProChip	17
Raystar	12, 69
Schaefer	51
SGMicro	16
Spectrum	27
TDK-Lambda	49, 75
Wolfspeed	68
XLIGHT	103
АРБЕЛОС	92
ВЗПП-С	16, 40
ДОЛОМАНТ	9
ЭНТЦ	21
Интеллектрон	вклейка
Компонента	15, 67
Мессе Мюнхен	95
Микран	14
Микроволновая электроника	15, 50
МНИПИ	62
МОРИОН	16
НИФРИТ	1, 57
НПФ Технология	35
ПЛАТАН	22
Радиокомплект-ВП	33
Роде и Шварц	4-я стр. обл.
ТЕСТПРИБОР	12
ТРЕКОМ	48
Фаворит-ЭК	37
ЭЛЕКОНД	23
ЭРКОН	15, 41

ПЕРСОНА НОМЕРА

- 4** Перевод проектирования электроники в виртуальную плоскость – вопрос времени
- 10** Эстетика, созвучная времени высоких технологий. Художница из Саратова нашла нестандартное применение устаревшим приборам

РЫНОК

- 12** Новости российского рынка
- 18** Автопром как двигатель прогресса в электронике. Часть 4. Энергетика, литий и электротранспорт
Сергей Волковой

СОВРЕМЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

- 24** Технология 5G в диапазоне миллиметровых волн
Стив Дудкевич, Ричард Хилтон
- 28** Кремниевая и арсенид-галлий-алюминиевая технология. Часть 9. Преобразователь оптико-электрического интерфейса – 3D ФЭФ М ПОЭИ
Валерий Сведе-Швец, Владислав Сведе-Швец, Максим Зиновьев

ЭЛЕМЕНТЫ И КОМПОНЕНТЫ

- 36** Точность движения: инерциальные устройства «Лаборатории Микроприборов»
Александр Бекмачев, Алексей Тимошенко, Александр Каменский



ПРИБОРЫ И СИСТЕМЫ

- 42** 7 советов для улучшения измерений целостности питания
Джозел Вудворд
- 46** Трёхчастотный СВЧ-измеритель уровней экранирования объектов
Михаил Чистов, Василий Лагуткин
- 52** Знакомство со стандартным осциллографическим пробником
- 56** Двухнаправленный источник питания: ИП и электронная нагрузка с рекуперацией в одном приборе
Марио Биенерт
- 60** Интеллектуальный блок контроля подшипников для систем управления приводами двигателей, вращающимися узлами и механизмами
Сергей Лебедев, Сергей Синютин, Дмитрий Скворцов, Анатолий Григорьев



ИНЖЕНЕРНЫЕ РЕШЕНИЯ

- 64** Повышение разрешающей способности АЦП микроконтроллера EFM8LB12. Часть 1
Алексей Кузьминов

ПРОЕКТИРОВАНИЕ И МОДЕЛИРОВАНИЕ

- 70** Включение гальванически развязанного DC/DC-преобразователя с последовательным соединением его входной и выходной цепей
Сергей Чернышов
- 76** Обзор нововведений NI AWR Design Environment V14
Дэвид Вай
- 82** Автоматизация формирования посадочных мест электронных компонентов в среде Altium Designer. Часть 1
Алексей Якубенко
- 86** Новые возможности САПР печатных плат верхнего уровня Cadence Allegro/OrCAD 17.2
Александр Акулин

СОБЫТИЯ

- 94** electronica 2018: объединяя интеллект, безопасность и надёжность
- 96** Advantech открывает в Москве ООО «Авантек Технологии»

КОМПЕТЕНТНОЕ МНЕНИЕ

- 98** Вопросы терминологии и классификация инверторов. Часть 3
Евгений Силкин

Перевод проектирования электроники в виртуальную плоскость – вопрос времени

В портфеле компании Altium – одного из ведущих разработчиков программного обеспечения для проектирования электронных устройств – множество решений, которые отвечают не только текущим запросам пользователей, но и предугадывают их пожелания. Секрет, по словам Head of Product Marketing компании Altium Алексея Сабунина, прост: нужно не следовать заданным трендам, а самим создавать их. Об этом, а также о том, почему даже известные компании уделяют большое внимание продвижению новых решений и на что сегодня ориентируются отечественные разработчики, он рассказал в интервью нашему журналу в рамках Altium Forum 2018.

Алексей, стоит ли тратить средства и силы на продвижение и без того успешного продукта, каким является Altium Designer?

В настоящее время Altium Designer считается доминирующим продуктом не только в России, но и по всему миру. Мы значительно опережаем конкурентов по разным параметрам, в том числе по количеству инженеров, использующих наше программное обеспечение. При этом не стоим на месте, постоянно развиваемся, изучаем потребности рынка и каждый год добавляем новые функциональные возможности. С другой стороны, хотя многие пользователи знают наш продукт, как правило, им знакома какая-то из его версий, выпущенная год, два, пять или десять назад – поэтому мы заинтересованы в том, чтобы донести до них информацию о совершенно новых продуктах, позволяющих оптимизировать рабочие процессы. Таким образом, Altium Forum для нас, в первую очередь, не пиар-мероприятие, а возможность пообщаться с пользователями: рассказать о своих достижениях, выслушать их комментарии и пожелания. Мероприятие неслучайно завершается в неформальной обстановке: диалог «без галстуков» позволяет напрямую задать клиентам множество вопросов и установить новые контакты, которые, как показывает практика, в будущем перерастают во взаимовыгодное сотрудничество.

Выходит, пользователям в любом случае нужно представлять новые решения, даже если речь идёт об известной компании?

Дело в том, что на нашем рынке через каждые 2–3 года программное обеспе-

чение обновляется настолько, что каждый новый релиз – это новый продукт. К примеру, в прошлом году мы презентовали Altium Designer 18, который не только представляет новый функционал по разработке многоплатных устройств, но и внешне совершенно не похож на предыдущие версии. Первоначальные отзывы пользователей можно охарактеризовать как шок, который в течение нескольких недель сменяется восторженными комментариями. Здесь можно провести параллель с Windows: раньше мы использовали Windows 98, потом его сменил Windows 7, а затем Windows 10 – казалось бы, устанавливаешь на компьютер знакомое ПО, но всё равно в первый месяц ощущаешь дискомфорт не столько из-за новых функций и возможностей, сколько из-за непривычного интерфейса. Тот же Apple каждый год проводит масштабную кампанию перед запуском очередной версии iPhone. Несмотря на то что их продукт и так известен во всём мире и интерес к нему в любом случае будет высоким, они тратят довольно много средств на запуск новой модели. В том, что подобный подход эффективен, сомневаться не приходится: показатели продаж говорят сами за себя.

Расскажите об основных функциях и задачах отдела маркетинга Altium.

У нас большой отдел маркетинга, он состоит из таких подразделений, как Digital Marketing, Field Marketing, Design Marketing – каждое из них охватывает определённый маркетинговый сегмент. Я отвечаю за Product Marketing, который объединяет две ветви маркетинга – продуктовый и технический. Задача про-

дуктового – изучать потребности пользователя, формировать так называемый пакет идей/пожеланий заказчика и на основе этого фидбэка разрабатывать стратегию развития продукта, где будут отражены цели на ближайшую и среднесрочную перспективу, удовлетворяющие запросам пользователя. В функции технического маркетинга входят задачи по формированию технического контента: пресс-релизы о выпуске продуктов, технические спецификации, презентации, вебинары и т.д. Мы решили объединить эти подразделения, чтобы специалисты, которые общаются с пользователем и понимают его потребности, впоследствии представляли ему новое решение. Подобный подход для нас в новинку: прежде продуктовой частью в компании занимался отдел R&D, а технический маркетинг работал отдельно, при этом ощущался недостаток коммуникации между данными подразделениями. Теперь же, когда сформирована общая структура, надеемся, пользователи будут узнавать о новых продуктах гораздо быстрее.

Существует ли принципиальная разница между приобретением лицензии у дистрибьюторов и в представительстве?

Поскольку мы работаем по всему миру, каналы продаж очень разные, они динамично меняются. Например, ещё 5 лет назад в России была одна картина, в США – другая, сейчас же всё с точностью до наоборот. Всё зависит от степени зрелости рынка, то есть готовности заказчиков покупать софт напрямую у правообладателя. Наши клиенты из ряда стран уже перешли на эту модель работы (в США, практически во всех странах Европы), однако она не всегда удобна заказчикам из других государств, в которых действуют законодательные ограничения на заключение контрактов с зарубежными компаниями либо заказчики в силу исторически сложившихся обстоятельств или удобства коммуникации предпочитают работать с местными партнёрами. Так или иначе, мы предлагаем любые варианты взаимодействия, предоставляя максимально качественный продукт и сервис.

В России Altium занимается только продвижением программного обеспечения или разработкой в том числе?

До прихода Altium в Россию на отечественном рынке работали реселлеры. Так, компания «Родник» с 90-х годов занималась продвижением в нашей стране иностранного ПО для проектирования плат – сначала P-CAD, затем Altium Designer. Позднее Altium поняла ценность нашего рынка и организовала здесь своё представительство. Следовательно, канал продаж изменился. Спустя некоторое время было решено открыть в России офис разработки, и сейчас у нас два таких офиса: в Москве и Санкт-Петербурге. В Москве собралась большая команда, включающая порядка 10–15 разработчиков, которые занимаются интерактивной трассировкой – это один из ключевых аспектов разработки, можно сказать, ядро продукта. Офис в Петербурге немного меньше, там внимание специалистов сконцентрировано на другом продукте – Tasking – проектировании микроконтроллеров; ещё несколько специалистов участвуют в усовершенствовании Altium Designer. Словом, у Altium достойное представительство в России, поскольку мы делаем ставку на сильных разработчиков. Кстати, в других наших офисах, например в Сан-Диего и Шанхае, также есть русскоговорящие разработчики.

Каким образом сегодня развиваются основные продуктовые линейки Altium?

Стратегия развития линеек компании Altium такова, что у нас сейчас нет каких-то новых продуктов, мы работаем в выбранных ранее направлениях. Среди них я бы выделил три наиболее интересных. Первое – Altium Designer – наш флагманский продукт, который, по статистике, применяют порядка 50% пользователей в мире, и наша задача – поддерживать его на высоком уровне, чтобы он оставался востребованным. В этой связи сложилась интересная ситуация с нашими конкурентами, которые в какой-то момент решили, что, раз им удалось захватить определённый рынок, значит, можно расслабиться, и они перестали развивать направление проектирования печатных плат. Мы же, постоянно совершенствуя наш приоритетный продукт, ушли далеко вперёд и не намерены останавливаться на достигнутом.

Ещё один значимый для нас продукт – Altium NEXUS, у него совершенно дру-



Алексей Сабунин

гие задачи. Если ключевой аспект Altium Designer – проектирование печатных плат, то главная особенность NEXUS, который также является продуктом для проектирования печатных плат, заключается в возможности управления процессами на предприятии. Дело в том, что, когда на предприятии разработкой печатных плат занимаются одновременно 100 инженеров, нередко возникает проблема коммуникации – специалисты должны действовать сообща, чтобы не срывать сроки. Допустим, в цепочке проекта участвуют 5 человек, все они заняты одной разработкой – если один из них что-то не успел, их ждёт общий провал. NEXUS позволяет избежать такого рода непонимания и, грамотно организовав групповую работу, управлять процессами проектирования.

Третье направление – «облачные» решения. Уже сейчас многие отказываются от использования Microsoft Office и переходят на Google-документы, поскольку это гораздо удобнее: не нуж-

но покупать и устанавливать программное обеспечение или беспокоиться о сохранности файлов. Не исключено, что и проектирование электроники со временем перейдёт в виртуальную плоскость. Понятно, что наши космические и военные службы не скоро к этому придут в силу своей специфики, но в целом в мире наметилась такая тенденция. Мы уже сейчас движемся в этом направлении, стремимся, чтобы наш продукт работал в «облаках» и пользователи могли просматривать свои файлы в интернете без использования специальной программы. О результатах пока рано говорить, эта тема требует серьёзной проработки, в том числе исследовательской.

На что в данный момент ориентируются разработчики компании?

В первую очередь на ожидания пользователей. Могу привести пример: в настоящий момент нашими продукта-

ми пользуются такие крупные предприятия, как Tesla, Google, Amazon, однако не весь их инженерный состав работает с нашим продуктом. Чтобы в будущем они могли полноценно работать с Altium Designer, мы собираем их замечания, требования и стараемся учитывать их при совершенствовании продукта.

Кроме того, сейчас проводится большой опрос пользователей (а их в нашей базе свыше 100 тыс.), для того чтобы выяснить, в чём мы проигрываем конкурентам, какие позиции нам необходимо улучшить. С тех пор как я пришёл в компанию в 2013 году, мы постоянно проводим систематические исследования, но в таких масштабах планируем осуществить их впервые. Обработка запросов пользователей позволяет определить дальнейший вектор работы, разобраться с приоритетами, понять, что нужно делать сегодня, а что можно отложить на завтра. Иногда нам хочется сделать что-то красивое и интересное, но не всегда это будет пользоваться покупательским спросом, поэтому приходится искать баланс: с одной стороны, реализовывать наши амбициозные проекты, с другой – быть прагматиками и делать то, что пользователю нужно в данный момент. Наверное, в этом и есть секрет нашего успеха: после каждого релиза компании Altium пользователи говорят, что сегодня они получили именно то, о чём просили вчера. В этом плане мы очень сильно ориентированы на пользователя.

Каковы же сейчас пожелания пользователей?

Здесь есть интересный нюанс: на самом деле пользователи зачастую не формулируют конкретное пожелание, но могут пожаловаться на то, что у них что-то не работает или работает неправильно. Не бывает такого, чтобы к нам пришли и сказали: «Мы хотим вот такой продукт, сделайте нам его». Приходится угадывать желания пользователей самостоятельно. На мой взгляд, основная сложность заключается в том, чтобы понять, когда пользователь хочет получить какую-то опцию, которая красиво называется и красиво выглядит, а когда ему нужен конкретный продукт для решения определённой проблемы.

При совершенствовании продуктов Altium ориентируется на актуальные тренды?

Безусловно. С другой стороны, есть несколько вечных тем: трассировка, high speed design, работа с полигона-

ми – в этих областях всегда есть что улучшать. Кроме того, в тренде остаётся автоматический или быстрый релиз. Например, пользователь потратил месяц на проектирование своего изделия и после этого ему необходимо сформировать набор документации, а на российских предприятиях этот цикл может занимать 30–50, а иногда и 100% времени – то есть столько же, сколько и разработка. Пользователь просит нас помочь сократить этот цикл, что вполне реально: мы уже добились того, что во многих иностранных компаниях формирование документации занимает не более 1% времени работы над проектом, поскольку этот процесс либо автоматизирован, либо требует минимальных усилий от пользователя. Эти вечные темы напрямую влияют на нашу работу, ведь для пользователей они всегда будут актуальными и, как бы мы ни улучшали наши решения, всегда останется то, что можно усовершенствовать.

В целом, считаю, что в последние годы мы сами создаём эти тренды. Так, несколько лет назад Altium первым сделал печатные платы в 3D, хотя пользователи в тот момент спокойно обходились 2D, а ещё раньше, около 12 лет назад, на предприятиях рисовали эти печатные платы на кульманах. Мы подумали, что перевод процесса в 3D-плоскость облегчит этап визуализации. Пользователи оценили это решение, и сегодня многие устройства без 3D в принципе невозможно сделать. Взять, например, мои наручные часы – в таком маленьком изделии 2 печатные платы и порядка 100 компонентов. Чтобы всё это совместить в одном механизме, нужно очень сильно постараться – не имея точной детализации часов, это в принципе невозможно сделать.

5 лет назад мы решили, что в Altium Designer должен быть специальный функционал для жёстких печатных плат, и первыми на рынке реализовали отдельную поддержку гибко-жёстких печатных плат. Только год или два назад такой функционал появился у конкурентов. Кроме того, мы ввели тренды в области отдельного редактора для оформления чертежей (Draftsman) и редактора сборки устройства, состоящего из нескольких плат (Multiboard Design).

Всё, о чём я рассказывал, – это, по сути, отдельные области конструирования, мы сами формировали эти тренды, предугадывая ожидания пользователя на два-три шага вперёд. Например, мы можем спрогнозировать, что, получив

решение А, он через некоторое время заинтересуется решением Б, хотя пока не догадывается об этом. В итоге клиент идёт по тому пути, который мы спрогнозировали, и его запросы совпадают с тем, что мы хотели сделать.

Сколько времени проходит от возникновения идеи до её практического воплощения?

Если речь идёт о каких-то небольших тривиальных решениях, когда, например, пользователь переходит с конкурентного продукта на наш и говорит, что ему неудобно работать, поскольку он привык к определённому функционалу, приходится совершенствовать решение под его запросы. Допустим, он хочет не только перенести данные из одной программы в другую, но и сохранить прежнее оформление. Для этого мы, по сути, должны поменять функционал. Такие маленькие проекты занимают два-три месяца. Однако большинство проектов, которые мы сейчас делаем, сложные, на их проработку уходит не менее года. Взять тот же роутинг – московская команда начала заниматься этим направлением 4 года назад, и только в прошлом году появились первые результаты. Через год мы планируем закрыть вопрос с роутингом на ближайшее время для основной массы пользователей. Таким образом, на реализацию этого серьёзного проекта ушло порядка 5 лет.

Другой интересный пример: десять лет назад мы впервые сделали 3D-визуализацию печатных плат на базе DirectX 9. С развитием технологий появляются новые языки программирования, новые библиотеки, открываются недоступные ранее возможности – и мы решили полностью переписать 3D-визуализацию. Начали реализацию этого проекта в Шанхае, а закончили в Сан-Диего, что заняло порядка 3 лет. По факту для пользователей внешняя визуализация платы не изменилась, но если, предположим, предыдущий рендер 3D для перерисовки требовал некоторого времени (на больших платах это могло занимать до минуты), то сейчас это мгновенный процесс, причём глаз пользователя не различает перерисовки на экране, да и функциональность осталась такой же, как раньше.

Расскажите о кадровой политике Altium.

Чаще всего нам приходится самим выращивать нужных сотрудников:

такова специфика нашей деятельности. Найти готового специалиста, который мог бы завтра же приступить к какому-то проекту, практически невозможно. Приходится каждого нового сотрудника вводить в курс дела, а это занимает длительное время: некоторым требуется не меньше года, чтобы вникнуть в процессы, понять, что от них требуется. Безусловно, к нам приходят толковые разработчики, которые сходу предлагают неплохие решения, но проблема в том, что они зачастую не задумываются, как этот продукт будет использовать инженер, и к тому же не знакомы со спецификой Altium.

В компании не пытались наладить сотрудничество с университетами?

Когда-то пытались, но столкнулись с тем, что выпускники чаще всего не готовы к нашей работе: у них, как правило, завышены амбиции и недостаточно опыта. В этой связи компания в основном нацелена на специалистов со стажем работы порядка 5 лет. Для нас важно, чтобы человек имел опыт выпуска продуктов. Каким бы хорошим

ни был программист, если он ни разу не выпускал продукт, в нашей компании ему придётся сложно. Дело в том, что программисты, работая над каким-то проектом, могут до бесконечности улучшать программный код и продукт при этом никогда не выйдет. У нас же довольно широкая линейка продуктов и весьма плотный график: мы выпускаем по 2–3 версии продукта в год, а некоторые команды Altium – по несколько продуктов, и в таком темпе работать непросто. Если человек никогда не работал в таких условиях, когда на выпуск готового продукта даётся всего два месяца с момента получения задания, ему придётся тяжело. Тем более, у нас есть обязательства перед клиентами, и мы стараемся не опускать планку.

Может ли стратегия импортозамещения повлиять на деятельность Altium в России?

Позиция руководства страны, согласно которой государство должно быть независимым от импорта во всех основных промышленных областях, включая САПР, нам понятна и мы считаем её вполне оправданной. Однако необ-

ходимо отметить, что для импортозамещения нужно выбирать те области, в которых Россия может предоставлять наилучшие технологии и инструменты. В сегменте систем автоматизированного проектирования нам ещё есть куда расти.

Мне откровенно отмечать тот факт, что разработки отечественных электронных САПР ведутся, но, по моему мнению, можно говорить лишь о начальном этапе становления таких компаний на рынке. Имеющийся опыт говорит о том, что функциональных возможностей российских САПР для предприятий, разрабатывающих высокотехнологичную продукцию, недостаточно.

Хотелось бы отметить, что в связи с быстро нарастающей тенденцией к комплексному использованию САПР государству необходимо стимулировать создание всей технологической линейки ПО – разработка отраслевых программных продуктов необходимого эффекта не даст.



*Материал подготовила
Елена Восканян*

www.jtagtechnologies.ru

JTAG
TECHNOLOGIES®

ПОВРЕЖДЕНИЕ СТАТИКОЙ? КОНТРАФАКТ? БРАКОВАННЫЕ ИМС?

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

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

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

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

Реклама

НОВОСТИ МИРА

«HARTING Россия»: «Мы надёжный партнёр для наших заказчиков уже 25 лет»

На свидетельстве о государственной регистрации компании HARTING указано очень известное имя: в то время сам Владимир Путин, занимая должность заместителя мэра города Санкт-Петербурга, подписал этот документ для российского филиала компании. Это было в 1993 году. Сегодня Технологическая группа в Северной столице празднует своё 25-летие.



Помимо главного офиса в Санкт-Петербурге, компания располагает офисами продаж в Москве и в Ростове-на-Дону, а также производственным предприятием в Екатеринбурге.

На екатеринбургском предприятии 35 сотрудников осуществляют производство всех типов кабельных соединений для железнодорожных вагонов, которые изготавливаются на заводе «Уральские локомотивы», например междувагонных соединительных кабелей. Общее количество сотрудников HARTING в России составляет порядка 90 человек.

«В 1993 году мой отец принял смелое и правильное решение, – говорит CEO Филип Хартинг (Philip Harting) на дне празднования 25-й годовщины в Санкт-Петербурге. – Обладая значительным потенциалом, Россия является очень важным рынком для компании HARTING».

В своей речи для приглашённых гостей и сотрудников компании CEO отметил поступательное экономическое развитие страны и высокий импульс роста, что подтверждается увеличением индекса Doing Business Всемирного банка на 88 позиций в течение нескольких лет. Всё это ознаменовано стремительным развитием в области цифровых технологий.

Филип Хартинг отметил, что в последующие годы компания «HARTING Россия» будет продолжать стремиться к расширению производства и увеличению клиентской базы.

Хартинг поблагодарил множество клиентов компании за их многолетнее доверие и

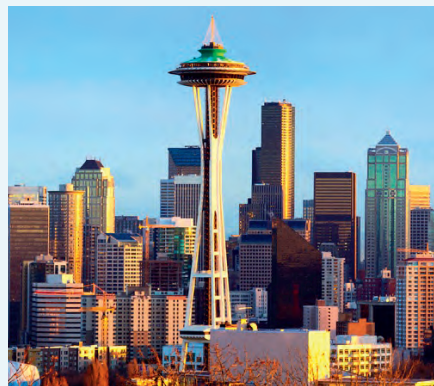
сотрудников за их преданность, которая является решающим условием для положительного развития компании: «Мы партнёры и первопроходцы Индустрии 4.0, и мы работаем с нашими заказчиками с целью реализации инновационных решений для российского рынка, создания рабочих мест, а также развития страны в целом».

HARTING Stiftung & Co. KG

Глобальный рынок платформ «умного» города достигнет \$755 млн к 2027 году

Объём мирового рынка платформ «умного» города достигнет \$755 млн к 2027 году, прогнозируют эксперты Navigant Research.

Концепция «умной» городской платформы обретает всё более ясные очертания в последние месяцы. Такие компании, как Nokia, Microsoft и Cisco, стремятся представить амбициозные городские проекты с многоуровневыми решениями, которые охватывают множество взаимосвязанных областей: от видеонаблюдения и создания сетей до парковки и мониторинга окружающей среды.



В отчёте Navigant говорится, что интеграция услуг интеллектуального города неизбежна и необходима, равно как и их централизованная координация, поскольку развёртывание Интернета вещей увеличивается, а заинтересованные стороны выбирают более целостную стратегию подключения городских служб. Аналитики полагают, что платформенный подход приведёт к становлению модели «город как услуга». Кроме того, платформы станут ключевым инструментом для выстраивания городами партнёрских отношений, необходимых им для обеспечения того, чтобы их экономика, окружающая среда и сервисы были приспособлены к будущему.

Города могли бы использовать модели Uber, Airbnb, Amazon, Google и Facebook как образцы для подражания, когда дело дохо-

дит до управления ресурсами и предоставления услуг.

Платформенный подход приспосабливает производственные, корпоративные технологии к обычному потребителю, или, другими словами, означает разработку более интуитивно понятных интерфейсов в масштабах индустрии. Это стимулирует принятие ряда технологий широким кругом пользователей. Однако, если создание «умных» городов зависит от передачи работы в третьи руки, вопросы, связанные с безопасностью и конфиденциальностью данных, несомненно, выйдут на первый план – как и во всех платформах, которые скрещивают миры бизнеса и потребления, обслуживая интересы вендоров в той же мере, что и пользователей.

Многие поставщики платформ настолько агрессивно продвигают свои услуги, что внедрение «интеллектуальных» городов рискует превратиться в рекламную золотую жилу для вендоров, а не в инновационные преобразования, ориентированные на граждан. Учитывая это, Navigant предлагает, чтобы руководители городов разрабатывали платформенную стратегию, базирующуюся на основных принципах открытости, использования стандартов и согласованности с другими технологиями и бизнес-программами.

Новости Интернета вещей

TFT-дисплеи со встроенными графическими контроллерами FTDI FT8xx

Компания «ЭФО» объявила о подписании дистрибьюторского соглашения с канадским производителем графических модулей Matrix Orbital и появлении новой линейки TFT-дисплеев со встроенными графическими контроллерами FTDI FT8xx.

Графические контроллеры FTDI FT8xx завоевали популярность благодаря своему уникальному на данный момент функционалу. Они объединяют в себе графическую библиотеку, аудиоконтроллер и контроллер сенсорного экрана. Эти основные элементы любого графического приложения реализованы аппаратно и работают независимо от управляющего контроллера. За счёт этого значительно упрощается переход с монохромных ЖК-дисплеев на цветные.

Новая линейка TFT-дисплеев уже доступна со склада «ЭФО».

Подробнее о графических контроллерах FTDI и TFT-дисплеях Matrix Orbital можно узнать на сайте mymcu.ru.

Пресс-служба компании «ЭФО»

ДЛЯ ОТВЕТСТВЕННЫХ
ПРИМЕНЕНИЙ



НАУЧНО-ИСПЫТАТЕЛЬНЫЙ ЦЕНТР «ИНТЕЛЕЛЕКТРОН»

- Научно-исследовательская деятельность
- Разработка и производство электронных компонентов (ЭКБ)
- Испытания и исследования электронных компонентов
- Испытания радиоэлектронной аппаратуры (РЭА)
- Проверка на контрафакт



ТОРГОВЫЙ ДОМ «ИНТЕЛЕЛЕКТРОН»

КОМПЛЕКСНЫЕ ПОСТАВКИ ЭЛЕКТРОННЫХ КОМПОНЕНТОВ

- Иностранные электронные компоненты ведущих мировых производителей
- Отечественные электронные компоненты категории качества ОТК, ВП, ОС, ОСМ
- 100% входной контроль, собственная испытательная лаборатория
- Профессиональная инженерно-техническая поддержка
- Надежный исполнитель Гособоронзаказа



Испытательная лаборатория

АО «НАУЧНО-ИСПЫТАТЕЛЬНЫЙ ЦЕНТР «ИНТЕЛЕКТРОН»

Испытания и исследования электронных компонентов (ЭКБ)
и радиоэлектронной аппаратуры (РЭА)



Виды работ:

- входной контроль
- диагностический неразрушающий контроль
- климатические испытания
- механические испытания
- испытания на надежность, сохраняемость
- проверка на контрафакт

Виды внешних воздействий:

синусоидальная вибрация; случайная широкополосная вибрация; механические удары однократного и многократного действия; линейные ускорения; повышенные и пониженные рабочие и предельные температуры; иней и роса; повышенная влажность воздуха; атмосферное пониженное и повышенное давление; солнечное излучение; статическая и динамическая пыль (песок); соляной (морской) туман; акустический шум; определение критических частот; проверка отсутствия критических частот в заданном диапазоне.



Аккредитованная испытательная лаборатория
АО «НИЦ «ИНТЕЛЕКТРОН» соответствует требованиям
ГОСТ ИСО/МЭК 17025-2009 к технической компетентности
и независимости.
Область аккредитации включает в себя широкую номенклатуру
ЭКБ отечественного и иностранного производства, а также аппа-
ратуру, приборы, устройства и оборудование военного назначения.





ЗАО «НАУЧНО-ПРОИЗВОДСТВЕННАЯ ФИРМА «ДОЛОМАНТ»

**ОТВЕТСТВЕННАЯ ЭЛЕКТРОНИКА
ДЛЯ ЖЕСТКИХ УСЛОВИЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ**

100% РОССИЙСКАЯ КОМПАНИЯ



ЗАКАЗНЫЕ РАЗРАБОТКИ

Разработка электронного оборудования по ТЗ заказчика в кратчайшие сроки

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



КОНТРАКТНОЕ ПРОИЗВОДСТВО

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

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

Эстетика, созвучная времени высоких технологий

Художница из Саратова нашла нестандартное применение устаревшим приборам

В век потребления компьютерная техника и гаджеты выпускаются с такой скоростью, что их замена в большинстве случаев связана не с выходом устройства из строя, а с желанием пользователя иметь последнюю модель с усовершенствованным интерфейсом. При этом некогда любимая техника отправляется либо в дальний угол, либо выбрасывается.

Художница из Саратова Алина Белоусова нашла альтернативу: она создаёт уникальные изделия из отживших свой век частей компьютера, радиодеталей и вышедших в отставку высокотехнологичных материалов.

Алина, на первый взгляд, у вас не совсем типичное женское увлечение. С чего всё началось? Как вообще пришла идея о том, чтобы дать новую жизнь старым компьютерным платам?

Так случилось, что с детства меня окружала всякого рода электроника: приборы, россыпи деталей, паяльники, всякие электронные штуковины. Всё просто – у меня папа радиолюбитель. А мама, хотя и не профессиональный художник, очень красиво рисовала, и мне тоже так хотелось. В итоге я выросла, поступила в художественное училище и примерно в это время мне купили компьютер, в процессе сборки которого я поняла, что это же целый мир внутри небольшой коробки! Кроме того, что внутренности современных компьютеров и другой электронной техники эстетически очень красивы,

эта эстетика, как ни что другое, созвучна нашему времени высоких технологий, которые развиваются так быстро, что люди не успевают покупать новые устройства и избавляться от старых. А у меня не поднималась рука выбрасывать сгоревшие или устаревшие приборы. Дизайнерское образование помогло разглядеть, что эти планки текстолита с техническими «узорами» могут быть таким же материалом для работы, как драгоценные камни или мрамор. Ну а так как я всё-таки девушка, первое, что пришлось на ум, – это украшения.

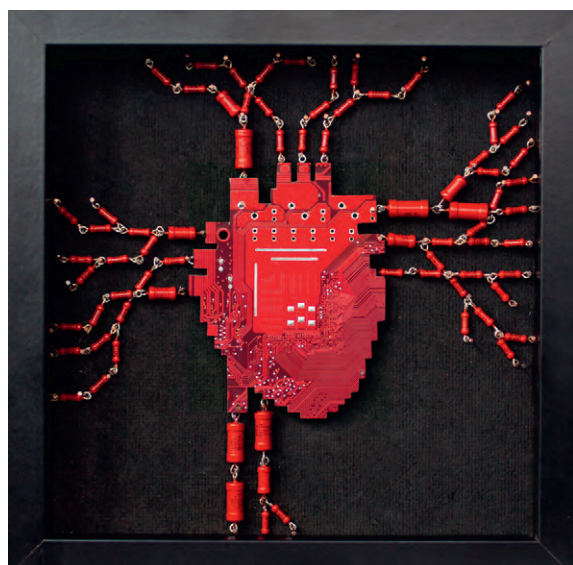
Что ещё можно сделать из такого необычного материала?

Да всё, что угодно! Насколько хватит фантазии. Я по природе экспериментатор, и когда мне говорят «Так никто не делает» или «Так не принято», мне немедленно хочется сделать именно так.



Алина Белоусова

Началось всё с брелочков, серёжек, браслетиков, а переросло в целую художественную практику с панно и арт-объектами. Платы я использую не только компьютерные, хотя их и большинство, но также они могут быть из телевизоров, принтеров и даже из каких-то промышленных приборов или станков. Материалы чаще всего мне отдают списанные из офисов, использованные из сервисных центров, бывают совершенно нестандартные, назначение которых невозможно определить – и тем интереснее. Также использую разные радиодетали – они как бусины, особенно резисто-



ры люблю, чипы, радиаторы, элементы крепежа. Корпуса от ноутбуков и разбитых мониторов и плазменных телевизоров хороши в роли выставочного оборудования, например.

Первые опыты были простыми: бусы из резисторов за десять минут, а из платы – простая прямоугольная подвеска, вырезанная ножницами по металлу и обточенная напильником, – на неё, наверное, около часа ушло. На самом деле, как считать... Сам процесс – это одно, а вот поиски и пробы инструмента, самих материалов, фурнитуры могут занимать много времени.

Когда в руках оказывается старая компьютерная плата, как работаете с ней? Всегда придерживаетесь конкретной идеи или в процессе можете найти необычное решение?

Всегда по-разному. И с трафаретами работаю по заранее придуманным контурам и эскизам, и на месте иногда приходит идея, исходя из фактуры материала. Фурнитура, бывает, подсказывает – нашла красивые металлические кольца, под них подбираю вставку, как камень в оправу.

Одно дело – иметь хобби и делать в свободное время что-то для себя, совершенно другое, когда это приносит доход. Как о вас узнали люди?

Что касается интернета, стараюсь работать в разных направлениях: вести соцсети, быть кое-где на торговых площадках, официальный сайт у меня есть. Хотя я больше художник, нежели коммерсант, модные маркетинговые технологии и пиар мне с трудом даются, просто стараюсь как можно больше генерировать оригинального контента.

С украшениями часто участвую в разных мероприятиях вживую: фестивали, ярмарки, арт-маркеты, эко-проекты, показы. При этом общаюсь с людьми, рассказываю о своём творчестве, и тут конечно «сарафанное радио» начинает работать.

А быть художником – это отдельная длинная история, предполагающая участие в выставочных проектах: у меня, например, было уже четыре персональных выставки и множество коллективных в разных городах, публикации в каталогах и альбомах, участие в конкурсах и стипендиальных программах, сотрудничество с союзами, музеями и галереями и многое другое. Когда всё это происходит, тогда люди и узнают о твоих работах.

Где и как можно приобрести ваши работы?

На моём сайте DIGITALINA.RU есть каталог всех украшений и сувениров, там большой выбор образцов. Разумеется, есть странички с каталогами во всех социальных сетях, без этого в наше время никак. В офлайне часто участвую в выставках-ярмарках, правда, пока только в российских.

А какие из ваших изделий наиболее популярны среди заказчиков?

Абсолютных фаворитов среди аксессуаров нет, у меня огромный ассортимент, на всё находятся ценители. Если всё-таки подумать, наверное, серёжки, колечки и подвески-трансформеры разных форм – это когда подвеска на карабине, и её можно носить и как кулон, и как брелок, в общем, куда угодно вешать – людям нравится многофункциональность. А формы популярны либо универсальные – круг, треугольник, квадрат, звёздочка, либо что-то специфическое – электрогитары или анатомическое сердце. Часто берут на подарки, и многие восклицают: «О, это мужская тема!». Видимо, стереотипы срабатывают: раз техника – значит, мужское. Поэтому пришлось расширить мужской ассортимент: делаю запонки, галстуки-бабочки, зажимы для галстуков, блокноты и даже шкатулки. Индивидуальные заказы тоже бывают: кто-то просит свой логотип или инициалы, кто-то силуэт любимой собачки. Из украшений необычный заказ был на огромное кольцо – пришлось увеличивать исходный эскиз в четыре раза, в итоге получилось изделие в высоту сантиметров 40, до самого пояса. А после того как я сделала портрет Стива Джобса для Музея мусора, кроме украшений, теперь ещё и портреты заказывают, и вот это самое сложное, потому что сделать контурную графику, которую возможно было бы выпилить из текстолита, да ещё и чтобы портрет был узнаваем – это сложная художественная задача.

Алина, вы вносите вклад в борьбу с загрязнением окружающей среды. Вам близка экологическая проблематика?

Да, разумеется, мой проект экологический. Ведь это же вторая жизнь. Такого рода творчество называют Upcycling – это вторичная творческая переработка отслуживших своё вещей.



Как вы относитесь к тому, что наш мир становится всё более цифровым?

Абсолютно нормально, ведь миру свойственно развиваться и прогрессировать. Другой вопрос, как эти плоды прогресса использовать. Часто слышу разного рода сомнения относительно пользы новых технологий – так ведь и лопатой можно снег почистить во дворе, а можно и подраться, всё зависит от пользователя. Об этом важно не забывать, нести ответственность и разумно использовать ресурсы, в том числе и возможности цифры.

У наших читателей – разработчиков электроники – немало подобного «добра». Возможно, им стоило бы связаться с вами на предмет пополнения ваших запасов?

Я всегда за пополнение запасов, но важно понимать, что я не фабрика и не завод, поэтому в промышленных масштабах принимать «добро» пока не готова, но, сколько смогу вместить в свою мастерскую, с радостью приму. Так что, уважаемые читатели, буду рада обсудить приемлемые для вас и меня предложения. А если моё творчество кого-то вдохновит на свои художественные подвиги – буду только счастлива!



*Материал подготовила
Елена Восканян*

*Фото из личного архива
Алины Белоусовой*

Новости российского рынка

СОБЫТИЯ

VII ВСЕРОССИЙСКАЯ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ «ЭКБ» СОСТОЯЛАСЬ!

16–17 августа 2018 года в Москве состоялась VII Всероссийская научно-техническая конференция на тему «Актуальные вопросы обеспечения предприятий промышленности качественной ЭКБ».

Организаторами мероприятия традиционно выступила компания «ТЕСТПРИБОР» совместно с Департаментом радиоэлектронной промышленности Минпромторга РФ при поддержке ФГУП «МНИИРИП» и АО «РКС». В работе конференции приняли участие 130 специалистов из 64 предприятий радиоэлектронной промышленности России и ближнего зарубежья.

За два дня работы конференции участники заслушали 32 доклада на актуальные темы, касающиеся производства и применения ЭКБ отечественного и иностранного производства, проведения испытаний, обеспечения предприятий промышленности качественной ЭКБ в условиях программы импортозамещения.

Открыл конференцию П.П. Куцко, директор ФГУП «МНИИРИП», рассказав участникам об использовании торгово-информационной площадки для обеспечения радиоэлектронной аппаратуры ЭКБ отечественного производства.



О порядке согласования программ и методик сертификационных испытаний рассказал первый заместитель генерального директора АО «РНИИ «Электронстандарт» Р.Г. Левин. Об испытаниях ЭКБ, видах и особенностях проведения говорили представители АО «РКС», АО «ТЕСТПРИБОР» и АО «ЭНПО СПЭЛС».

Также широко обсуждалась тема хранения ЭКБ. Этому были посвящены доклады начальника испытательной лаборатории ЭКБ АО «ТЕСТПРИБОР» П.И. Гребенщикова и начальника центра страховых запасов АО «НПП «Завод Искра» Д.Р. Тарасова.

Актуальная тема радиационной защиты ЭКБ для изделий космической отрасли звучала в докладах представителей ГНППО «НПЦ НАН Беларуси по материаловедению», филиала

АО «ОРКК» – «НИИ КП», ФГУ ФНЦ НИИСИ РАН и ЗАО «РЕОМ».

Впервые в работе конференции звучали темы налоговой безопасности бизнеса (представитель ООО «Консалтинговая группа «ТАКО») и роли банка в исполнении государственных заказов (представитель ПАО «РосДорБанк»).

Участники отметили актуальную, насыщенную и интересную программу VII Всероссийской научно-технической конференции, а также высоко оценили организацию такого крупного мероприятия. Следующая VIII Всероссийская научно-техническая конференция на тему «ЭКБ» пройдет в 3-м квартале 2019 года.

www.test-expert.ru

Тел./факс: (495) 657-87-37

РЫНОК

RAYSTAR OPTRONICS ОБЪЯВИЛА ОБ ИЗМЕНЕНИИ СТРАТЕГИИ ПРОДАЖ OLED-ДИСПЛЕЕВ

Поддержка производства широкой номенклатуры моделей дисплеев без ограничения количества является нерентабельной для производителя OLED-панелей, так как служит причиной огромных потерь от необходимости перестройки производственной линии и не обеспечивает более высокой производительности. Кроме того, компания Raystar поддерживает обширный ряд вариантов исполнения продукции, что приводит к ещё более худшему положению. Поэтому компания Raystar вынуждена откорректировать стратегию производства и продаж пассивно-матричных OLED.

Исходя из соображений обеспечения более высокой производительности, следующие модели дисплеев будут поставляться без ограничения количества для заказа

за (см. табл. 1). Для остальных моделей и вариантов с другими цветами свечения экрана вводятся ограничения по минимальному количеству дисплеев в заказе, при этом срок выполнения заказа будет более длительным вследствие необходимости комплектования заказов для достижения более высокой эффективности производства.

Также компания Raystar закрывает производственную линию L1 для осуществления глобальной технической модернизации. На это время будет прекращено производство некоторых моделей пассивно-матричных OLED. Но производство этих моделей (см. табл. 2), возможно, будет переведено на производственную линию L2, если в этом будет необходимость.

Компания Raystar сохраняет за собой право принять или отклонить заказ на основании регулирования производства.



Таблица 1. Модели OLED-дисплеев, поставляемые без ограничения

Заказной номер	Белый цвет свечения	Жёлтый цвет свечения	Размер диагонали, дюйм
REC001602A/C/D/E	×	×	2,29
REG010016A/C/D/E	×	×	2,40
REC001602H	×	×	3,67
REC002004A/B	×	×	2,88
REG010032A/B	×	×	2,44
REX004864A	×	×	0,71
REX006448A	×	×	0,66
REX006432A	×	×	0,49
REX012832A	×	×	2,23
REX012832D	×	×	0,91
REX012832G	×	×	1,71
REX012864C	×	×	0,96
REX012864D	×	×	0,96
REX012864G/H/J	×	×	2,42
REX012864K/Q	×	×	2,70
RET025664B	×	×	3,12

Таблица 2. Модели OLED-дисплеев, производство которых, возможно, будет переведено на линию L2

Модели OLED для переноса с линии L1 на L2	Вариант конструкции	Размер экрана, дюйм
REX00961A	COG	0,84
REC002002A	COB	3,08
RET025664D	COF	5,5
REX012864A	COG	1,54
REX001602C	COG	2,26
REX002002A	COG	2,93
REX001602B	COG	1,23
REC000802A	COB	1,20
RET025664A	COF	2,80
REX012864L	COG	1,29
REX012832E	COG	1,04

Более подробную информацию о доступности моделей OLED можно получить у официального дистрибьютора продукции Raystar в России – компании ПРОСОФТ.

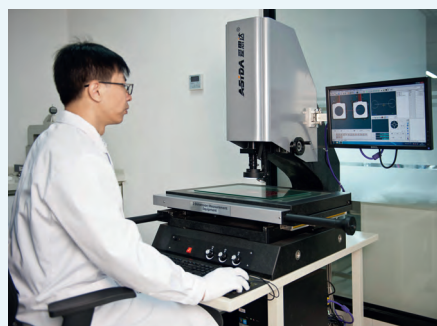
www.prosoft.ru

Тел.: (495) 234-06-36

НОВЫЕ МЕРЫ ПО КОНТРОЛЮ КАЧЕСТВА ПРОДУКЦИИ ГРУППЫ ICAPE

Международный холдинг ICAPE является известным игроком на рынке электроники благодаря поставкам высококачественных печатных плат и заказных технических деталей из Китая клиентам по всему миру.

Присутствие более 50 экспертов ICAPE на заводах китайских производителей для осуществления аудиторских проверок, контроля количества дефектной продукции (PPM) и мониторинга процесса изготовления позволяют гарантировать соблюдение всех основных производственных норм.



Печатные платы тщательно проверяются ещё до отгрузки клиенту согласно стандарту AQL 0.65 уровня II. Близость к заводам (сертифицированным по ISO 9001, ISO 14001 и UL, а также по ISO TS16949, ISO 13485 и AS9100) позволяет быстро реагировать на возникающие проблемы и принимать меры по их устранению. Таким образом, группа ICAPE стала одной из первых в Китае компаний, получившей сертификацию ISO 9001:2015!

Для проверки соответствия продукции нормам IPC 3 года назад компания ICAPE

открыла собственную лабораторию и оборудовала её новейшими приборами суммарной стоимостью более €2 млн. В 2018 году группа ICAPE вложила ещё больше средств в закупки оборудования для улучшения качества предоставляемых клиентам услуг. В результате лаборатория пополнилась следующими приборами: автоматический измеритель размеров Keyence, камера старения GWS EL-02 KA, камера термического шока ESPEC TSE 12A, прибор контроля паяемости METRONELEC ST88.

Приоритетом группы ICAPE является высокое качество поставляемой продукции, достигаемое с помощью инвестиций в собственную лабораторию и контроля производства высококвалифицированными инженерами. Сотрудники ICAPE делают всё для того, чтобы клиенты всегда были довольны уровнем предоставляемых услуг.

www.icafe-group.com

Тел.: (495) 668-11-33

ДЕСЯТИЛИТИЕ LAUTERBACH В РОССИИ

В 2018 г. российская компания «РТСофт» и ведущий мировой разработчик аппаратно-программных комплексов отладки Lauterbach GmbH отмечают десятилетие партнёрства.

Как официальный дистрибьютор Lauterbach, АО «РТСофт» предоставляет отечественным разработчикам полный спектр мощных передовых инструментов для диагностики, тестирования и отладки различных процессорных архитектур: JTAG-отладчики, трассировщики, логические анализаторы, внутрисхемные эмуляторы и др.

Продукты Lauterbach гарантируют существенное снижение затрат и экономию времени при разработке аппаратуры, обеспечивая полноценную поддержку более чем 1 000 видов микропроцессоров всех известных мировых производителей на базе практически любой современной или унаследованной архитектуры: x86, PowerPC, ARM, MIPS, DSP, FPGA Softcore и др.

Потребителями Lauterbach в РФ являются центры разработки и исследований крупных зарубежных компаний, отечественные КБ и отраслевые институты, коммерческие инженерные компании, чья активность связана с разработкой потребительской электроники, телекоммуникациями и связью, промышленными проектами, медициной и транспортом, наукой и приборостроением. Успех и популярность Lauterbach принесли простота освоения, качество, универсальность и бюджетная стоимость продуктов,

поддержка не только различных микропроцессоров, но и широкого спектра компиляторов и операционных систем: от классических Windows, Linux или Android до специализированных LynxOS-178 или VxWorks 653 для авионики.



Модульный принцип построения инструментария Lauterbach позволяет разработчикам оптимизировать затраты на всём жизненном цикле владения продуктами компании. Комбинируя элементы, можно подбирать оптимальный комплект для конкретного проекта, а в дальнейшем наращивать его функционал простыми и доступными средствами. Новые элементы практически не требуют изучения – все инструменты Lauterbach поддерживаются единой средой TRACE32.

В России активно развивается разработка собственного отечественного оборудования с применением отечественных и зарубежных микропроцессоров. Именно на вызовы этого тренда инструменты разработки Lauterbach отвечают в полной мере, позволяя эффективно и бюджетно создавать и поддерживать качественные продукты для конкурентоспособного бизнеса.

О компании Lauterbach

Lauterbach (www.lauterbach.com) работает на мировом рынке встраиваемых решений с 1979 г. Это успешная международная компания, имеющая тесные партнёрские отношения с ведущими производителями полупроводниковых компонентов. В штаб-квартире в Хёэнкирхене, недалеко от Мюнхена, инженерная команда разрабатывает и производит инструменты отладки, трассировки, эмуляции и анализа встраиваемых систем, известные во всём мире. Решения Lauterbach поддерживают более 1 000 процессоров всех значимых производителей. Филиалы компании есть в Великобритании, Италии, Франции, Тунисе, на восточном и западном побережье США, в Японии и Китае, а сеть офисов поддержки и продаж доступна во многих других странах, в том числе в России.

Официальный дистрибьютор Lauterbach в России и странах ТС – АО «РТСофт» (www.rtsoft.ru).

ПРИБОРЫ И СИСТЕМЫ

**СИНТЕЗАТОР ЧАСТОТ Г7М-50
ДЛЯ САМЫХ ТОЧНЫХ ИЗМЕРЕНИЙ**

Осенью 2018 г. компания «Микран» готова продемонстрировать свою новейшую разработку – синтезатор частот Г7М-50.

Основные характеристики синтезатора Г7М-50:

- диапазон частот от 10 МГц до 50 ГГц;
- диапазон регулировки мощности выходного сигнала от –90 до +10 дБм;
- аналоговая модуляция АМ, ЧМ, ФМ и ИМ;
- низкий уровень фазового шума;
- управление с помощью сенсорного экрана.

Синтезатор частот Г7М-50 предназначен для формирования непрерывных гармонических сигналов и сигналов с аналоговыми видами модуляции (АМ, ЧМ, ФМ, ИМ) в диапазоне от 10 МГц до 50 ГГц.

Низкий уровень фазовых шумов позволяет использовать данный прибор при проведении испытаний самых чувствительных систем.

Сочетание отличных технических характеристик и низкой цены делает генератор Г7М-50 оптимальным выбором как для применения в лабораториях, так и для решения производственных задач в области радиоизмерений.

Синтезатор Г7М-50 управляется через сенсорный экран с помощью встроенного программного обеспечения или через интерфейс Ethernet с помощью системы SCPI-команд.

Наличие сенсорного экрана позволяет выставить все необходимые параметры прибора прямо в измерительной стойке, не используя отдельный компьютер.



Область применения синтезатора Г7М-50 – исследование, настройка, испытания и контроль при производстве устройств ВЧ и СВЧ, используемых в радиоэлектронике, связи, радиолокации и измерительной технике.

www.micran.ru

Тел.: +7 (3822) 42-18-77

**«КОМПЬЮТЕРЫ-НА-МОДУЛЕ»
KONTRON В ФОРМАТЕ QSEVEN**

АО «РТСофт» и международный холдинг Kontron AG объявили о старте продаж двух новых «компьютеров-на-модуле» (COM) Qseven-Q7AL и Qseven-Q7AMX7, выполненных в стандарте консорциума SGeT Qseven 2.1.

Модули Qseven могут оснащаться как процессорами x86 Intel Atom, Pentium, Celeron, так и ARM-процессорами семейства Cortex. Оба модуля специально разработаны для использования их в ответственных промышленных или транспортных приложениях, обеспечивают безотказную работу в расширенном диапазоне температур от –40 до +85 °С при разработке конечных решений бюджетного уровня стоимости.

«Компьютер-на-модуле» Qseven-Q7AL доступен с процессорами Intel Atom E3930/E3940/E3950 с частотой до 2 ГГц.

Его тепловыделение (TDP) варьируется в пределах от 6,5 до 12 Вт.

Опционально модуль может быть оснащен двухъядерным процессором Intel Celeron N3350 с частотой 2х2,4 ГГц и тепловыделением 6 Вт или четырехъядерным Intel® Pentium® N4200 (4х2,5 ГГц) с тепловыделением 6 Вт.

Модуль поддерживает до 8 Гб памяти DDR3-1867/1600 с режимом ECC (в версиях на процессорах Intel Atom) и до 32 Гб дополнительной памяти eMMC.

В Qseven-Q7AL используется мощная графика 9-го поколения Intel HD.

Малогобаритный «компьютер-на-модуле» Kontron Qseven-Q7AL может работать под управлением операционных систем Windows 10 IOT Enterprise, Linux и других.

Он доступен как в стандартном для промышленных приложений диапазоне температур (от 0 до +60 °С), так и в расширенном (от –40 до +85 °С).

Модуль Qseven-Q7AMX7 оснащается процессорами семейства NXP i.MX 7, обеспечивает поддержку до 2 Гб DDR3 RAM и имеет два встроенных флеш-диска eMMC объемом 64 Гб.

Помимо двух дорожек PCI Express 2.0 для индивидуальных расширений пользователей, он содержит до пяти портов USB 2.0, 1хUSB 2.0 OTG, один последовательный интерфейс, контроллер HD Audio, 1хI²S, 1хI²C, 1хSPI, 2хMIPI CSI, 8хGPIO (0:7) и 1хCAN.

Новый модуль поддерживает работу с операционной системой Yocto Linux и способен функционировать в расширенном диапазоне температур от –20 до +85 °С.

По запросу на Qseven-Q7AMX7 может быть установлен модуль Trusted Platform Module (TPM 2.0).

Дополнительным преимуществом для разработчиков является интегрированное в обоих модулях аппаратно-программное решение Security Solution Approtect, которое гарантирует дополнительный уровень безопасности.

Применение модулей Qseven-Q7AL и Qseven-Q7AMX7 обеспечивает возможность быстро и бюджетно создавать компактные и низкопрофильные встраиваемые устройства для промышленных, транспортных, телекоммуникационных, медицинских и иных приложений.



Модули доступны для заказа. Планируемый срок коммерческой доступности – не менее 7 лет, что делает их великолепной платформой для разработки любых критичных к надёжности и длительности жизненного цикла приложений.

С дополнительной информацией о модулях Qseven-Q7AL и Qseven-Q7AMX7 можно ознакомиться на сайте www.kontron.com и в офисах компании «РТСофт» (www.rtsoft.ru), стратегического партнёра холдинга Kontron в России и странах СНГ.

ОТЕЧЕСТВЕННЫЙ ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЙ ПРИЁМНИК ВЫСШЕГО КЛАССА MWR-8000

На выставке «Армия-2018» ООО «Микроволновая Электроника» представило 2-канальный вариант выпускаемого радиоприёмного устройства измерительного MWR-8000 с функциями анализатора спектра реального времени, векторного анализатора сигналов, осциллографа и измерителя фазовых шумов с шириной полосы 1,5 ГГц. Основные преимущества измерительного приёмника MWR-8000:

- диапазон рабочих частот: постоянный ток 8 ГГц;
- полоса анализа спектра реального времени, демодуляции и записи: 1,5 ГГц;

- интерфейс вывода данных со скоростью 100 Гбит/с Ethernet QSFP+ для передачи в реальном режиме времени сигналов на устройство хранения или систему обработки;
- встроенная быстродействующая DDR4 память объёмом более 4 млрд отсчётов для записи в полной полосе;
- фазовый шум –140 дБн/Гц на отстройке 10 кГц от несущей 1 ГГц;
- скорость сканирования 300 ГГц/с;
- частота дискретизации 4 ГГц, разрядность АЦП 12 бит;
- чувствительность –164 дБм/Гц, динамический диапазон 151 дБ/Гц;
- опция по анализу сигналов со всеми априорно неизвестными параметрами;



- опция «доступ пользователя к программированию ПЛИС» (Virtex Ultrascale);
- 21,5-дюймовый графический сенсорный дисплей для подробного исследования сигналов.

www.mwel.ru

Тел.: (495) 137-53-35

ЭЛЕМЕНТЫ И КОМПОНЕНТЫ

RAYSTAR ВЫПУСТИЛ НОВУЮ МОДЕЛЬ OLED СО ВСТРОЕННОЙ ЁМКОСТНОЙ СЕНСОРНОЙ ПАНЕЛЬЮ

АО «Компонента», официальный дистрибьютор Raystar, сообщает о выходе нового OLED со встроенной ёмкостной сенсорной панелью – REX012864G. Это популярный 2,42-дюймовый OLED-дисплей с ёмкостной сенсорной панелью на модуле.



Анонсируемый OLED – это модуль со встроенным контроллером SSD1309, который поддерживает 8-битный параллельный интерфейс, I²C и 4-Wire SPI-интерфейс 6800/8080. Напряжение питания для Logic – 3 В, напряжение питания для дисплея – 13 В. Модель REX012864G имеет встроенный контроллер GT911 для ёмкостной сенсорной панели GT911, который поддерживает интерфейс I²C, одну точку касания для CTP.

Основные характеристики REX012864G:

- размер по диагонали 2,42 дюйма;
- разрешение дисплея 128×64 пикселей;
- габариты дисплея 66,8×41,3×3,71 мм;

- видимая область экрана 55,01×27,49 мм;
- размер пикселя 0,4×0,4 мм;
- шаг пикселя 0,43×0,43 мм;
- коэффициент мультиплексирования строк 1/64;
- цвет дисплея – жёлтый;
- контроллер SSD1309;
- интерфейсы: 8-бит 68xx 80xx/SPI/I²C.

REX012864G идеально подходит для интеллектуальных домашних приложений, энергосистем, измерительных приборов, систем связи и медицинского оборудования. Этот модуль может работать при температурах от –20 до +70°C. Температура хранения от –30 до +80°C.

www.komponenta.ru

Тел.: (495) 150-2-150

НОВЫЕ РЕЗИСТОРЫ И ЧИП-ИНДУКТИВНОСТИ КИК И КИФ ОТ «НПО «ЭРКОН»

АО «НПО «ЭРКОН» освоило производство мощных резисторов P1-150 с принудительным охлаждением, обладающих высокими эксплуатационными характеристиками:

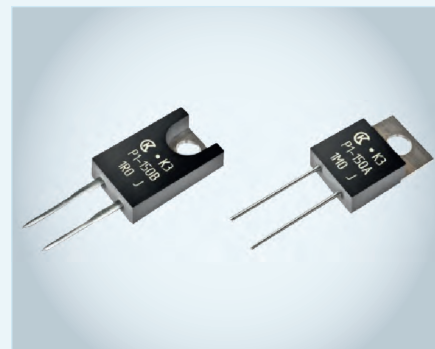
- мощность рассеяния 30...50 Вт;
- номинальное сопротивление 0,1...10⁶ Ом;
- допустимое отклонение сопротивления ±1...10%.

Запущено производство мощных непроволочных сверхвысокочастотных чип-резисторов P1-160 с параметрами:

- рабочий диапазон частот – до 20 ГГц;
- номинальное сопротивление 10...1000 Ом;
- допустимое отклонение сопротивления ±0,1...5%.

Освоено производство мощных высокочастотных резисторов для работы с теплоотводом P1-170:

- мощность рассеяния 10...1000 Вт;
- рабочий диапазон частот 0...18 ГГц;
- номинальное сопротивление 12,5...100 Ом;
- допустимое отклонение сопротивления 2...5%.



На предприятии в Нижнем Новгороде производится унифицированная серия резисторов P1-8В со следующими параметрами:

- мощность рассеяния 0,063...2 Вт;
- номинальное сопротивление 0,15...10⁷ Ом;
- допустимое отклонение сопротивления ±0,5...20%.

В производственной программе представлена новая линейка сверхвысокочастотных чип-индуктивностей КИК и КИФ:

- номинальная индуктивность 1...22 000 нГн;
- минимальная резонансная частота 0,01...12,7 ГГц;
- сопротивление обмотки постоянному току 0,03...17 Ом;
- допустимое отклонение индуктивности 2...10%.

Данные ЭРИ выпускаются серийно и соответствуют высоким требованиям, предъявляемым к военной продукции.

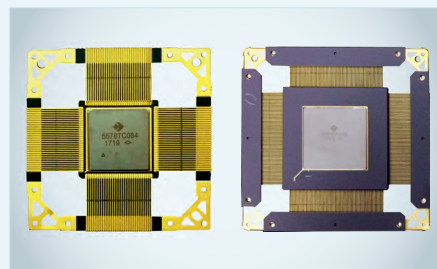
www.erkon-nn.ru

Тел.: +7 (831) 202-25-52

ИМПОРТОЗАМЕЩЕНИЕ: НОВЫЕ ПЛИС 5578ТСxxx от «ВЗПП-С»

АО «ВЗПП-С» (г. Воронеж) является одним из крупнейших производителей элементной базы для предприятий – изготовителей радиоэлектронной продукции, средств связи и аппаратуры специального назначения.

Предприятие освоило в серийном производстве новые программируемые логические интегральные схемы (ПЛИС) категории качества «ВП» 5578ХС084 на 800 000 системных вентилях и 5578ТС094 на 1 200 000 системных вентилях со встроенной системой конфигурирования, обеспечивающей многократное перепрограммирование.



ПЛИС 5578ТС084 (АЕНВ.431260.422ТУ) предназначена для замены зарубежных микросхем EP3C16 фирмы Altera. Выпускается в 144-выводном металлокерамическом планарном корпусе МК 4248.144–1.

ПЛИС 5578ТС094 (АЕНВ.431260.423ТУ) предназначена для замены зарубежных микросхем EP3C25 фирмы Altera. Выпускается в 304-выводном металлокерамическом планарном корпусе МК 4251.304–2.

Общие основные характеристики новых ПЛИС:

- программируемый режим циклической перезаписи конфигурационной памяти;
- встроенная система конфигурирования, обеспечивающая многократное перепрограммирование;
- программируемый режим верификации конфигурационной памяти без выхода из рабочего состояния;
- программируемые блоки удержания выводов пользователя в последнем состоянии.

Для конфигурирования ПЛИС рекомендуется использовать однократно программируемую микросхему ПЗУ 5578РТ025 ёмкостью 8 Мбит производства АО «КТЦ «ЭЛЕКТРОНИКА».

Для проектирования используется САПР Quartus II и дополнительное ПО разработки АО «КТЦ «ЭЛЕКТРОНИКА».

Основные функциональные параметры сведены в таблице:

Характеристики	ПЛИС 5578ТС084	ПЛИС 5578ТС094
Ёмкость, системных вентилях	800 000	1 200 000
Количество эквивалентных логических элементов	15 408	24 624
Объём встроенной памяти, Кбит	504	594
Количество умножителей 18×18, шт.	56	66
Количество выводов, программируемых пользователем	84	195
Напряжение питания ядра, В	1,2 ±0,05	
Напряжение питания периферии, В	2,5 ±5%	

Таким образом, к уже выпускающимся серийно ПЛИС 5576ХС1Т, 5576ХС4Т, 5576ХС6Т, 5576ХС7Т, 5578ТС024, 5578ТС034 добавлены две новые ПЛИС.

Для всей номенклатуры выпускаемых АО «ВЗПП-С» ПЛИС имеются комплекты необходимых инструментов разработчика. Предоставляется дополнительная услуга по формовке выводов.

www.vzpp-s.ru

Тел.: +7 (473) 227-95-27

ОПЕРАЦИОННЫЕ УСИЛИТЕЛИ СЕРИИ “Micro Power” от SGMICRO

Компания SG Micro Corp (SGMICRO, www.sg-micro.com) – разработчик и производитель высокотехнологичных аналоговых микросхем высокого качества – способен предложить аналоги таких известных мировых брендов, как Analog Devices, Linear Technology и Maxim.



Продукция SGMICRO широко применяется в производстве мобильных гаджетов, телевизоров, DVD-плееров, цифровых фотоаппаратов, ноутбуков; бытовой электроники, автомобильной электроники, промышленной автоматизации, медицинском оборудовании, ЖК-дисплеях, в газовых и водяных счётчиках и в других типовых устройствах.

Офисы компании расположены в Китае и на Тайване, есть представительство в Германии, функционирует сеть европейских дистрибьюторов.

Серия операционных усилителей (ОУ) “Micro Power” поддерживает функцию “Rail-to-Rail” на входе и выходе ОУ и имеет малый ток потребления 350 нА. Эти характеристики делают операционные усилители подходящими для применения в портативных

устройствах с питанием от аккумуляторной батареи с малой потребляемой мощностью.

Микросхемы SGM8049-1, SGM8049-2 и SGM8049-4 – это низковольтные ОУ, специально предназначенные для работы от низковольтных источников напряжения питания 1,8 В (±0,9 В).

Помимо стандартных характеристик, SGM8049-1/-2/-4 имеет впечатляющую полосу пропускания, низкий ток смещения и низкий уровень шума при супернизком энергопотреблении.

info@platan.ru

Тел.: (495) 970-00-99

УЛЬТРАПРЕЦИЗИОННЫЙ ТЕРМОСТАТИРОВАННЫЙ КВАРЦЕВЫЙ ГЕНЕРАТОР ГК336-ТС

АО «Морион» (Санкт-Петербург), ведущее предприятие России и один из мировых лидеров в области разработки и серийного производства пьезоэлектронных приборов стабилизации и селекции частоты, представляет новый ультрапрецизионный термостатированный кварцевый генератор ГК336-ТС.

Данный генератор обеспечивает кратковременную нестабильность частоты порядка 1×10^{-13} на 1 секунду.



Необходимо отметить, что значительное улучшение температурной нестабильности частоты (до $2...3 \times 10^{-11}$ в любом 60°C окне) позволяет надёжно измерять кратковременную нестабильность частоты на 10 секундах с нормой 2×10^{-13} и значительно улучшить фазовые шумы на отстройке 0,1 Гц (до $-92...-93$ дБн/Гц).

Стандартная частота исполнения 10 МГц с выходом SIN.

Данный генератор может применяться в атомных стандартах частоты, в измерительных и телекоммуникационных системах, а также в качестве лабораторного стандарта кратковременной нестабильности частоты и фазовых шумов.

Габаритные размеры генератора: 92×80×50 мм.

Получить подробную информацию об этих генераторах и других приборах производства АО «Морион» можно у специалистов на выставке ChipEXPO-2018 (стенд № P10).

www.morion.com.ru

Тел.: (812) 350-75-72, 350-92-43

SHARP LITEMAX

WOLFspeed

MERRIMAC
A Crane Co. Company

CRANE
AEROSPACE & ELECTRONICS

MPS
Monolithic Power Systems

HARTING

CviLux

Grayhill

MENTOR

CREE

- ✓ РЕШЕНИЯ ПО ПОДБОРУ ЭЛЕМЕНТНОЙ БАЗЫ
- ✓ ПОДДЕРЖКА СКЛАДА
- ✓ ТЕХНИЧЕСКАЯ И ИНФОРМАЦИОННАЯ ПОДДЕРЖКА

Автопром как двигатель прогресса в электронике

Часть 4. Энергетика, литий и электротранспорт

Сергей Волковой (svolkovoy@gmail.com)

Если общая ёмкость хранилищ энергии достигнет десятков или сотен гигаватт-часов, то гораздо более полное использование энергии ветряков и солнечных батарей станет вполне реальным. А это значит, что удельная потребность всей экономики в углеводородном топливе может снизиться, причём существенно.

Как было сказано ранее [1], в этой части статьи будет рассмотрен вопрос об экологическом транспорте, «зелёной» энергетике и рынке энергоносителей. Такая взаимосвязь по определению не может не касаться экономики в целом, особенно с учётом того, что валютные поступления от экспорта углеводородов составляют значительную часть дохода Российской Федерации. Однако «России будет экономически трудно поддерживать экспорт энергоносителей на текущем и планируемом уровне» [2]. Почему же эксперты Chatham House так считают?

В Европе и в США в настоящее время значительные средства инвестируются в электротранспорт, в т.ч. в легковые автомобили и сопутствующие технологии, причём такой обострившийся интерес сопровождается массовой пропагандистской кампанией. Конечно, у инвесторов есть прямая материальная заинтересованность: чем больше людей станут переходить на электромобили, тем быстрее будут возмещены издержки и получена прибыль, но, думается, что к этому интересу сводится далеко не всё.

Не приходится сомневаться, что даже при лучших сценариях развития электротранспорта совсем уйти от нефти и газа не удастся ещё долго, однако стоит отметить, что потребность в этих видах сырья может падать существенно.

С другой стороны, массовое производство электромобилей, особенно полностью электрических, требует большого количества лития, т.к. на сегодняшний день лучшими накопителями являются литиевые аккумуляторы в различных их модификациях. Именно они обеспечивают наилучшие характеристики по удельной плотности энергии на единицу массы аккумулятора. Несмотря на то что размеры и масса аккумуляторов пока ещё остав-

ляют желать лучшего, они постепенно находят всё более широкое применение. Однако это не единственная проблема с накопителями энергии.

Самые энергетически плотные аккумуляторы, так называемые литий-ионные, уже при небольшой отрицательной температуре снижают свою ёмкость чуть ли не на порядок (в 10 раз). Чтобы как-то решить эту проблему, например, в автомобиле Tesla Model S специальная система управления не даёт остывать аккумуляторам ниже примерно +5°C. При этом энергию система берёт из тех же аккумуляторов. Если на малых промежутках времени это ещё как-то спасает, то оставленный в мороз на ночь на парковке не подключённым к зарядке автомобиль утром вполне может стать недвижимостью. Даже в Европе с её мягким климатом эксплуатация такой техники может иметь определённые трудности: в той же горной части Баварии температуры –10...–15°C не являются большой редкостью. Что уж говорить о Скандинавии или России!

Существуют и более морозостойкие аккумуляторы. Например, литий-железо-фосфатные – они уверенно работают при температурах до –20°C, превосходят классические литий-ионные по количеству циклов заряд-разряд и более безопасны при повреждении. Их даже ставят в современные немецкие подводные лодки проекта U-212. Однако по главному параметру, плотности энергии, они уступают литий-ионным, а также имеют существенно более высокую цену. Литий-титанатные аккумуляторы отличаются повышенной морозостойкостью и более длительным сроком службы, но ещё сильнее уступают в плотности энергии и имеют несравнимо более высокую стоимость, во всяком случае, пока.

Ведутся также разработки источников энергии на базе водорода, например топливных элементов (англ. Fuel

cell, нем. Brennstoffzelle). Топливный элемент представляет собой ионообменную мембрану. С одной стороны на неё поступает водород, ионы которого проникают на противоположную сторону, куда подаётся кислород (воздух); при этом на электродах, расположенных по разные стороны мембраны, выделяется электрическая энергия, а выхлопом является вода в виде жидкости или пара. Это направление тоже считается перспективным, хотя и существует ещё масса нерешённых технических проблем, например опасность хранения водорода на транспортных средствах, отсутствие инфраструктуры и многое другое. Однако потенциал по увеличению дальности хода у этой технологии огромный. Если технические вопросы будут решены, то проблема с запасом хода может уйти в прошлое. Тем не менее в тестовом режиме, например в Гамбурге, эксплуатируются автобусы с водородными топливными элементами. В Японии и в штате Калифорния до недавнего времени можно было брать в лизинг автомобили Honda FCX Clarity с подобной энергетической установкой. Аналогичные разработки ведутся многими компаниями, в т.ч. концерном «Даймлер» (Mercedess F-Cell).

Будущее водородной энергетики пока ещё видится несколько туманным, но в данном направлении исследования также ведутся.

Затронув тему безопасности, стоит отметить один момент. Общепринято, что аккумуляторы в обычных автомобилях не являются источником опасности, однако в гибридных и полностью электрических автомобилях дела обстоят иначе. Во-первых, высокое напряжение на борту – это серьёзный фактор риска. Сложно обеспечить отсутствие опасного напряжения, например, в случае ДТП. Конечно, меры по обеспечению электробезопасности принимаются, однако, если батарея физически повреждена (а при таких габаритах и массе, как сегодня, этого исключить нельзя), полностью гарантировать электробезопасность невозможно. Кроме того, в вариантах с жидким электролитом (а самые ёмкие

литий-ионные аккумуляторы именно такие) существуют также химическая и пожарная опасности. Литий весьма химически активен, и электролиты на его основе, особенно жидкие, представляют определённую угрозу для людей. Варианты с твёрдыми электродами, например литий-железо-фосфатные аккумуляторы, уже намного безопаснее.

Рассмотрев проблемы аккумуляторных батарей как конечных изделий, следует перейти к сырьевому вопросу.

В публикации [3], говоря о литии, его применении (которое не сводится к аккумуляторам), добыче и переработке, касательно автопрома автор замечает: «Быстрое развитие производства электромобилей в самые ближайшие годы может вызвать резкое повышение спроса на литий, являющийся главным компонентом литий-ионных аккумуляторов. Чтобы производить 500 000 автомобилей в год, Tesla Motors придётся скупать весь литий в мире, заявил... генеральный директор компании Илон Маск». Рассматривая вопрос о ресурсах лития в России автор сухо констатирует, что «в настоящее время добыча лития из собственных месторождений в России не ведётся». При этом осознание важности обладания технологиями производства современных аккумуляторов у руководства страны имеется, однако успехи в данной области пока невелики. Остаётся надеяться, что имеющиеся наработки и кадры будут сохранены и в скором будущем ситуация изменится в лучшую сторону.

Публикация [4] со ссылкой на пресс-службу НИТУ «МИСиС» сообщает о разработке нового способа получения лития из имеющихся в России месторождений.

Здесь можно только пожелать, чтобы данные начинания увенчались успехом, причём так, чтобы в России был полный цикл: добыча сырья – переработка – производство аккумуляторов. Ведь если получится добывать литиевые концентраты из собственного сырья, появится возможность продавать концентрат западным и восточным партнёрам.

Завершая тему сырья для производства аккумуляторов, следует сказать, что на данный момент технологии повторного использования лития из отработанных аккумуляторов, во всяком случае, пригодной для промышленной эксплуатации, не существует. Более того, аккумулятор после использования нужно утилизировать и перерабо-

тать химически активные компоненты в безопасные для хранения. Если свинцовые аккумуляторы сегодня могут быть переработаны чуть ли не полностью, то с литиевыми пока всё обстоит иначе, поэтому рост добычи лития будет сильно зависеть от роста числа производимых аккумуляторов, во всяком случае, до внедрения технологий вторичной переработки, если таковые появятся.

Однако на этом трудности аккумуляторных автомобилей не заканчиваются. Как уже говорилось ранее, аккумуляторы необходимо регулярно заряжать, что без специальной инфраструктуры может представлять определённые трудности для большинства домохозяйств. Кроме того, здесь уже начинается область электросетей.

Электричество – очень удобный вид энергии, и оно используется самым широчайшим образом, однако у него есть один очень существенный недостаток: если электрическая энергия произведена, она должна быть сразу же потреблена, поэтому задача балансировки нагрузки электросети (обеспечения равномерного или мало меняющегося во времени потребления) была и остаётся актуальной.

Достаточно широко распространены счётчики зонного учёта, которые считают объём потреблённой энергии в разное время суток. В часы пиковых нагрузок на сеть электричество стоит дороже, в часы малых нагрузок, например ночью, – дешевле. Таким образом поставщики энергии стимулируют потребителей распределять нагрузку на сеть, тем самым снижая неравномерность нагрузки. Чем меньше неравномерность, тем легче оптимально использовать имеющиеся генерирующие мощности и тем меньше вероятность возникновения ситуации перегрузки сети с последующим её отключением.

В Европе, кроме электротранспорта, уже довольно давно и основательно входит в моду возобновляемая энергетика, которая чаще всего представлена ветрогенераторами и солнечными батареями. Если в случае классической энергетике проблема балансировки – это преимущественно вопрос потребления (маленькие электростанции, например на газе, могут относительно быстро реагировать на нагрузку), то в случае с солнечными батареями и тем более ветряками проблема сильно усложняется, т.к. энергия генерируется не постоянно.

Собственно, поэтому коэффициент использования установленной мощно-

сти у ветроэлектростанций такой низкий: потребляется очень малая часть энергии, они могли бы произвести намного больше. В Германии суммарная установленная мощность ветроэлектростанций достигла уже 50 ГВт, но из-за низкого коэффициента использования мощности возможности раскрыты не полностью.

Аккумуляторы являются устройствами, накапливающими электрическую энергию. Если автомобилей с аккумуляторами станет много, то возможна проблема ухудшения балансировки нагрузки. Как уже отмечалось ранее, для быстрого, даже относительно, заряда нужна большая мощность. Пока электромобилей мало, это не является проблемой, но когда их станет много и каждому понадобится «зарядка» в десятки киловатт (при неправильном использовании), они будут вполне в состоянии привести к перегрузке сети в целом регионе.

Однако, кроме таких потенциальных проблем, существуют и возможности, напротив, улучшать работу сети в целом. Если не требуется зарядить автомобиль прямо сейчас, а достаточно того, чтобы он был готов, например, к 7:00 утра, то нет никаких проблем в том, чтобы зарядка осуществлялась как раз тогда, когда другие потребители отключены, тем самым существенно помогая балансировке нагрузки сети.

Здесь соединяются несколько, казалось бы, разных тем: электротранспорт, энергетика (в т.ч. «зелёная»), электроника и компоненты для неё, а также их связи с экономикой и политикой.

Итак, имеется несколько проблем: невозможность повторного использования лития из аккумуляторов, высокая стоимость как самих аккумуляторов, так и необходимость их утилизации, малый коэффициент использования мощности в альтернативной энергетике, проблема балансировки нагрузки.

В статье [5] показан один из подходов, при помощи которого сделана попытка решить несколько технических и экономических проблем. Автор начинает с тезиса о том, что количество автомобилей с накопителем на аккумуляторных батареях имеет в данный момент экспоненциальный рост и в связи с этим в будущем встанет проблема утилизации большого количества аккумуляторных батарей. Это, в свою очередь, ухудшает (увеличивает) цену эксплуатации электромобилей. В некоторых случаях себестоимость утилизации одного комплекта



Концепция второй жизни аккумуляторных батарей

аккумуляторных батарей для электромотоцикла может превышать €1000. По оценкам исследования, проведенного компанией Lux Research, к 2035 году общая ёмкость выводимых за год из эксплуатации батарей может достигать 65 ГВт·ч. Автор [5] говорит о том, что, снизив свою ёмкость до 70% от начальной, батареи более не могут эксплуатироваться на транспорте, но могут быть использованы в менее требовательных приложениях в течение ещё многих лет.

Концепт так называемой второй жизни батарей начали разрабатывать множество компаний, включая ведущих производителей электромобилей (см. рис.). В 2016 году «Даймлер» анонсировал открытие крупнейшего в мире хранилища энергии на таких батареях в Люнене (Lünen), Германия, состоящего из примерно 3000 батарейных модулей от Smart Fortwo Electric Drive. Оно обеспечивает накопление 13 МВт·ч в сетке накопления (grid storage) для поддержки местной электросети по выравниванию флуктуаций в генерации и потреблении.

Создание рынка бывших в употреблении батарей для электромобилей также может резко увеличить их остаточную стоимость. По оценкам компании «Даймлер» экономическая отдача от батарей, используемых в проекте, удвоилась.

Потенциально такая технология способна не только снизить стоимость эксплуатации электромобилей. Если общая ёмкость хранилищ энергии достигнет десятков или сотен ГВт·ч, то намного более полное использование энер-

гии ветряков и солнечных батарей станет вполне реальным. А это значит, что удельная потребность всей экономики в углеводородном топливе может снизиться, причём не на величину, сравнимую со статистической погрешностью, а гораздо более весомо. Это уже не может не повлиять на рынок углеводородов – снизить рост цен во время периода роста и усилить падение, когда цены падают, причём это справедливо даже для имеющихся в эксплуатации мощностей «зелёной» энергетики.

Не факт, что эта или какая-либо другая технология будет реализована в полном объёме и решит поставленные задачи, однако страны Запада вкладывают очень много сил и средств в технологии, которые потенциально могут снизить потребность в углеводородном топливе, причём делают это методично и основательно, не считаясь с трудностями, большими затратами и туманными перспективами возврата инвестиций.

С чисто монетаристской точки зрения такие действия не вполне логичны: сэкономленные на нефти и газе средства не скоро окупят те вложения, которые уже сделаны и ещё предстоит сделать. Более того, риск, что расчёты не оправдаются, тоже очень велик. Однако нынешние траты не напрасны: технологический потенциал укрепляется, осваиваются новые технологии, находятся решения многих технических проблем. Лидирующее положение Запада во многих высокотехнологичных областях — это его серьёзное конкурентное преимущество, и сохранение этого преимущества дорогого стоит.

Кроме того, успехи в развитии экологического транспорта и «зелёной» энергетики будут серьёзным доводом в различных информационных войнах. Атомная фобия в Европе уже создана, создать негативный образ нефтяной и газовой энергетики — тоже вполне посильная задача.

При этом не стоит слепо копировать западный опыт — нужно заканчивать с непопулярными и губительными экспериментами в области образования и промышленной политики, разрабатывать и внедрять схемы поддержки науки и реального производства (особенно высокотехнологичного), вести информационную работу по повышению престижа профессий и, главное, наконец принять мысль о том, что никто вместо нас самих решать задачу модернизации не собирается.

ЛИТЕРАТУРА

1. Волковой С. Автопром как двигатель прогресса в электронике. Часть 3. Электронные компоненты и экономика. Современная электроника. 2018. № 7.
2. Giles K., Hanson P., Lyne R., Nixey J., Sherr J., Wood A. The Russian Challenge. Chatham House Report. June 2015.
3. Наумов А.В. Литий: сверхвозможности суперметалла: <http://rareearth.ru/ru/pub/20161026/02870.html>
4. Россия перейдёт на свой литий: <https://www.popmech.ru/technologies/news-359302-rossiya-pereydyet-na-svoy-litii/#part0>
5. Pickering C. Reuse of power. Second life of Batteries. Electric & Hybrid Vehicle Technology International. July 2017.



**Зеленоградский
нанотехнологический
центр**

**ЗНТЦ
СЕГОДНЯ**

- **Центр разработки изделий микроэлектроники** для промышленной автоматики, авиационного приборостроения и нефтегазовой промышленности.
- **Многофункциональный комплекс сборки и испытаний** широкого спектра микроэлектронной продукции.

Контрактное производство:

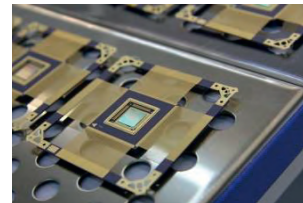
**МЭМС-ФАБ
КОНТРАКТНОЕ
ПРОИЗВОДСТВО
МИКРОСХЕМ**



- Технологии CMOS, BCD, MEMS, MOSFET, IGBT.
- Технологические опции изготовления магниторезистивных МЭМС, инерциальных акселерометров и гироскопов, элементов оптоэлектроники (МОЭМС) и др.
- Перевод изделий Заказчика на новый технологический уровень, повышение процента выхода годных изделий.

Сборка микросхем и модулей:

**СБОРКА
МИКРОСХЕМ И
ДАТЧИКОВ
3D СБОРКА**



- Корпусирование многовыводных микросхем и датчиков в металлокерамические корпуса.
- Сборка электронных модулей на заказ. Малые партии в сжатые сроки.
- Изготовление миниатюрных многокристальных гетерофункциональных микросборок (Flip-chip).
- 3D-TSV: сборка с применением интерпоузеров.
- 3D-CBЧ. Групповой монтаж кристаллов на базе кремниевых коммутационных пластин.

Реклама

Технологические партнеры:



www.zntc.ru
info@zntc.ru

НОВОСТИ МИРА

Анализ потенциала импортозамещения в микроэлектронике: силовые транзисторы

В основе бурного роста цифровой экономики в мире лежат успехи развития широкого спектра номенклатуры изделий микроэлектроники. Между тем в России значительная часть потребностей в электронных компонентах покрывается за счёт их импорта.

Обмен электронными компонентами в мировой экономике является стандартной практикой – все крупные развитые и развивающиеся страны импортируют их для нужд своей промышленности. Как показало исследование J'son & Partners Consulting, Россия ежегодно ввозит силовых транзисторов на сумму более 3 млрд руб., или около \$50 млн. Основными странами-изготовителями изделий являются Китай, США и Япония, на которые приходится более 50% от общего объёма импорта.

При этом с учётом страновой принадлежности брендов (по месту расположения штаб-квартиры) основными поставщиками силовых транзисторов в Россию являются американские компании. Среди топ-20 крупнейших международных брендов силовых транзисторов, поставляемых в нашу страну, особенно

Объём производства электронного и оптического оборудования в 1995–2015 гг., \$ млрд

	1995	2000	2005	2010	2015	CAGR 2000–2015, %
Китай	46,7	142,9	366,8	806,3	1449,9	16,7
США	95,3	115,6	103,0	102,9	120,0	0,3
Индия	8,9	10,7	16,7	34,0	17,5	3,4
Япония	421,7	413,4	320,1	359,5	254,2	-3,2
Германия	79,0	81,0	108,4	113,3	90,9	0,8
Россия	3,8	2,9	9,3	19,7	17,3	12,5
Индонезия	2,0	7,4	12,2	28,9	14,8	4,8
Великобритания	57,1	72,7	53,7	41,3	34,5	-4,8
Франция	56,0	59,5	55,0	49,6	26,6	-5,2
Италия	33,8	32,9	45,7	48,7	32,3	-0,1
Корея	71,4	107,4	161,6	249,9	235,4	5,4
Таиланд	11,1	13,1	16,7	31,7	26,0	4,7
Малайзия	20,3	61,9	91,3	79,5	49,2	-1,5

велика доля американских брендов: в 2015–2017 гг. она выросла с 41 до 47%.

По мнению J'son & Partners Consulting, в условиях роста международной напряжённости, нарастания угроз торговых войн и введения односторонних санкций, касающихся импорта электронных компонентов в Россию, нельзя не учитывать риски, связанные со страновой принадлежностью головных компаний-поставщиков силовых транзисторов в нашу страну. Это также требует всё более настойчивых усилий в проведении политики импортозамещения, в первую очередь по критически важным компонентам.

Основные результаты исследования «Анализ потенциала импортозамещения в микро-

электронике: Силовые транзисторы», а также другие материалы можно найти на сайте www.json.tv.

Пресс-служба компании
J'son & Partners Consulting

НИИ «Масштаб» подписал соглашение о сотрудничестве с Академией цифровых технологий

21 сентября 2018 года состоялось подписание трёхстороннего соглашения о сотрудничестве между государственным бюджетным нетиповым образовательным учреждением «Академия цифровых технологий», АО «НПП „Сигнал“» и АО «НИИ „Масштаб“».

Honeywell

TDK

SICK

VISHAY

3M

Bourns
Reliable Electronic SolutionsTE
connectivity

Panasonic

JAMICON

MASTECH

MITSUBISHI
ELECTRIC

UNIT

muRata
INNOVATOR IN ELECTRONICS

OLOMON

КОРПУСА ДЛЯ РАДИОЭЛЕКТРОНИКИ



BORLA

официальный дистрибьютор

- Корпуса для пультов управления
- Корпуса для настольной аппаратуры
- Корпуса для ручных приборов
- Корпуса на DIN-рейку

www.platan.ru
ПЛАТАН

Офисы в Москве: м. Молодежная, ул. Ивана Франко, 40, стр. 2, (495) 97 000 99, info@platan.ru;
м. Электрозаводская, Семеновская наб., д. 3/1, к. 5, эт. 1, пом. III, ком. 5, (495) 744 70 70, platan@platan.ru
Офис в Санкт-Петербурге: ул. Зверинская, 44, (812) 232 88 36, baltika@platan.spb.ru

Реклама

Академию цифровых технологий Санкт-Петербурга на подписании представлял директор Дмитрий Сергеевич Ковалёв, АО «НИИ „Масштаб“» – генеральный директор Павел Игоревич Смирнов, АО «НПП „Сигнал“» – генеральный директор Андрей Иванович Моторко.

Компании договорились о взаимовыгодном сотрудничестве, направленном на развитие Академии, совместной реализации образовательных и просветительских проектов, разработке и внедрении образовательных программ в области информационной безопасности.

Это сотрудничество позволит обучать детей на примере реальных проектов, а предприятия в дальнейшем получают готовых специалистов, обладающих необходимыми компетенциями и навыками.

В новом образовательном пространстве дети от 6 до 18 лет смогут изучать инженерные и рабочие профессии в сфере IT, робототехники, технологий цифрового производства и экономики. В текущем году здесь пройдут обучение почти 2 тыс. школьников. В течение нескольких лет эту цифру планируется увеличить вдвое.

www.mashtab.org

RENESAS ПОКУПАЕТ ЧИПМЕЙКЕРА IDT ЗА \$6,7 МЛРД

Японская компания Renesas Electronics Corp, один из крупнейших в мире поставщиков чипов для автомобильной индустрии, объявила о решении приобрести чипмейкера Integrated Device Technology Inc (IDT) из США за \$6,7 млрд.

Renesas занимает второе место в мире после NXP Semiconductors NV по поставкам чипов для автомобилей, владея 30% мирового рынка микроконтроллеров, используемых в автомобилях. Поставки компонентов для автомобильной индустрии приносят ей около половины доходов.

Между тем IDT занимается изготовлением микропроцессоров с архитектурой MIPS. Renesas стремится получить доступ к ноу-хау IDT в создании аналоговых полупроводников для беспроводных сетей и датчиков, имеющему решающее значение для разработки технологий автономного вождения и «подключённых» автомобилей, которым необходимы большие объёмы потоковой передачи данных и взаимный обмен информацией.



Согласно договору, Renesas выплатит IDT за каждую акцию, находящуюся в обращении, \$49, что на 16% выше стоимости акции компании.

Renesas заявила, что объединение с IDT позволит ей поставлять своим клиентам более универсальные полупроводниковые системы. Кроме того, успехи IDT в разработке чипов для центров обработки данных открывают для Renesas новые возможности в получении доходов.

Reuters

ОТКРЫТОЕ АКЦИОНЕРНОЕ ОБЩЕСТВО
ЭЛЕКОНД



50
лет

КОНДЕНСАТОРЫ
разработка и производство



оксидно-электролитические алюминиевые
K50-15, K50-17, K50-27, K50-37, K50-68, K50-74,
K50-76, K50-77, K50-80, K50-81, K50-83, K50-84,
K50-85, K50-86, K50-87, K50-88, K50-89, K50-90,
K50-91, K50-92, K50-93, K50-94, K50-95, K50-96

объемно-пористые танталовые
K52-1, K52-1M, K52-1BM, K52-1Б, K52-9,
K52-11, K52-17, K52-18, K52-19, K52-20,
K52-21, K52-24, K52-26, K52-27

оксидно-полупроводниковые танталовые
K53-1А, K53-7, K53-65(чип), K53-66,
K53-68(чип), K53-71(чип), K53-72(чип),
K53-74(чип), K53-77(чип), K53-78(чип)

ионисторы (суперконденсаторы)
K58-26

**накопители электрической энергии
на основе модульной сборки суперконденсаторов**

Россия, 427968, Удмуртская Республика,
г. Сарапул, ул. Калинина, 3
Тел.: (34147) 2-99-53, 2-99-89, 2-99-77
Факс: (34147) 4-32-48, 4-27-53
e-mail: elecond-market@elcudm.ru
<http://www.elecond.ru>

Система менеджмента качества сертифицирована на соответствие требованиям ГОСТ Р ИСО 9001-2015

Технология 5G в диапазоне миллиметровых волн

Стив Дудкевич, Ричард Хилтон (Maury Microwave)

Перевод: Елена Кириленко (ekirilenko@maurymw.com)

При разработке устройств для нового стандарта мобильной связи 5G требуется проведение ряда сложных измерений. В данной статье рассматриваются особенности проведения измерений load-pull в миллиметровом диапазоне.

Стандарт 5-го поколения мобильной связи, также известный как 5G, представляет собой новую ступень эволюции беспроводных коммуникаций. Он предназначен для высокоскоростной передачи данных, голоса, видео, а также для Интернета вещей, автомобилей, смарт-домов, смарт-городов, промышленной автоматизации и т.д. Создание и развитие данной технологии возможно, если задействовать сразу несколько диапазонов частот – от низких мегагерцовых до сверхвысоких гигагерцовых. Для решения данной задачи потребуются большое количество исследований в области широкого диапазона от 450 МГц до 6 ГГц, в диапазоне 28–30 ГГц и миллиметровом диапазоне 37–39 ГГц.

Несмотря на наличие определенных проблем и особенностей, диапазоны миллиметровых волн имеют множество преимуществ в области беспроводной связи, включая более широкую полосу пропускания, более высокую скорость передачи данных, улучшенную защиту данных и высокую энергоэффективность.

Одной из значимых частей инфраструктуры, позволяющей реализовать

данные преимущества в миллиметровом диапазоне волн, являются усилители мощности (УМ), которые должны быть разработаны для получения оптимальных характеристик. Под оптимальными характеристиками УМ подразумеваются высокие выходная мощность и коэффициент полезного действия при сохранении линейности на приемлемом уровне. Полезным инструментом в арсенале разработчика для получения требуемых характеристик УМ является методика load-pull.

Методика измерений LOAD-PULL

Процесс измерений load-pull представляет собой изменение импеданса, подключенного к тестируемому устройству (ТУ), чаще всего транзистору, с целью определения его характеристик на большом сигнале. Различные параметры ТУ (выходная мощность, усиление, КПД) измеряются или рассчитываются для различных значений импеданса. На рисунке 1 показаны контуры фиксированных значений выходной мощности и КПД. С помощью данных контуров можно опреде-

лить точку максимального значения интересующего параметра, скорость его изменения, а также оптимальный импеданс, обеспечивающий компромисс между различными критериями оптимизации.

Как работает load-pull? Для начала представим ТУ в виде двухполюсника, как показано на рисунке 2. Затем предположим, что сигнал a_1 подается на первый порт ТУ. Часть этого сигнала будет доставлена в ТУ, в то время как другая часть, волна b_1 , будет отражена вследствие рассогласования между входным импедансом ТУ и импедансом источника. Рассмотрим также измененный сигнал b_2 , который является выходным сигналом второго порта ТУ. Часть данного сигнала уйдет в нагрузку, а другая часть отразится от нее в виде сигнала a_2 , что также является следствием рассогласования между выходным импедансом ТУ и импедансом нагрузки.

Амплитуда отражения Γ_L рассчитывается из соотношения:

$$\Gamma_L = \frac{a_2}{b_2}.$$

В измерениях load-pull мы управляем амплитудой отраженного сигнала a_2 на выходе ТУ, а также изменяем фазу отраженного сигнала. Другими словами, если достигается требуемый уровень сигнала a_2 , любой импеданс нагрузки, рассчитанный по формуле:

$$Z = Z_0 \times \left(\frac{1 + \Gamma_L}{1 - \Gamma_L} \right),$$

может быть подключен к выходу ТУ. Существуют две известные методологии управления импедансом на выходе ТУ: активный и пассивный load-pull.

Пассивный load-pull основывается на использовании механических тюнеров импеданса для варьирования амплитуды и фазы отраженного сигнала a_2 и, следовательно, изменения импеданса нагрузки (см. рис. 3).

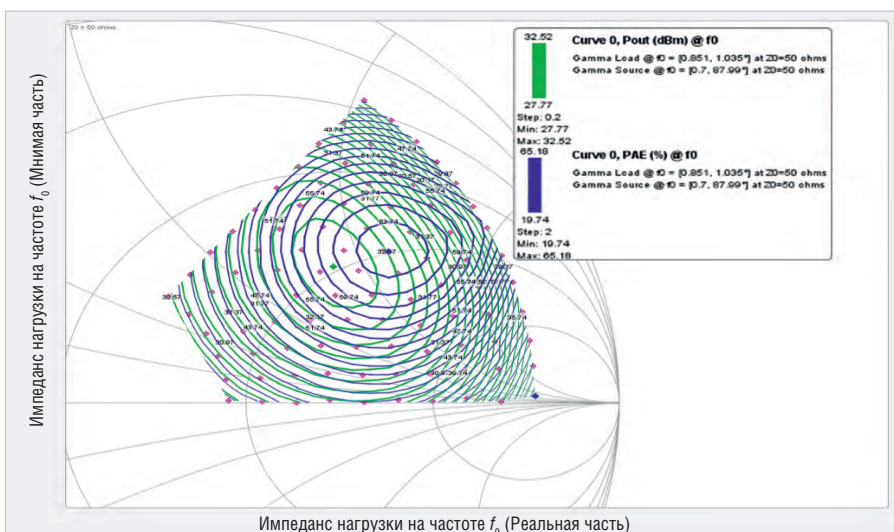


Рис. 1. Контуры измерений выходной мощности и КПД

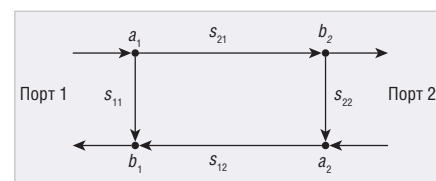


Рис. 2. Представление ТУ в виде двухполюсника



Рис. 3. Выходная цепь базовой пассивной load-pull-установки

Амплитуда и фаза импеданса нагрузки устанавливаются путём изменения позиции зонда относительно осей X и Y вдоль 50-омной воздушной линии (см. рис. 4). Амплитуда импеданса регулируется вертикальным движением зонда относительно 50-омной линии, фаза устанавливается перемещением зонда вдоль линии. Такими вертикальными и горизонтальными перемещениями зонда можно установить практически любой импеданс $\Gamma_L < 1$ при условии достаточного уровня отражённого от нагрузки сигнала a_2 . Важно понимать, что, поскольку отражённый от нагрузки сигнал a_2 всегда будет меньше b_2 из-за потерь в СВЧ-тракте между выходом ТУ и тюнером импеданса.

Активный метод формирования импеданса в открытом контуре показан на рисунке 5. В данном методе нет необходимости использовать тюнер импеданса для отражения части выходного сигнала b_2 и получения таким образом сигнала a_2 . Вместо этого для создания сигнала a_2 используется генерация СВЧ-сигнала с требуемыми амплитудой и фазой. С помощью использования в цепи усилителя мощности можно достигать любого уровня сигнала a_2 и, следовательно, любого коэффициента отражения Γ_L .

На первый взгляд, активный метод load-pull может показаться более совершенным по сравнению с пассивным ввиду отсутствия видимых ограничений на значение амплитуды коэффициента отражения Γ_L . На практике же величина может быть ограничена недостатком мощности, требуемой для формирования сигнала a_2 , который, в свою очередь, подаётся на выход ТУ.

Активный метод load-pull имеет ряд преимуществ перед пассивным. Среди них – значительное увеличение скорости измерений, покрытие всей области диаграммы Смита (теоретическая возможность достигать $\Gamma_L > 1$). Данные преимущества обусловлены отсутствием необходимо-

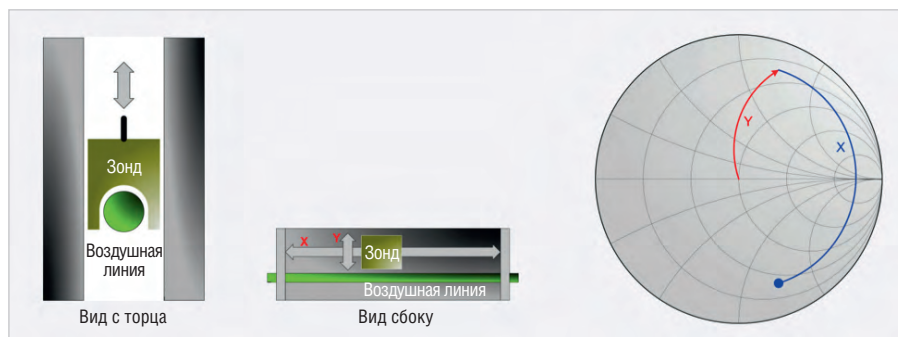


Рис. 4. Устройство пассивного тюнера импеданса со скользящим зондом

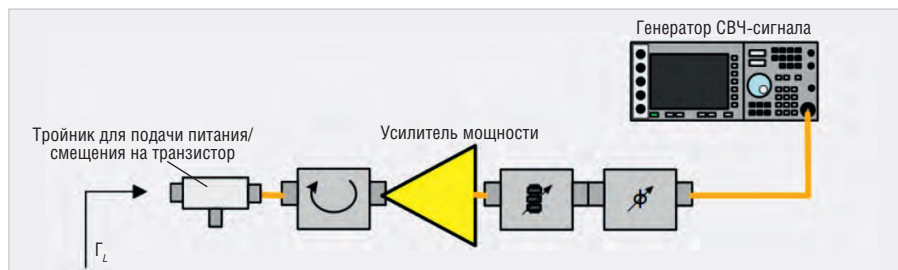


Рис. 5. Выходная цепь базовой активной load-pull-установки

сти в механических перемещениях и прямой генерацией сигнала a_2 , значение которого может превышать значение b_2 , и, соответственно, коэффициент отражения Γ_L может быть больше 1. Обратимся вновь к рисунку 5. Вследствие рассогласования между 50-омным усилителем и не 50-омным ТУ часть сигнала будет отражаться и возвращаться обратно к усилителю, и чем сильнее рассогласование, тем большая часть сигнала вернётся. В случаях экстремального рассогласования существует вероятность того, что только 10% сигнала, доступного на выходе ТУ, будет действительно доставлено к ТУ. Таким образом, для выполнения данных измерений может потребоваться более мощный усилитель.

Гибридно-активный метод load-pull решает данную проблему с помощью предварительного согласования ТУ от сильно рассогласованного к умеренно рассогласованному, таким образом уменьшая мощность, требуемую для обеспечения того же сигнала a_2 на выходе ТУ.

Во время измерений load-pull желательно иметь возможность получения «закрытых» контуров (когда оптимальное значение импеданса полностью окружено результатами измерений). В случае «открытого» контура существует вероятность того, что импеданс, соответствующий максимуму искомой характеристики, не является оптимальным.

ИЗМЕРЕНИЯ LOAD-PULL В ДИАПАЗОНЕ МИЛЛИМЕТРОВЫХ ВОЛН

Современные нитрид-галлиевые транзисторы (GaN) обладают выходным импедансом порядка 1–2 Ом, которому соответствуют значения $\Gamma = 0,96$ и $\Gamma = 0,92$. Для того чтобы иметь возможность получить так называемые «закрытые» контуры в результате измерений load-pull, амплитуды коэффициента отражения должны быть больше, чем амплитуда выходного импеданса ТУ.

В пассивной системе измерений load-pull амплитуда отражения в опорной плоскости ТУ может быть рассчитана следующим образом:

$$RL_{\text{tuner}} + RL_{\text{coupler+cable+probe}} = RL_{\text{DUT}};$$

$$RL_{\text{tuner}} = -20 \log \left(\frac{VSWR_{\text{tuner}} - 1}{VSWR_{\text{tuner}} + 1} \right);$$

$$RL_{\text{coupler+cable+probe}} = 2 \times (IL_{\text{coupler+cable+probe}});$$

$$\Gamma_{\text{DUT}} = 10 \times \left(\frac{-RL_{\text{DUT}}}{20} \right).$$

В случае типичных значений КСВН-тюнера, потерь в направленном ответвителе, кабеле и зонде на 30 ГГц, $VSWR_{\text{tuner}} = 20:1$, $IL_{\text{coupler+cable+probe}} = 2,5$ дБ максимальное значение амплитуды коэффициента отражения снижается с $\Gamma = 0,9$ в опорной плоскости тюнера импеданса до $\Gamma = 0,5$ в опорной плоскости ТУ.

На рисунке 6 представлены результаты пассивных измерений load-pull GaN-транзистора на частоте 30 ГГц. Максимальная выходная мощность тран-

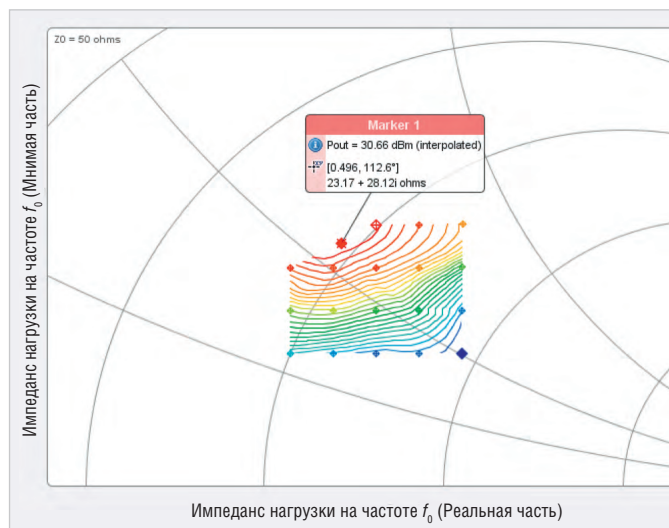


Рис. 6. Пассивные измерения load-pull на подложке на частоте 30 ГГц

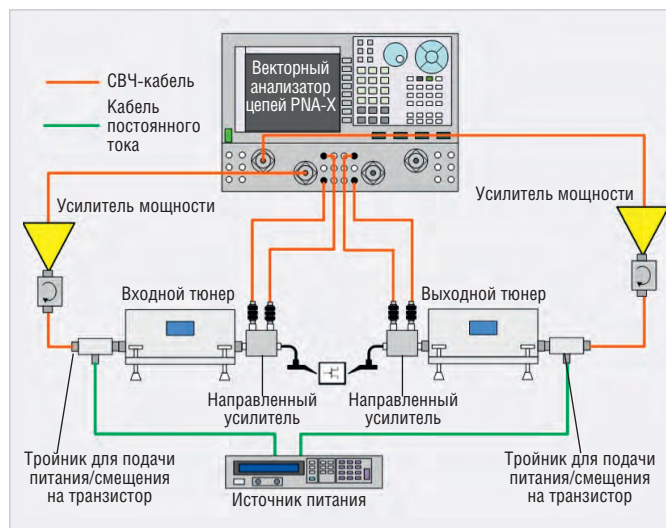


Рис. 7. Блок-схема гибридно-активной системы load-pull

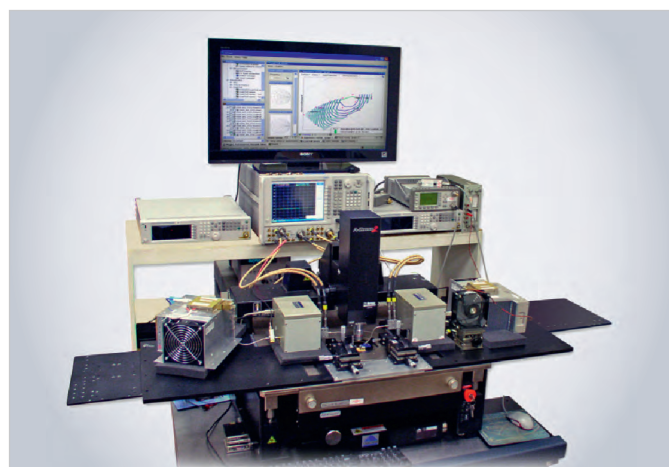


Рис. 8. Гибридно-активная load-pull-установка

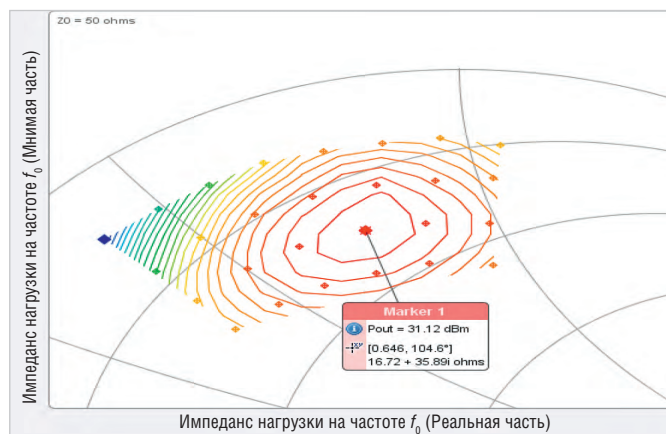


Рис. 9. Результаты гибридно-активных измерений load-pull на подложке на частоте 30 ГГц

зистора составляет 30,66 дБм. Нужно отметить, что контуры измеренных значений не «закрыты» и, следовательно, нет уверенности в том, что максимум выходной мощности определён верно.

Как уже было сказано ранее, гибридно-активные измерения load-pull помогают преодолеть ограничение амплитуды коэффициента отражения, имеющееся в пассивных измерениях load-pull, посредством активной инъекции сигнала для увеличения сигнала a_2 и, таким образом, увеличения Γ . Схема гибридно-активной системы load-pull представлена на рисунке 7. На рисунке 8 изображена измерительная load-pull-установка.

Формула, описывающая взаимосвязь между импедансом нагрузки, импедансом системы, инжектируемой мощностью и диапазоном подстройки, выглядит следующим образом:

где Z_L – импеданс нагрузки, Z_{sys} – импеданс системы, Z_{DUT} – выходной импеданс ТУ.

Коэффициент K определяется формулой:

$$K = \frac{P_{a2}}{P_{b2}} \times \frac{1 - |\Gamma_{sys}|^2}{1 - |\Gamma_{DUT}|^2} \frac{|Z_{sys} + Z_0|^2}{|Z_{DUT} + Z_0|^2},$$

где Z_L – активная мощность, инжектируемая на выход ТУ в опорной плоскости ТУ; P_{b2} – выходная мощность ТУ, $Z_0 = 50$ Ом.

Амплитуда коэффициента отражения, возможная на выходе ТУ, может быть рассчитана по формуле:

$$\Gamma_L = \frac{Z - 50}{Z + 50}.$$

Благодаря использованию усилителя мощности (40 дБм) и тюнера импеданса для преобразования импеданса системы из 50 в $(23,17 + j28,12i)$ Ом стало возможным получить коэффициент отражения $\Gamma = 0,85$ и успешно «закрыть» контуры измерений выходной мощности. Контуры, показанные на рисунке 9, демонстрируют макси-

мум выходной мощности 31,12 дБм, полученный на том же GaN-транзисторе, то есть на 0,46 дБ или на 12% мощности больше, чем изначально определено в пассивных измерениях и «незакрытых» контурах.

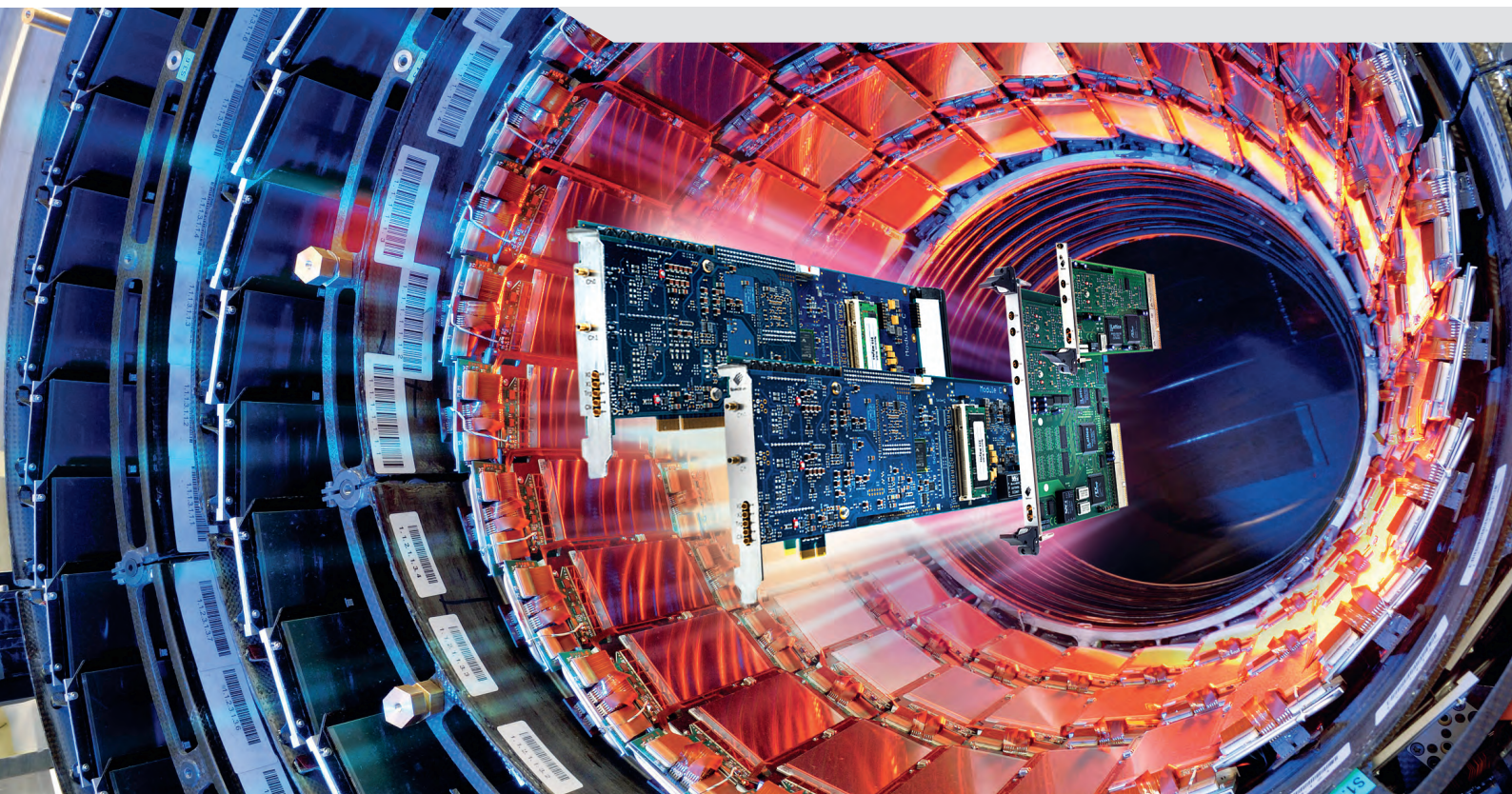
ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В связи с активной разработкой технологии 5G и большой конкуренцией на рынке решений в данном сегменте оптимизация мощности, коэффициента полезного действия и линейности является приоритетным направлением исследований. Небольшое преимущество в несколько децибел мощности или несколько процентов КПД может стать ключевым фактором, определяющим конкурентоспособность разрабатываемых систем.

Гибридно-активные измерения load-pull помогают решить многие проблемы при разработке УМ, избавиться от неопределённости результатов и достигнуть практически идеального согласования. Таким образом, сторонники данной методологии получают заметное преимущество на рынке новейших разработок.



Высокоскоростные инструментальные платы Spectrum



Для широкого спектра решений по сбору данных и генерации сигналов

PCI/PCI-X и PCI Express

- Свыше 200 моделей плат
- До 16 синхронных каналов
- Разрешение от 8 до 16 бит
- Частота опроса до 1 ГГц
- Встроенная память до 4 Гбайт
- Тактирование и многомодульная синхронизация

6U CompactPCI

- Около 80 вариантов модулей
- До 16 каналов
- Разрешение до 16 бит
- Частота опроса до 500 МГц

3U PXI

- Более 45 моделей
- Соответствие стандарту PXI
- Межмодульная синхронизация
- Тактирование 10 МГц
- Память до 512 Мбайт

Программное обеспечение



- Собственное ПО SBench 6
- Поддержка ОС Windows, Linux
- Разработка систем сбора и записи данных по ТЗ заказчика
- Индивидуальное консультирование по выбору оборудования для конкретных применений

LXI-системы сбора сигналов



- Более 60 моделей
- Соответствие стандарту LXI
- Число каналов 2–48
- Частота опроса до 500 МГц
- Разрешение от 8 до 16 бит
- Полоса частот от 100 кГц до 250 МГц



Кремниевая и арсенид-галлий-алюминиевая технология

Часть 9. Преобразователь оптико-электрического интерфейса – 3D ФЭФ М ПОЭИ

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

Девятая часть статьи показывает возможности реализации 3D ФЭФ М ПОЭИ, многоканальных 3D М ФЭФ М АС и 3D М ФЭФ М ВВ, представленных в концепте решений по созданию высокопроизводительных информационно-вычислительных, коммутационных и радиолокационных устройств, систем и комплексов, с описанием технических характеристик и способов кодирования при обработке и передаче информации.

В предыдущих публикациях уже были рассмотрены основополагающие аспекты кремниевой и арсенид-галлий-алюминиевой технологий. В данной части будут показаны возможности реализации преобразователей оптико-электрического интерфейса (3D ФЭФ М ПОЭИ), многоканальных 3D ФЭФ-модулей абонентского сопряжения (3D М ФЭФ М АС) и многоканальных 3D ФЭФ-модулей высокоскоростных вычислений (3D М ФЭФ М ВВ), представленных в концепте решений по созданию высокопроизводительных информационно-вычислительных, коммутационных и радиолокационных устройств, систем и комплексов, с описанием технических характеристик и способов кодирования при обработке и передаче информации.

ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЬ ОПТИКО-ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ИНТЕРФЕЙСА (3D М ФЭФ М ПОЭИ)

Разработанный 3D М ФЭФ М преобразователь оптико-электрического интерфейса реализует передачу и приём многоканальных оптических сигналов, обеспечивая обмен цифровыми данными с управляющим процессором фирмы Texas Instruments по интерфейсу External Memory Interface (EMIFA). Преобразователь представляет собой бескорпусную flip-chip сборку кристаллов матрицы 3D ФЭ СБИС М А/Ц и 3D М ЭФ СБИС VCSL и выполняет задачи преобразователя, позволяя соединить многоканальный оптический интерфейс с электрическим СВЧ-интерфейсом. На рисунке 70 представ-

лены режимы, функциональные связи и форматы преобразования оптических и электрических сигналов 3D М ФЭФ М ПОЭИ.

Работу таких режимов обеспечивают следующие технические характеристики 3D М ФЭФ М ПОЭИ:

- матрица из 64 (8×8) АЦП для ввода и преобразования оптической информации;
- матрица из 64 (8×8) ЦАП для преобразования и вывода электрической информации;
- матрица из 64 (8×8) VCSEL для вывода оптической информации.
- количество оптических каналов ввода/вывода – 64/64 канала;
- скорость электрического ввода-вывода – 166 МГц;
- скорость оптического многоканального ввода-вывода – до 166 МГц;
- 3D М ФЭФ М ПОЭИ обеспечивает многоканальную связь и транзит информации вида: оптический-оптический, оптический-электрический, электрический-оптический;
- работу перечисленных элементов обеспечивает блок электрического интерфейса объёмом 64 бит.

Информация по волоконно-оптическим линиям между 3D М ФЭФ М ПОЭИ передаётся с помощью оптических импульсов. Цифровая информация передаётся постоянно модулированным оптическим сигналом с произвольной выборкой в канальном, регистровом 8-битовом, или слайсово-матричном 64-битовом режимах, а аналоговая – переменным модулированным сигналом.

Обмен информацией между 3D М ФЭФ М ПОЭИ осуществляется в полудуплексном режиме. Данные через 64-разрядную шину EMIFA микроконтроллера параллельно передаются в 3D М ФЭФ М ПОЭИ, записываются в 64 8-разрядные буферные регистры 3D М ЭФ СБИС А/Ц и через 3D М ЭФ СБИС VCSEL передаются модулированным оптическим импульсом в оптоволоконные каналы.

Цифровая передача осуществляется последовательными оптическими импульсами, значение информационного бита представляется линейным кодом. Значению бита «1» соответствует наличие импульса света, значению бита «0» соответствует отсутствие оптического импульса.

Аналоговая передача осуществляется дискретно-квантованными оптическими импульсами с переменной токовой модуляцией мощности света, соответствующей значению информационного байта.

Передача данных по ВОЛС с постоянной или переменной модуляцией оптических импульсов обеспечивается линейностью VCSEL-излучателя. В лазерных излучателях VCSEL при токе больше значения порогового (1,75 мА) интенсивность свечения лазера увеличивается пропорционально. В кремниевых фотоприёмниках фототок имеет прямую зависимость от входной оптической мощности.

Передача цифровых сигналов производится импульсами в формате ВН (с возвратом к нулю). Длительность импульса занимает только часть тактового интервала при единичном бите, при нулевом бите импульсы не передаются. В 3D М ФЭФ М ПОЭИ передача цифровых сигналов по ВОЛС осуществляется с тактовой частотой 166 МГц и с длительностью 3,2 нс единичного оптического импульса.

Передача аналоговых сигналов производится импульсом, вес каждого

№	Вход электрических каналов	Вход оптических каналов	Блок АЦП	Регистровый блок	Блок ЦАП	Выход оптических каналов	Выход электрических каналов
1		A → □ A hλ → □ ē	A → □ Ц ē → □ ē	8 разрядов → □ 8 разрядов		Ц → □ Ц ē → □ hλ	
2		A → □ A hλ → □ ē	A → □ Ц ē → □ ē	8 разрядов → □ 8 разрядов			Ц → □ Ц ē → □ hλ
3		Ц → □ Ц hλ → □ ē		1 разряд 8 тактов → □ 1 разряд 8 тактов		Ц → □ Ц ē → □ hλ	
4		Ц → □ Ц hλ → □ ē		1 разряд 8 тактов → □ 8 разрядов	Ц → □ A ē → □ ē	A → □ A hλ → □ hλ	
5		Ц → □ Ц hλ → □ ē		1 разряд 8 тактов → □ 8 разрядов			Ц → □ Ц ē → □ ē
6	Ц → □ Ц ē → □ ē			1 разряд 8 тактов → □ 1 разряд 8 тактов		Ц → □ Ц ē → □ h	
7	Ц → □ Ц ē → □ ē			8 разрядов → □ 8 разрядов	Ц → □ A ē → □ ē	A → □ A hλ → □ hλ	
8	1 сс	A → □ A hλ → □ ē	A → □ Ц ē → □ ē	8 разрядов → □ 8 разрядов			Ц → □ Ц ē → □ hλ
9	Ц → □ Ц ē → □ ē			8 разрядов → □ 8 разрядов	Ц → □ A ē → □ ē	A → □ A hλ → □ hλ	

Примечание: А – аналоговый сигнал; Ц – цифровой сигнал; hλ – оптический сигнал; ē – электрический сигнал; сс – системные синхронные сигналы разрешения ввода/вывода по оптическим аналоговым каналам; линии на рисунке – электрический последовательный вход/выход.

Рис. 70. Режимы, функциональные связи и форматы преобразования оптических и электрических сигналов 3D М ФЭФ М ПОЗИ

кодового слова информации передаётся или записывается с помощью сигналов переменной оптической величины. В 3D М ФЭФ М ПОЭИ передача аналоговых сигналов по ВОЛС осуществляется с тактовой частотой 83 МГц и с длительностью 6,4 нс квантованного оптического импульса.

Цифровая передача информационных потоков по каналам ВОЛС обеспечивает:

- по одному каналу – 166 Мбит;
- по 8-битной строке – 1,328 Гбит;
- по 8-битному столбцу – 1,328 Гбит;
- слайсом 64-битной матрицы – 10,624 Гбит.

Аналоговая передача информационных потоков по каналам ВОЛС обеспечивает:

- по одному каналу – 664 Мбит;
- по 8-битной строке – 5,312 Гбит;
- по 8-битному столбцу – 5,312 Гбит;
- слайсом 64-битной матрицы – 42,496 Гбит.

Многоканальный 3D ФЭФ-модуль абонентского сопряжения (3D М ФЭФ М АС)

3D М ФЭФ М АС – это прибор гибридной сборки бескорпусных 3D ФЭ СБИС и корпусных полупроводниковых микросхем на металлокерамической подложке, имеющей многока-

нальные оптические и электрические связи.

3D М ФЭФ М АС предназначен для подключения к оконечным устройствам с помощью оптических и электрических связей с помощью АЦП и ЦАП. Преобразователь реализует функции скоростного ввода/вывода информации по многоканальным оптическим линиям связи как непрерывных (аналоговых), так и дискретных (бинарных) сигналов. Также прибор осуществляет сигнальную обработку информации и обеспечивает электрическую интерфейсную связь с функциональными компонентами и с хост-ЭВМ.

3D М ФЭФ М АС реализует обмен информацией по электрическим и волоконно-оптическим линиям связи в следующих режимах:

- аналоговый (сигнал непрерывный во времени и по значению);
- дискретный (сигнал дискретный во времени и по значению);
- цифровой (сигнал дискретный во времени и квантованный по значению);
- цифроаналоговый (сигнал непрерывный во времени и квантованный по значению).

3D М ФЭФ М АС как элемент системы имеет различные по функциональному назначению элементы системы:

- 3D М ФЭФ М АС-Х1 предназначен для подключения к оконечным устройствам с помощью высокоскоростных многоканальных АЦП, ЦАП по электрическим каналам;
- 3D М ФЭФ М АС-Х2 предназначен для подключения к оконечным устройствам с помощью низкоскоростных многоканальных АЦП, ЦАП по электрическим каналам;
- 3D М ФЭФ М АС-Х3 предназначен для подключения к 3D М ФЭФ М АС-Х1, -Х2 с помощью одноканальных ВОЛС и к 3D М ФЭФ М ВВ с помощью многоканальных ВОЛС и электрического канала SRIO.

3D М ФЭФ М АС-Х1 и 3D М ФЭФ М АС-Х2 реализуют подключение к оконечным устройствам с помощью высокоскоростных многоканальных оптических линий связи с использованием оптоэлектронных АЦП, ЦАП. К оконечным устройствам относятся измерительные приборы, датчики, исполнительные устройства. Оконечное устройство, подключённое к 3D М ФЭФ М АС, образует интеллектуальный порт описанной системы.

Технические характеристики 3D М ФЭФ М АС-Х1:

- стандартный интерфейс связи АЦП, ЦАП и управления с абонентской аппаратурой оконечного устройства;

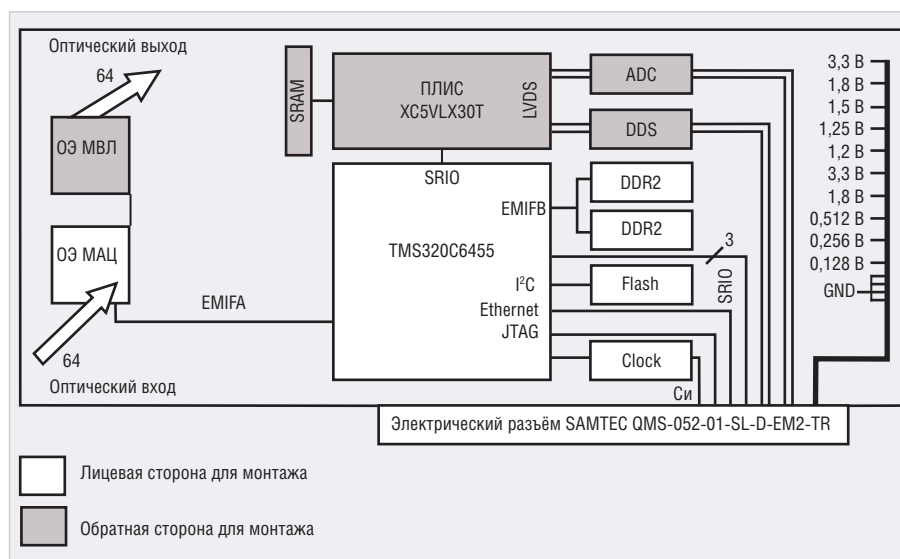


Рис. 71. Структурная схема 3D МФЭФ М АС-Х1, -Х2

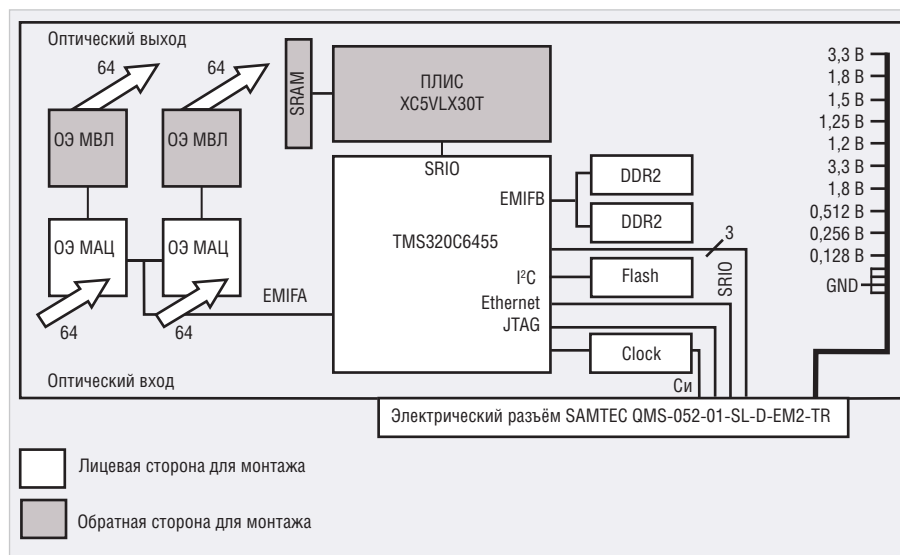


Рис. 72. Структурная схема 3D МФЭФ М АС-Х3

- число оптических каналов ввода/вывода – 64 соответственно;
 - скорость приёма/передачи информации по оптическим линиям не менее 166 МГц;
 - разрядность оптоэлектронных АЦП, ЦАП – 2⁸;
 - пропускная способность 3D МФЭФ М АС-Х1 по оптическим каналам 10 624 Гбит/с;
 - число каналов АЦП – 2, с частотой выборки до 3 ГГц;
 - число каналов ЦАП в DAC – 2, с частотой до 3 ГГц.
- Технические характеристики 3D МФЭФ М АС-Х2:
- стандартный интерфейс связи АЦП, ЦАП и управления с абонентской аппаратурой оконечного устройства;
 - число оптических каналов ввода/вывода – 64 соответственно;

- скорость приёма/передачи информации по оптическим линиям не менее 166 МГц;
 - разрядность оптоэлектронных АЦП, ЦАП – 2⁸;
 - пропускная способность 3D МФЭФ М АС-Х2 по оптическим каналам 10 624 Гбит/с;
 - число каналов АЦП – 16, с частотой выборки до 1 МГц;
 - число каналов ЦАП в DAC – 8, с частотой до 1 МГц.
- Обобщённая структурная схема элементов 3D МФЭФ М АС-Х1, -Х2 (60×30 мм) приведена на рисунке 71.
- Технические характеристики 3D МФЭФ АС-Х3:
- стандартный интерфейс связи АЦП, ЦАП и управления с абонентской аппаратурой оконечного устройства;
 - число оптических каналов ввода/вывода – 128 (2×64);

- скорость приёма/передачи информации по оптическим линиям не менее 166 МГц;
- разрядность оптоэлектронных АЦП, ЦАП – 28;
- пропускная способность 3D МФЭФ М АС-Х3 по оптическим каналам 21 248 Гбит/с.

Структурная схема элемента 3D МФЭФ М АС-Х3 (60×30 мм) приведена на рисунке 72.

Конструкция 3D МФЭФ М АС представляет собой многослойную керамическую полосковую плату, изготовленную по технологии LTCC с установленными на ней оптоэлектронными и электронными элементами и разъёмами с многоканальными линзовыми растрами.

Эскиз конструкции 3D МФЭФ М АС приведён на рисунке 73.

На многослойной керамической полосковой плате 3D МФЭФ М АС с двух сторон монтируются (методом перевёрнутого монтажа – flip-chip) оптоэлектронные кристаллы, корпусные микросхемы, навесные электронные элементы и разъём для шин питания, земли, синхронизации и интерфейсов связи.

Монтажная площадь кристаллов ФЭСБИС полосковой платы с обеих сторон герметично закрывается корпусами разъёмов с многоканальными линзовыми растрами.

Установка корпусов разъёмов с многоканальными линзовыми растрами на полосковую плату должна обеспечить соосность многоканальных оптических каналов ввода/вывода.

3D МФЭФ М АС имеет две функционально разделённые стороны. Сторона «Ф» – приём многоканального оптического сигнала, сторона «Л» – передача многоканального оптического сигнала.

Расположение элементов (ОЭ кристаллов и микросхем) и их связи на сторонах «Ф» и «Л» многослойной полосковой керамической платы показаны на рисунке 72.

Электрическая связь TMS320C6455 (сторона «Ф») с ПЛИС XC5VLX30T (сторона «Л») осуществляется через полосковую многослойную керамическую плату по интерфейсу SRIO 1х.

В полосковой многослойной керамической плате организована сквозная электрическая связь между зонными контактными площадками пикселей матрицы лазеров вертикального излучения, смонтированной на стороне «Л» и зонными контактными площадками

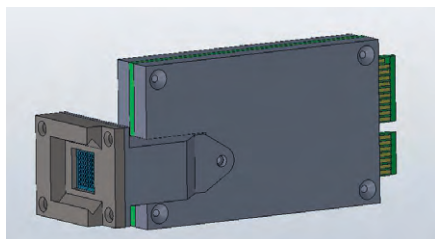


Рис. 73. Модель конструкции 3D М ФЭФ М АС

пикселей матрицы кристалла с оптическими многоканальными входами, смонтированной на стороне «Ф».

Модуль 3D М ФЭФ М АС-X1 (-X2) выполнен на основе кристалла 3D ФЭ СБИС МА/Ц, кристалла 3D ФЭ СБИС МВЛ фирмы ООО «ОЭС», процессора TMS320C6455BGTZA, фирмы Texas Instruments, ПЛИС XC5VLX30T фирмы Xilinx, АЦП ADC08D1500 фирмы National Semiconductor для X1 (ADS7953 фирмы Texas Instruments для X2), DDS 1508PL18T фирмы «Элвис» для X1 (TLV5630 фирмы Texas Instruments для X2), кристаллов памяти DDR2-K4T1G164QE**E7 фирмы Samsung (или Micron) и кристаллов памяти EEPROM – AT24C512BU2-UU фирмы Atmel.

Конструкция 3D М ФЭФ М АС – это микросборка. Корпус имеет два соосно расположенных разъёма с многоканальными линзовыми растрами и электрический торцевой разъём QMS-052.

Разъёмы с многоканальными линзовыми растрами позволяют осуществлять связь как полным форматом – 128 оптических линий, так и отдельно по группам или отдельным каналам. Такая конструкция волоконно-оптических кабелей позволяет получить распределённую коммутационную связь (сеть) между 3D М ФЭФ М и удалёнными датчиками.

3D М ФЭФ М АС предназначен для построения многодатчиковых информационно-вычислительных систем обработки сигнальной информации и многопроцессорных высокопроизводительных систем обработки данных в реальном масштабе времени с высокой пропускной способностью. Модуль оснащён интерфейсами I²C, JTAG, ETHERNET, SRIO и предназначен для установки на мезонинной плате стандарта MicroTCA для высокопроизводительных информационно-вычислительных систем платформы MicroTCA OM.

Управление 3D М ФЭФ М АС осуществляется с помощью одноплатной хост-ЭВМ платформы MicroTCA OM. Высокопроизводительная обработка инфор-

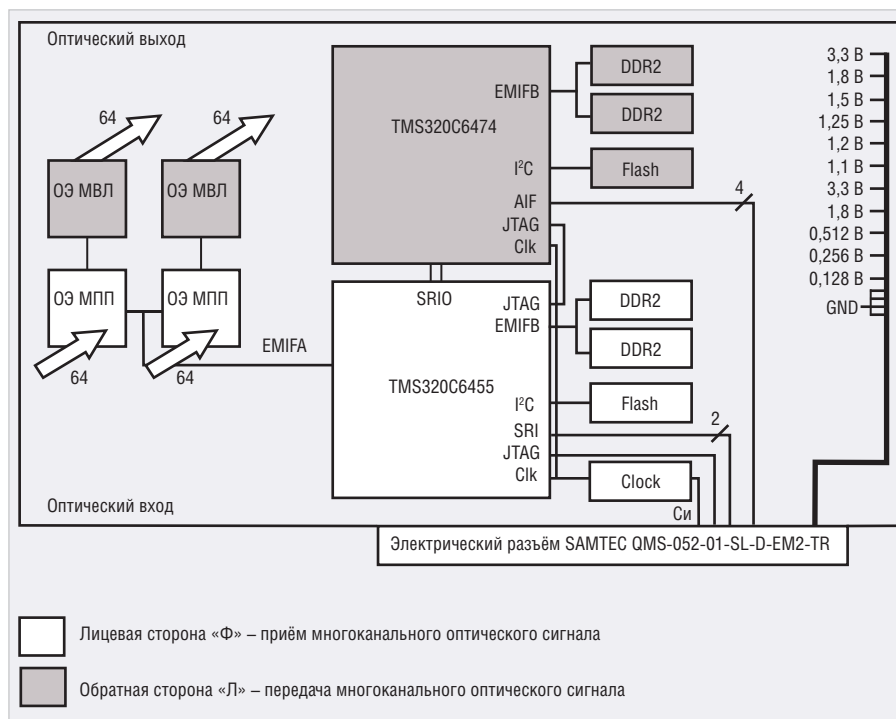


Рис. 74. Структурная схема 3D М ФЭФ М ВВ

мации осуществляется с помощью процессора TMS320C6455.

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

Пропускная способность 3D М ФЭФ М АС-X1 по оптическим каналам до 21,248 Гбит/с. Пропускная способность 3D М ФЭФ М АС-X1 по электрическому интерфейсу SRIO до 3,125 Гбит/с, по интерфейсу EMAC до 1 Гбит/с.

3D М ФЭФ М АС функционирует со штатным программным обеспечением одноплатной хост-ЭВМ платформы MicroTCA OM.

Многоканальный 3D ФЭФ-модуль высокоскоростных вычислений (3D МФЭФ М ВВ)

3D М ФЭФ М ВВ – это прибор гибридной сборки бескорпусных 3D ФЭ СБИС и корпусных полупроводниковых микросхем на металлокерамической подложке и имеющий многоканальные оптические и электрические связи.

3D М ФЭФ М ВВ реализует функции скоростного ввода/вывода информации по многоканальным оптическим линиям связи как непрерывных (аналоговых), так и дискретных (бинарных) сигналов. Модуль осуществляет высокопроизводительную обработку информации и обеспечивает электрическую интерфейсную связь с функциональными компонентами. Он устанавливается на мезонинной плате стандар-

та MicroTCA, благодаря 128 оптическим каналам ввода/вывода, обеспечивающим скорость передачи по оптической линии до 166 МГц и общую пропускную способность 21,248 Гбит/с.

3D М ФЭФ М ВВ реализует обмен информацией по электрическим и волоконно-оптическим линиям связи в следующих режимах:

- аналоговый (сигнал непрерывный во времени и по значению);
- дискретный (сигнал дискретный во времени и по значению);
- цифровой (сигнал дискретный во времени и квантованный по значению);
- цифроаналоговый (сигнал непрерывный во времени и квантованный по значению).

Структурная схема 3D М ФЭФ М ВВ приведена на рисунке 74.

Конструкция 3D М ФЭФ М ВВ представляет собой многослойную керамическую полосковую плату с торцевым разъёмом SAMTEC, изготовленную по технологии LTCC с установленными на ней оптоэлектронными и электронными элементами и разъёмами с многоканальными линзовыми растрами.

Эскиз конструкции 3D М ФЭФ М ВВ приведён на рисунке 75.

На многослойной керамической полосковой плате 3D М ФЭФ М ВВ с двух сторон монтируются (методом перевёрнутого монтажа – flip-chip) оптоэлектронные кристаллы, корпусные микросхемы, навесные электронные элемен-

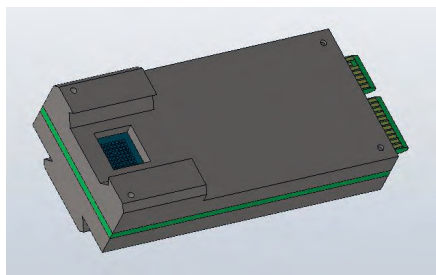


Рис. 75. Модель конструкции 3D М ФЭФ М ВВ

ты и торцевой разъем Samtec QMS-052 для шин питания, земли, синхронизации и интерфейсов связи.

Монтажная площадь кристаллов ФЭ СВИС полостковой платы с обеих сторон герметично закрывается корпусами разъемов с многоканальными линзовыми растрами.

Установка корпусов разъемов с многоканальными линзовыми растрами на полостковую плату должна обеспечить соосность многоканальных оптических каналов ввода/вывода.

Конструкция разъема обеспечивает подключение других 3D М ФЭФ М ВВ для организации потоковой обработки данных или разъема с оптическими волоконными коллекторами для организации внешней удаленной связи.

3D М ФЭФ М ВВ имеет две функционально разделенные стороны. Сторона «Ф» – прием многоканального оптического сигнала, сторона «Л» – передача многоканального оптического сигнала.

Расположение элементов (ОЭ кристаллов и микросхем) и их связи на сторонах «Ф» и «Л» многослойной полостковой керамической платы показаны на рисунке 74.

Электрическая связь TMS320C6455 (сторона «Ф») с TMS320C6474 (сторона «Л») осуществляется через полостко-

вую многослойную керамическую плату по интерфейсу 2xSRIO 1x.

В полостковой многослойной керамической плате организована сквозная электрическая связь между зонными контактными площадками пикселей матрицы лазеров вертикального излучения, смонтированной на стороне «Л», и зонными контактными площадками пикселей матрицы кристалла с оптическими многоканальными входами, смонтированной на стороне «Ф».

3D М ФЭФ М ВВ выполнен на основе кристаллов 3D М ФЭ СВИС ПП, кристаллов 3D М ФЭ СВИС ВЛ фирмы ООО «ОЭС», процессора TMS320C6455BGTZA, процессора TMS320C6474FGUNA фирмы Texas Instruments, кристаллов памяти DDR2-K4T1G164QE**E7 фирмы Samsung (или Micron) и кристаллов памяти EEPROM – AT24C512BU2-UU фирмы Atmel.

Конструкция 3D М ФЭФ М ВВ – это микросборка. Корпус имеет два соосно расположенных разъема с многоканальными линзовыми растрами и электрический торцевой разъем QMS-052.

Разъемы с многоканальными линзовыми растрами позволяют осуществлять связь между 3D М ФЭФ М ВВ как полным форматом – 128 оптических линий, так и отдельно по отдельным (групповым) каналам. Такая конструкция волоконно-оптических кабелей позволяет получить распределенную коммутационную связь (сеть) между 3D М ФЭФ М ВВ.

3D М ФЭФ М ВВ предназначен для построения многопроцессорных высокопроизводительных систем обработки данных в реальном масштабе времени с высокой пропускной способностью. Модуль оснащен интерфейсами

I²C, JTAG, ETHERNET, SRIO, AIF и предназначен для установки на мезонинной плате стандарта MicroTCA для высокопроизводительных информационно-вычислительных систем платформы MicroTCA OM.

Управление 3D М ФЭФ М ВВ осуществляется с помощью одноплатной хост-ЭВМ платформы MicroTCA OM. Высокопроизводительная обработка информации осуществляется с помощью процессоров TMS320C6455 и TMS320C6474.

Производительность процессора с фиксированной точкой TMS320C6455 – 2,9 MIPS. Производительность процессора с плавающей точкой TMS320C6474 – 4,0 MIPS.

Пропускная способность 3D М ФЭФ М ВВ по оптическим каналам до 21 248 Гбит/с. Пропускная способность 3D М ФЭФ М ВВ по электрическому интерфейсу SRIO до 3,125 Гбит/с, по интерфейсу AIF до 3,072 Гбит/с, по интерфейсу EMAC до 1 Гбит/с.

3D М ФЭФ М ВВ функционирует со штатным программным обеспечением одноплатной хост-ЭВМ платформы MicroTCA OM.

В следующей части речь пойдет о способах построения оптических процессоров, реализующих структуры векторно-матричных умножителей, и процессоров с мультиклеточной архитектурой. Будет представлена концепция построения многопроцессорной аналоговой и цифровой векторно-матричной вычислительной архитектуры с наращиваемой 3D-платформой вычислительных ядер и оптоэлектронных многоканальных коммутаторов стандарта SpaceWire, основанных на элементной базе 3D М ФЭФ М. ©

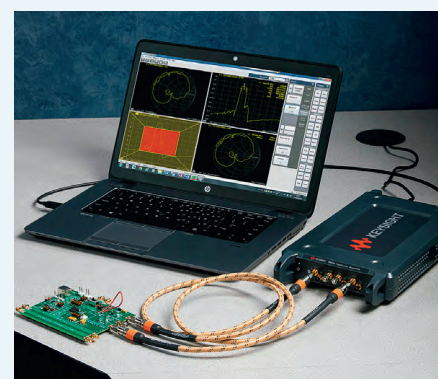
НОВОСТИ МИРА

Настольные приборы Keysight в компактной USB-платформе

Приборы с шиной USB теперь обладают такими же высокими характеристиками и измерительными возможностями, что и настольные приборы. В приборах новой серии Streamline компании Keysight эффективно используются проверенные технологии, методики измерений и прикладное программное обеспечение. Управление приборами осуществляется с внешнего компьютера через шину USB, что позволяет экономить место в испытательной установке, а также допускает

свободное перемещение приборов между лабораториями и их совместное использование сотрудниками различных исследовательских групп.

На сайте компании можно ознакомиться с примером практического применения данных приборов и узнать, как векторные анализаторы цепей с шиной USB помогли коренным образом перестроить процессы научных исследований и обучения студентов в одном из крупнейших университетов Японии, а также получить информацию о преимуществах приборов, которые позволяют успешно решать повседневные измерительные задачи – в ходе исследований и



разработок, в учебном процессе и на производстве.

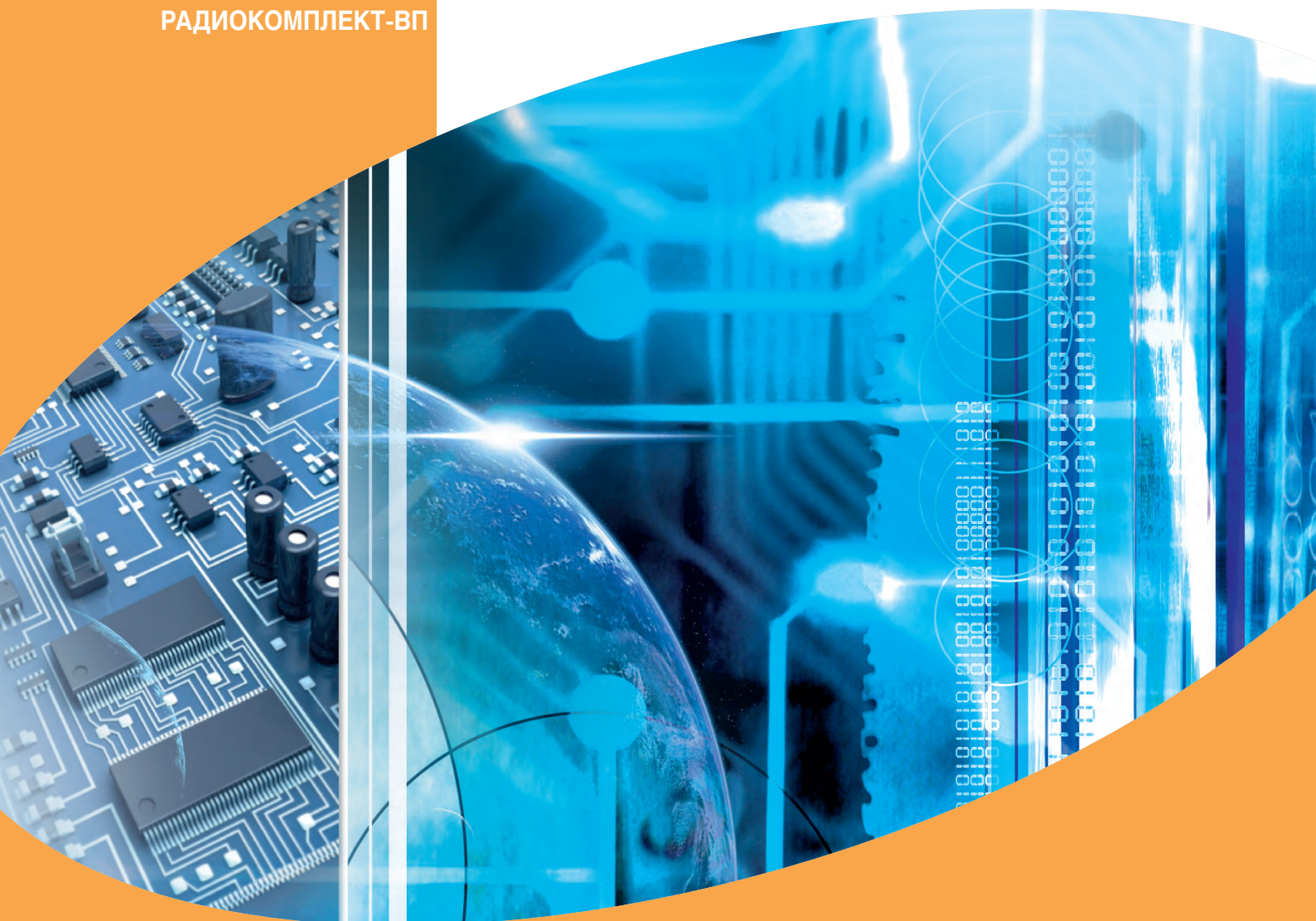
Пресс-служба компании Keysight



РАДИОКОМПЛЕКТ-ВП

ПОСТАВЩИК ЭЛЕКТРОННЫХ КОМПОНЕНТОВ

российских и зарубежных производителей



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

НОВОСТИ МИРА

СИСТЕМА ВИДЕОНАБЛЮДЕНИЯ «РОСТЕХ» ПОЗВОЛИТ РАСПОЗНАВАТЬ ЛИЦА ПАССАЖИРОВ ГОРОДСКОГО ТРАНСПОРТА

Система видеоконтроля для пассажирского транспорта, разработанная холдингом «Росэлектроника» Госкорпорации «Ростех», которая уже применяется в пассажирских автобусах Санкт-Петербурга, сможет распознавать лица пассажиров транспорта. Технология, реализованная АО «НПО „Импульс“» (входит в «Росэлектронику»), идентифицирует личность, снимая два биометрических параметра: квази-3D-образ лица и радужную оболочку глаза. Алгоритм распознаёт и верифицирует субъекта за 3–5 с даже при наклоне и повороте головы, изменении внешности при помощи парика, очков, бороды или в результате естественного старения. Система способна аккумулировать собранную информацию и предоставлять её по запросу правоохранительных органов для дальнейшего определения и верификации правонарушителей. Аналогичная технология применяется ФМС РФ при изготовлении биометрических заграничных паспортов.

Помимо распознавания лиц, в системе видеоконтроля реализована функция подсчёта пассажиров по изображению, полученному с камер над дверными проходами транспортного средства. Она позволяет отказаться от дополнительных датчиков и систем контроля открытия и закрытия дверей, снизив, таким образом, стоимость оборудования для оснащения городского транспорта. Алгоритм обработки видеоданных подсчитывает количество пассажиров с точностью до 100%. Также система интегрируется с маршрутной сетью, анализируя число пассажиров на каждой из остановок, что позволяет прогнозировать загруженность транспорта.

Комплект оборудования системы видеонаблюдения НПО «Импульс» включает в себя 4 видеокамеры, которые устанавливаются в салоне автобуса, видеорегистратор с размещением в кабине водителя и аппаратуру беспроводной передачи данных, обеспечивающую связь с рабочими местами в диспетчерских пунктах, а также администрации перевозчика.

С момента установки системы в пассажирских автобусах Санкт-Петербурга все

ДТП с пострадавшими и ДТП по вине водителей были разобраны с помощью данных видеомониторинга. Кроме того, система помогла рассмотреть более 260 жалоб и обращений пассажиров.

По данным разработчиков НПО «Импульс», система экономит время на ответ и разбор происшествий и запросов различного характера: чтобы получить видеотреккер с конкретного транспортного средства теперь не нужно ждать возвращения автобуса в парк. Постоянной практикой является предоставление по запросу МВД видеоматериалов для установления личностей, совершивших противоправные действия. Кроме того, наличие удалённого доступа к видеокамерам автобуса повышает дисциплинированность водительского состава и кондукторов.

Пресс-служба «Росэлектроники»

Офис будущего в проекции IoT

Сегодня успех любой компании зависит от продуктивности и креативности её сотрудников. Ведущие гиганты, такие как Google и Amazon, конкурируют между собой не только на потребитель-



YOUR EXPERT SERVICES PROVIDER IN CHINA

НАШ ГЛОБАЛЬНЫЙ ОТВЕТ ВАШИМ ПОТРЕБНОСТЯМ В ПЕЧАТНЫХ ПЛАТАХ И ТЕХНИЧЕСКИХ ДЕТАЛЯХ

ЭКСПЕРТЫ К ВАШИМ УСЛУГАМ!



ЦЕНА

Лучшее соотношение цена -качество для ваших нужд. Наш глобальный объем закупок даёт возможность предложить вам конкурентные цены.



СКОРОСТЬ

Доставка к вашей двери всего за 5 дней! Два онлайн магазина работают без перерывов и выходных. 98% поставок вовремя.



КАЧЕСТВО

Член МПК и сертификат ISO 9001:2015. Наши поставщики: ISO 14001, ISO TS 16949, ISO 13485 и AS9100.

ООО «АЙКЕП РУС»
115114, Москва,
Кожевническая ул. 10, стр. 1

www.icape-group.com
www.icapeshop.com
www.cipemshop.com

+7 495 668 11 33
info@icape-group.com

Реклама

ском рынке, но и на рынке кадров. Требования к рабочему пространству растут с каждым днём, и знающий себе цену специалист уже вряд ли выберет работу в компании, которая не заботится о комфортных условиях для своих сотрудников.

Эпоха цифровизации привнесла в нашу жизнь не только повсеместное распространение всевозможных датчиков, беспроводных камер и искусственного интеллекта – меняется наш образ жизни, привычки и ценности. На место престижных в прошлом профессий приходят новые специальности.

В таких условиях победителями гонки за талантливых сотрудников станут корпорации, создающие максимально комфортную среду на рабочих местах. Общество потребления превратилось в общество впечатлений: никто уже не хочет покупать просто продукт – людям важно, чтобы за ним стояла определённая история. Изобретение таких услуг и продуктов возможно только в среде, где сотрудники полностью вовлечены в процесс, в рабочих пространствах, способствующих случайным открытиям.

Недавно компания JLL провела исследование, в рамках которого были изучены изменения офисного пространства под влиянием новых требований бизнеса. Эксперты в том числе выявили, как рабочее место может помочь развитию компаний в современном мире.

Как показал опрос топ-менеджмента 40 корпораций из 12 стран, 46% стремятся работать в креативной среде стартапа с ярко выраженной бизнес-культурой, при этом 42% выразили готовность отказаться от формата персонального стола в пользу более инновационных практик – открытого офисного пространства, незакреплённых рабочих мест.

Постепенно компании приходят к пониманию, что грамотно организованная качественная рабочая среда порождает более глубокую вовлечённость сотрудников в процесс, повышает их уверенность в себе и эффективность в решении задач.

Рациональное планирование офисного пространства позволяет компаниям оптимизировать расходы и поддерживать цифровую трансформацию бизнеса. Используя подход Workplace Strategy,

работодатель инвестирует ресурсы в человеческий капитал, духовное и физическое здоровье сотрудников, как следствие, повышая их концентрацию на рабочих процессах и производительность труда.

Офис перестал быть просто зданием, теперь это инструмент повышения эффективности компании. Правильно организованное рабочее пространство, дизайн которого основан на запросах коллектива, мотивирует сотрудников, укрепляет их лояльность и повышает уверенность в себе, что в результате улучшает бизнес-показатели компании и способствует появлению инноваций. С развитием цифровизации корпоративный мир меняется, и все секторы соревнуются за таланты.

В свою очередь, сотрудники хотят чувствовать персональный подход: для кого-то важно наличие коворкинг-кафе, кому-то – комнат для раздумья или инкубаторов для реализации собственных проектов. Гуманизация бизнеса позволяет работодателю заинтересовать потенциальных сотрудников.

www.iotworldsummit.ru

т. (812) 981-20-80
www.clim-tech.ru

ИСПЫТАТЕЛЬНОЕ ОБОРУДОВАНИЕ
ТЕХНОЛОГИЯ

**СПЕЦИАЛЬНЫЕ
ЦЕНЫ**

**ДО 15 НОЯБРЯ
2018г***

*При заключении договора поставки испытательных камер до 15.11.2018г действуют специальные предложения. Подробности в коммерческой службе.

**ИСПЫТАТЕЛЬНОЕ
КЛИМАТИЧЕСКОЕ ОБОРУДОВАНИЕ**

СЕРИЙНО И ПОД ЗАКАЗ

Термобарокамеры | Камеры глубокого вакуума | Камеры тепла-холода-влаги | Камеры соляного тумана
Термошоковые камеры | Камеры дождя

РЕКЛАМА



Точность движения: инерциальные устройства «Лаборатории Микроприборов»

Александр Бекмачев (bae@favorit-ec.ru),
Алексей Тимошенко (at@mp-lab.ru), **Александр Каменский** (ak@mp-lab.ru)

Зеленоградская компания ООО «ЛМП», используя собственные конструкторско-технологические наработки, с опорой на опыт зарубежных производителей МЭМС-компонентов серийно выпускает широкую гамму датчиков угловой скорости, акселерометров, инерциальных измерительных модулей и датчиков удара для различных отраслей.

«Лаборатория Микроприборов» была основана в 2012 г. в тесном взаимодействии с МИЭТ. В настоящее время компания специализируется на разработке и производстве инерциальных микромеханических датчиков и устройств на их основе. Обладая собственными технологиями изготовления микромеханических устройств, ООО «ЛМП» продолжает развивать их в соответствии с потребностями российского рынка. Основными продуктами компании являются микромеханические гироскопы, акселерометры и инерциальные измерительные системы. В 2016 г. ООО «ЛМП» было включено в состав резидентов ОЭЗ «Зеленоград».

Компания накопила большой опыт в области разработки и производства микросистемной техники, а также в сопутствующих областях, в частности в испытаниях и калибровке инерциальных датчиков и систем. Количество поставленных заказчиком инерциальных датчиков превысило 5000 условных осей.

Среди изделий полного цикла разработки и производства ООО «ЛМП» необходимо в первую очередь отметить датчик удара КМ1-200 (см. рис. 1). Этот компонент с ударной прочностью 30 000 g представляет собой нормально разомкнутый МЭМС-ключ в металлокерамическом корпусе размерами 7,62×7,62×2,5 мм, обеспечивающий обратимое замыкание контактов от номинальной перегрузки в 200 g при линейном ударе или при центробежном ускорении 3000 g во время вращения.

Отечественный чувствительный элемент применен и в датчике угловой скорости (ДУС) серии ММГК (см. рис. 2). Эти гироскопы получили прочный внешний корпус и имеют диапазон измерений $\pm 100... \pm 10\,000^\circ/\text{с}$.

МЭМС-акселерометры серии 201МСУ1Л (см. рис. 3) также изготавливаются на базе комплектующих отечественного про-



Рис. 1. Датчик удара КМ1-200

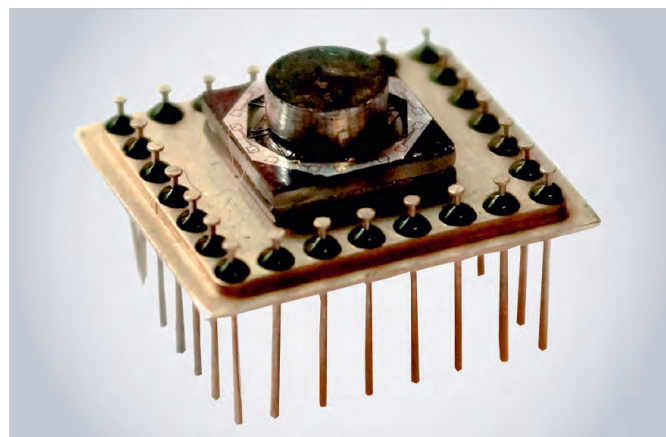


Рис. 2. Чувствительный элемент ДУС серии ММГК



Рис. 3. Вариант исполнения МЭМС-акселерометра серии 201МСУ1Л



Рис. 4. Вариант блока датчиков ФГ (МГ-10) в цилиндрическом корпусе



Рис. 5. ДУС линейки ТГ в унифицированном корпусе

изводства. Кремниевый ёмкостный чувствительный элемент маятникового типа имеет дополнительные упоры-ограничители, что обеспечивает его стойкость к одиночным ударам до нескольких тысяч g. Отличительной особенностью приборов является возможность эксплуатации при температуре -60°C , а также стойкость к внешним воздействиям по группам 4.3, 1.5.1, 1.7.2 общеклиматического исполнения в соответствии с ГОСТ РВ 20.39.304-98. В настоящий момент доступны для заказа модели с диапазонами измерений ± 5 , ± 50 , ± 100 g. Габаритные размеры корпуса (без кабеля) – $25 \times 22 \times 11$ мм.

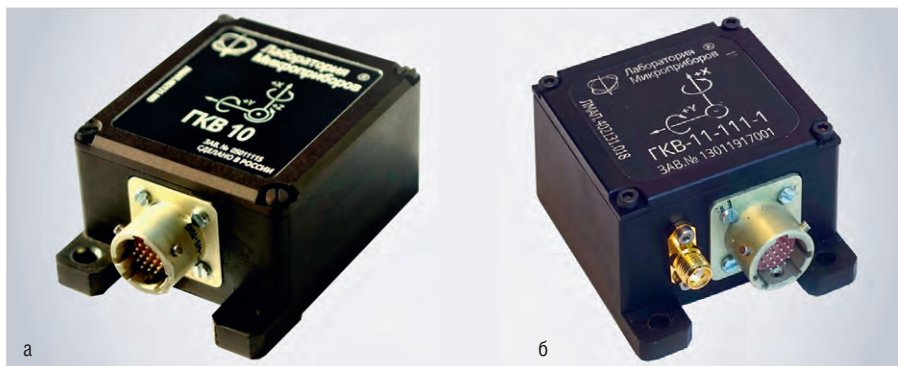


Рис. 6. Инерционные измерительные модули серии ГKB: а) ГKB-10; б) ГKB-11

Компоновка блока инерционных датчиков серии ФГ позволяет эффективно интегрировать его в цилиндрический приборный отсек. Блок содержит трёхкомпонентный акселерометр с диапазоном измерений ± 16 g и три канала ДУС, два из которых рассчитаны на угловые скорости $\pm 1200^{\circ}/\text{с}$, в то время как третий, ориентированный вдоль продольной оси устройства, имеет пределы измерений $\pm 20\,000^{\circ}/\text{с}$. Существует несколько вариаций ДУС серии ФГ, отличающихся форматом выходного сигнала и диапазонами измерения, в частности МГ-10 (см. рис. 4).

Многокомпонентные ДУС линейки ТГ в ударопрочных корпусах (см. рис. 5) различаются диапазоном измеряемых угловых скоростей от ± 75 до $\pm 900^{\circ}/\text{с}$, а также типом интерфейса: аналоговый или 4-проводной RS-485. В этом семействе гироскопов особенно выделяется модель ТГ-8А-Р, которая за счёт встроенного подогрева имеет диапазон рабочих температур от -60°C .

Наиболее технически совершенным среди продуктов компании является инерционный измерительный модуль ГKB-10 (см. рис. 6а). Прибор может как выступать в роли постав-

МЫ РАСТИМ БУДУЩЕЕ...

ЭЛЕКТРОННАЯ КОМПАНИЯ Фаворит-ЭК

Stäubli, APBENOC, ИНТЕГРАЛ, МИКРО ЭЛЕКТРОНИКИ, МИПАНДР, АУСМЕД, Multi-Contact, MG, АЕДОН, KBcустемы, TDK-Lambda, TESLA ELECTRIC, Great River Technology, ChipStar, АО ГИРООПТИКА, MICROSEMI, MAXWELL TECHNOLOGIES, NICOMATIC, АЭ АМИТРОН, GOVA 高华科技, MEGGITT, CYPRESS, CRANE INTERPOINT, ЭЛЕКТРОДЕТАЛЬ, SAFRAN, sensoror, IOR HiRel, ana digm, ПАО ЗАВОД АТАНТ, 美泰科技, SGX, WOLFSPIDER, CREE, АКЦИОНЕРНОЕ ОБЩЕСТВО ЭЛЕКТРОСОЕДИНИТЕЛЬ, Eltrix, amn, Glenair, JDS, ОТКРЫТОЕ АКЦИОНЕРНОЕ ОБЩЕСТВО ЗАВОД «ИНЖЕКТЕР», Honeywell, UMS, ИНЕРЦИАЛЬНЫЕ ДАТЧИКИ, Лаборатория Микроприборов, CivLux Group.

ЭЛЕКТРОННЫЕ КОМПОНЕНТЫ

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



Основные технические характеристики изделий ООО «ЛМП»

Наименование семейства изделий	Описание	Канал ДУС			Канал акселерометров		
		Диапазон измерения, °/с	Спектральная плотность мощности шума, °/с/√Гц	Полоса пропускания, Гц	Диапазон измерения ускорения, g	Спектральная плотность мощности шума, mg/√Гц	Полоса пропускания, Гц
ГКВ-10	Инерциальный измерительный модуль, система ориентации	±900	0,002	160	±1...96	0,15 (для диапазона 10 g)	160
ТГ-8	ДУС	±900	0,002	160	–		
ТГ-8А	ДУС	±75...900	0,002	160	–		
ТГ-8А-Р	ДУС	±75...900	0,002	160	–		
ФГ-30А	Блок инерциальных датчиков	±20 000 по оси X, до ±1200 по оси YZ	>0,3	1000	±16	0,7	1000
ТГ-75	ДУС	±75...900	0,003	100	–		
ММГК	ДУС	±100...10000	0,005	50	–		
201МСУ1Л	Акселерометр	–			5...200	0,7	700
КМ1-200	Датчик удара	–			200	–	–
ТГ-9	ДУС	450	0,005	1000	–		

щика «сырой» информации с трёх акселерометров и трёх гироскопов, так и служить ядром системы ориентации или навигации подвижно-

го объекта благодаря встроенным алгоритмам нормирования показаний датчиков и возможности комплексирования с внешним магни-

тометром и системами спутниковой навигации (СНС). Модификация с интегрированным мультисистемным приёмником СНС и радиочастотным

Формат выходного сигнала	Напряжение питания, В	Потребляемая мощность, Вт	Диапазон рабочих температур, °C	Отличительные особенности	Фото
RS-485 (4-проводной)	9...36/ 5...18	2,5	-50...+85	Функционирует как блок датчиков, система ориентации, имеет встроенные базовые алгоритмы навигации и комплексирования с СНС	
RS-485 (4-проводной)	9...15	2	-50...+85	—	
Аналоговый 3,3 В	5...15	0,3	-50...+85	—	
Аналоговый 3,3 В	5...15	0,3+3	-60...+85	Имеет встроенный нагревательный элемент мощностью 3 Вт	
Аналоговый 5 В	10...42	0,15	-40...+85	—	
Аналоговый 3,3/5 В и RS-232	5...10	0,8	-40...+85	—	
Аналоговый 5 В	5	0,25	-40...+85	Российский чувствительный элемент	
Аналоговый 5 В	5	15	-60...+85	Российская элементная база	
Разовая команда	1...27	0	-60...+150	Пассивный, нормально разомкнутый ключ, прочный к воздействию ударов 30 000 g, замыкается при действии перегрузки более 200 g	
RS-422	5	2	-50...+85	Опытные образцы прошли испытания в 2017 г., обладает повышенным быстродействием, минимальным фазовым запаздыванием	

разъёмом для подключения антенны получила индекс ГKB-11 (см. рис. 6б). Внешний прочный корпус имеет размеры 72,3×50×34,5 мм.

Обзор основных технических характеристик рассмотренных изделий приведён в таблице, подробная информация доступна по запросу. По согласован-

ном техническим условиям ООО «ЛМП» готово разработать и поставить потребителю специализированные варианты датчиков и модулей.



НОВОСТИ МИРА

МТС в 2018 году запустит сеть NB-IoT во всех городах-миллионниках России

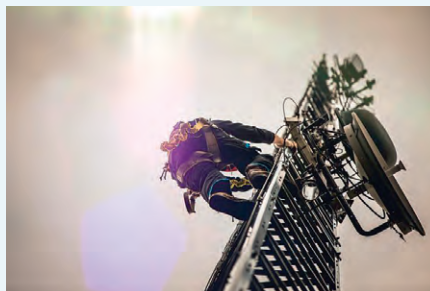
Оператор МТС объявил о намерении запустить до конца года федеральную сеть в стандарте LTE на основе технологии NB-IoT.

«Успешные запуски сети NB-IoT уже состоялись в 20 городах России, включая Москву, Санкт-Петербург, Новосибирск, Казань, Ставрополь, Невинномысск, Ростов-на-Дону, Омск, Тверь, Альметьевск, Арск, Томск, Нижний Новгород, Сургут, Владивосток. До конца 2018 года МТС обеспечит сплошное покрытие NB-IoT во всех городах-миллионниках и в ряде крупных городов России, а также предоставит сервисы для работы с «умными устройствами», – говорится в сообщении компании.

Сеть развёрнута на базе решений Nokia, Ericsson, Huawei, Samsung и Cisco – на каких частотах, не уточняется. На сегодняшний день технологию NB-IoT поддерживает большинство базовых станций МТС в стандарте LTE, отмечает пресс-служба оператора.

«Российский рынок IoT переходит в новую фазу: перспективные технологии, ко-

торые недавно тестировались, сегодня становятся готовыми коммерческими решениями. Запуск сети NB-IoT переводит наши пилотные IoT-проекты в статус промышленных продуктов», – отметил вице-президент по продажам и обслуживанию МТС Кирилл Дмитриев.



МТС впервые протестировала радиоинтерфейс NB-IoT совместно с Nokia в 2016 году. В декабре 2017 года МТС открыла лабораторию Интернета вещей под эгидой международной ассоциации GSMA для тестирования NB-IoT-решений и IoT-сервисов. Тогда же МТС запустила IoT-платформу с открытым API для развёртывания решений на базе промышленного Интернета вещей на предприятиях России. В апреле этого года оператор запу-

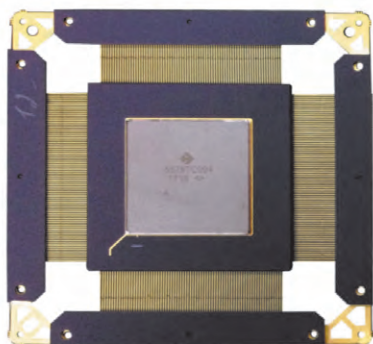
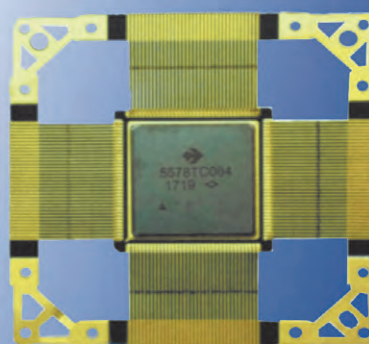
стил в Санкт-Петербурге пилотную сеть NB-IoT в рамках проекта «Умный город Санкт-Петербург», а в начале июня создал аналогичную пилотную зону IoT в Сколково.

Другие российские операторы «большой тройки» тоже экспериментируют с NB-IoT. В июне «Билайн» запустил пилотную сеть на базе решения Ericsson в московском «умном» квартале в Марьино в диапазоне 800 МГц. В том же месяце «МегаФон» продемонстрировал решение на NB-IoT по сбору данных со счётчиков в Инополисе в диапазоне 900 МГц. В июле оператор заключил соглашение с Магнитогорским металлургическим комбинатом о внедрении на предприятии IIoT-решений на базе сети NB-IoT.

Новости Интернета вещей

ПРИМЕНЕНИЕ IoT В ЭНЕРГЕТИКЕ: ОПЫТ «МОЭК»

Увеличивающееся с каждым днём количество подключённых к интернету датчиков и распространение беспроводных технологий и облачных сервисов существенно влияет на преобразование отрасли энергетики. Компании получили возможность с большой точностью собирать данные об объёме потреблённых ресурсов и создавать на

➡ АО "ВЗПП-С"**Программируемые логические интегральные схемы**

ПЛИС 5578TC094	ПЛИС 5578TC084
ТУ-АЕНВ.431260.423ТУ	ТУ-АЕНВ.431260.422ТУ
Функциональный зарубежный аналог: EP3C16 ф. Altera	Функциональный зарубежный аналог: EP3C16 ф. Altera
Ёмкость, системных вентелей 1 200 000	Ёмкость, системных вентелей 800 000
Напряжение питания ядра 1,2 ± 0,05 В	Напряжение питания ядра 1,2 ± 0,05 В
Напряжение питания периферии 2,5 ± 5%	Напряжение питания периферии 2,5 ± 5%
Корпус МК 4251.304-2	Корпус МК 4248.144-1
ПЛИС 5578TC034	
ТУ-АЕНВ.431260.216ТУ	
Функциональные зарубежные аналоги:	
- EPF10K100E ф. Altera	
- RT54SX72S, A54SX72A, RTSX72SU, AX125, APA075 ф. Microsemi	
- XS2S100 ф. Xilinx	
Типовая логическая ёмкость, вентелей 100 000	
Напряжение питания ядра 1,8 В ± 5%	
Напряжение питания периферии 3,3 ± 0,3 В	
Корпус МК 4251.304-2	
Стойкость к СВВФ	



Тел./Факс: (473) 223-69-51
e-mail: market@vzpp-s.ru
www.vzpp-s.ru

Реклама

их основе новые клиентоориентированные сервисы.

Пока проникновение Интернета вещей в российскую энергетику находится на начальном уровне, говорится в исследовании компании PwC. Тем не менее новые технологии очень актуальны в нашей стране, обладающей исторически сложившейся масштабной централизованной системой энергоснабжения, а это свыше 2,5 млн км линий электропередач, около 500 тыс. подстанций, 700 электростанций мощностью более 5 МВт.

Использование Интернета вещей может привести к значительным изменениям, трансформируя традиционную электромеханическую систему энергетики в цифровую. В электроэнергетике в данном контексте речь идёт об «умных» сетях (smart grids) и интеллектуальных счётчиках.

Одним из отечественных предприятий, которые активно используют подобные технологии, является «Московская объединённая энергетическая компания» («МОЭК»). Совместно с МТС предприятие с 2009 года реализует проект мони-

торинга расхода энергоресурсов, в рамках которого создана единая автоматизированная система контроля и учёта передачи тепловой энергии и горячей воды. Для этого «МОЭК» установила 47 тыс. счётчиков потребления в муниципальных домах и объектах социальной сферы, около половины узлов учёта оборудовано SIM-картами МТС, которые непрерывно передают данные на сервер Центральной системы учёта энергоресурсов «МОЭК».

Компания также запустила систему, позволяющую удалённо через интернет снимать показания о расходе тепловой энергии в жилых домах Москвы. Такие счётчики установлены на 23 000 объектов «МОЭК». Там, где нет фиксированного интернета, данные передаются по сотовому каналу. Система позволяет энергетикам быстро узнавать о сбоях в теплоснабжении и прогнозировать возможные поломки.

На уровне управления системой цифровизация активов даёт возможность более оптимально планировать загрузку генерирующих мощностей и их объём. Также это позволяет снизить потребление

электроэнергии благодаря управлению спросом.

Внедрение интеллектуальных технологий с учётом протяжённости линейных объектов приводит к повышению надёжности и снижению операционных расходов. Это позволяет перейти к управлению сетью «по состоянию», а не проводить ремонты в соответствии с жёсткими регламентными сроками.

«МОЭК» реализует технологии Интернета вещей на трёх уровнях. Первый относится к жилым помещениям, когда с помощью датчиков и платформ для обработки данных компания имеет возможность персонализировать свои услуги для каждого конкретного потребителя. На втором уровне система работает с уличными объектами и магистралями, на которых фиксирует события и инциденты, а также регулирует диспетчерские режимы и помогает управлять надёжностью и затратами на капитальные ремонты. Третий уровень относится непосредственно к объектам «МОЭК», на которых также осуществляются анализ инцидентов и управление в автоматическом режиме.

www.iotworldsummit.ru



Акционерное общество

ЭРКОН

Научно-производственное объединение

Разработка и производство постоянных непроволочных резисторов, СВЧ резисторов, поглотителей и чип-индуктивностей.

- Современная производственная база.
- Высокое качество.
- Индивидуальный подход к потребителю.

603104, г. Нижний Новгород, ул. Нартова, д.6,
помещение ПЗ, этаж 2, офис 204
тел. (831)464-50-21 (приемная),
(831)202-25-52 отдел продаж (многоканальный),
факс 439-64-41, www.erkon-nn.ru,
e-mail: info@erkon-nn.com

Реклама

7 советов для улучшения измерений целостности питания

Джозл Вудворд (Rohde & Schwarz)

В статье представлены 7 советов, которые помогут быстро и точно определить характеристики шума в шинах питания и идентифицировать взаимосвязанные сигналы.

Современные специализированные (ASIC), программируемые логические (ПЛИС) и серийно выпускаемые интегральные схемы предъявляют исключительно строгие требования по электропитанию. Эти требования выливаются в необходимость тестирования шин питания, для которых характерны пониженные уровни рабочего напряжения и более жёсткие допуски. Для проведения таких испытаний используются осциллографы, однако в связи с ростом требований к точности реальной проблемой становятся погрешности измерений, величина которых приближается к измеряемому значению. Каждый милливольт погрешности измерения может иметь решающее значение, например при измерении параметров шин питания с напряжением 1,5 В с допуском 2%. Кроме того, в шинах питания могут присутствовать взаимосвязанные высокочастотные цифровые сигналы и сигналы других источников, для идентификации которых требуется полоса пропускания порядка 1 ГГц.

1. НАЧНИТЕ С МАЛОШУМЯЩЕГО ОСЦИЛЛОГРАФА

Точность результатов измерений ограничивается уровнем шума в измерительной системе. Все осциллографы вносят в неё собственный широкополосный шум. Выбор осциллографа, имеющего наименьший уровень собственного шума (см. рис. 1), обеспечивает получение более точных результатов измерения. Например, при измерении параметров шин питания с напряжением 1,8 В и допуском 2% уровень шума осциллографа и пробника 10 мВ является проблемой, поскольку этот шум добавляется к измеряемому сигналу.

Производители осциллографов измеряют и приводят среднее квадратическое значение (СКЗ) шума переменного напряжения для каждого значения ослабления по вертикали; как правило, это хороший первый критерий выбора малошумящего осциллографа. Однако с точки зрения целостности питания важно также наихудшее значение размаха напряжения. Это значение может

быть легко измерено с помощью осциллографа. Для этого нужно, не подключая входы, измерить размах амплитуды при используемых вертикальных настройках.

Ряд современных осциллографов обеспечивает 10- и 12-битное разрешение по вертикали. Однако дополнительное разрешение почти всегда затеняется шумом, если не используется режим усреднения или высокой чёткости. В представленных на рынке осциллографах шум входного каскада не позволяет безболезненно увеличивать разрешение по вертикали. Уровень шума является более важным показателем точности измерения, чем количество бит разрешения.

2. ИСПОЛЬЗУЙТЕ ТРАКТ 50 Ом

Во многих осциллографах представлены тракты 50 Ом и 1 МОм. Тракт 50 Ом, как правило, обладает более низким уровнем шума. Кроме того, этот тракт всегда задействуется при использовании активного пробника для измерений целостности питания. Измерение размаха напряжения шума осциллографа с помощью пробника, используемого в тракте 50 Ом, позволяет получить представление о погрешности измерения.

3. ВЫБИРАЙТЕ ЗНАЧЕНИЯ ПО ВЕРТИКАЛИ, ОБЕСПЕЧИВАЮЩИЕ МАКСИМАЛЬНУЮ ЧУВСТВИТЕЛЬНОСТЬ

Шум осциллографа зависит от значений ослабления по вертикали. Чем меньше значения, тем ниже уровень шума. Большинство осциллографов не обеспечивает смещение, достаточное для использования значительного усиления по вертикали. Например, при разрешении 10 мВ на деление осциллограф может обеспечить лишь 120 мВ внутреннего смещения. Это вынуждает использовать более низкое значение по вертикали для отображения сигнала на экране, что, в свою очередь, приводит к снижению точности измерения.

Для компенсации ограниченного внутреннего смещения могут быть применены и другие методы. Использование подстроечного конденсатора



Рис. 1. Малошумящий осциллограф с широкой полосой пропускания R&S RTP (8 ГГц)

позволяет удалить смещение постоянной составляющей, что устраняет проблему недостаточного смещения, но не даёт увидеть низкочастотный дрейф, который может возникать при включении и выключении отдельных подсистем. Функция связи по переменному току также блокирует постоянную составляющую, однако она опять же ограничивает возможность отображения низкочастотного дрейфа. В случае большинства осциллографов эта функция представлена только для тракта 1 МОм.

4. ИСПОЛЬЗУЙТЕ ОСЦИЛЛОГРАФ С ШИРОКОЙ ПОЛОСой ПРОПУСКАНИЯ И ОГРАНИЧИВАЙТЕ ЕЁ ДЛЯ УМЕНЬШЕНИЯ УРОВНЯ ШУМА ПРИ ИЗМЕРЕНИИ

Осциллографы с широкой полосой пропускания становятся исключительно полезными благодаря возможности отображения взаимосвязанных сигналов, таких как высокочастотные тактовые сигналы, передаваемые по шинам питания. Поскольку плотности мощности шума осциллографа и пробника линейны по всей ширине полосы частот, использование максимальной полосы пропускания приведёт к завышению значений шума на шине питания.

В случае отсутствия высокочастотных взаимосвязанных сигналов ограничьте полосу пропускания осциллографа для уменьшения уровня широкополосного шума. Использование этого метода позволяет значительно увеличить точность измерения. Типичным здесь является вопрос о том, насколько следует уменьшить ширину полосы измерения. Опытные пользователи, как правило, выполняют анализ результатов быстрого преобразования Фурье (БПФ) для определения того, насколько допустимо сузить полосу пропускания без ущерба для захвата и отображения периодических и случайных помех в шине питания (см. рис. 2). Как видно из результатов БПФ, полоса пропускания может быть сужена за счёт той области, где отсутствуют высокочастотные составляющие. Ещё одним способом является простой контроль формы сигнала. Изменение формы сигнала при уменьшении ширины полосы пропускания говорит о том, что полоса пропускания сужена чрезмерно (см. рис. 3).

5. ИСПОЛЬЗУЙТЕ ПРОБНИК ДЛЯ ШИН ПИТАНИЯ

Большинство производителей осциллографов предлагает специализирован-

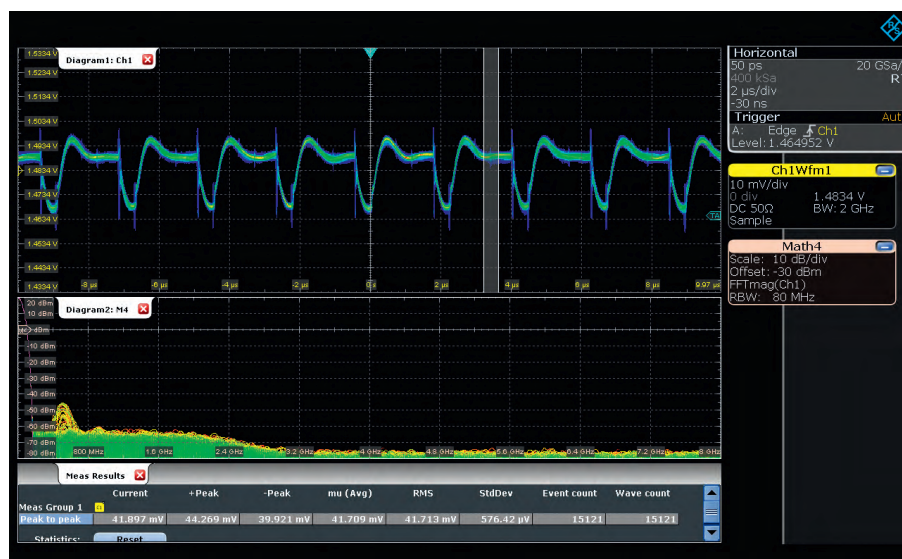
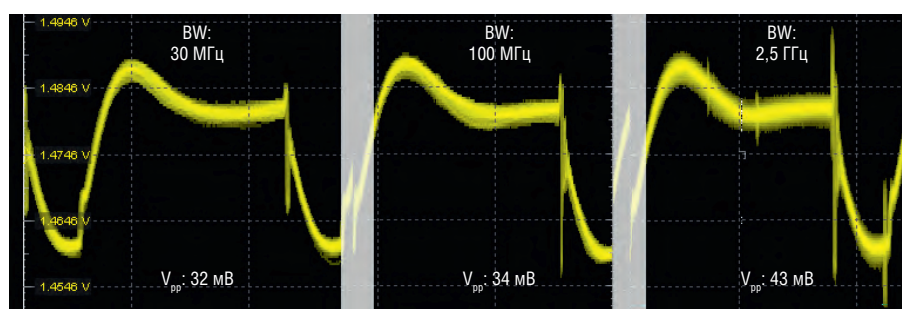


Рис. 2. Использование функции БПФ



Примечание: при ширине полосы пропускания 2,5 ГГц наглядно видны взаимосвязанные сигналы, которые ослаблены и отсутствуют при более узкой полосе пропускания

Рис. 3. Измерение размаха напряжения с помощью осциллографа R&S RTP (8 ГГц) и пробника для шин питания R&S RT-ZPR40 (4 ГГц)

ные пробники, предназначенные для измерения параметров шин питания. Эти пробники обладают рядом возможностей, отсутствующих в других решениях. Большое значение встроенного смещения призвано компенсировать недостаток встроенного смещения осциллографа. Смещение позволяет пользователям выбирать наименьшее значение ослабления по вертикали для обеспечения минимального уровня шума. Пробники для шин питания, как правило, обладают коэффициентом деления 1:1, т.е. уровень собственных шумов этих пробников значительно ниже, чем у пробников с коэффициентом деления 10:1. Пробники для шин питания имеют высокий импеданс по постоянному току (обычно 50 кОм). Это значение является существенным, поскольку импеданс шины питания, как правило, составляет порядка нескольких миллиом.

Пробники для шин питания поддерживают множество вариантов подключения, включая короткий гибкий 50-омный коаксиальный кабель для выполнения высокоточных измере-

ний, а также штыревой пробник, основным преимуществом которого является универсальность применения. Для эффективного использования коротких гибких кабелей с SMA-разъёмами требуется предварительное планирование, поскольку наилучшим образом они работают лишь в том случае, если их применение предусмотрено проектом. Штыревые пробники обеспечивают большую универсальность, однако точность измерения при их использовании ниже, чем в случае коротких гибких кабелей с SMA-разъёмами.

Пробники для шин питания должны обладать полосой пропускания, ширина которой достаточна для захвата наведённых сигналов. Низкий уровень шума может быть достигнут при использовании пассивных пробников с коэффициентом деления 1:1, однако ширина полосы пропускания таких пробников не превышает 40 МГц. И хотя данный подход является достаточно удачным, поскольку подразумевает использование тракта с более высоким импедансом 1 МОм, характер-

ное для пробника ограничение полосы пропускания не позволяет захватывать важные составляющие сигнала и приводит к занижению результатов измерения размаха напряжения. Некоторые производители приводят гарантированную ширину полосы пропускания пробника для шин питания, тогда как другие указывают типовое значение. Например, пробник для шин питания R&S RT-ZPR40 имеет спад на 3 дБ (тип.) на частоте 4 ГГц.

Для получения информации о моделях осциллографов, поддерживающих работу с пробниками для измерения целостности питания, необходимо связаться с поставщиком осциллографа. Следует заметить, что в случае некоторых производителей пробники могут работать со всеми моделями осциллографов, оснащёнными интерфейсом пробников, тогда как для других производителей пробники будут работать только с отдельными моделями. В наихудшем случае подключение пробника к неподдерживаемой модели может привести к повреждению входов осциллографа.

6. Используйте высокий импеданс по постоянному току

Для получения точных значений постоянного напряжения требуется низкая измерительная нагрузка. Если 50-омный тракт осциллографа подсоединён непосредственно к шине питания, то 50-омная нагрузка приве-

дёт к изменению уровня постоянного напряжения шины питания. Для минимизации этого эффекта требуется более высокий измерительный импеданс. Тракт 1 МОм осциллографа обладает достаточно большим импедансом по постоянному току, однако имеет более высокий уровень шума и не поддерживается пробниками для шин питания. Пробники для шин питания, как правило, имеют импеданс по постоянному току 50 кОм, что более чем в миллион раз больше собственного импеданса шины питания. Это значит, что на постоянное напряжение шины питания в ходе измерения будет оказано минимальное влияние.

7. Выбирайте осциллограф с высокой частотой обновления данных

Даже самые высокоскоростные цифровые осциллографы невосприимчивы к сигналу более 90% времени. Перед захватом новой осциллограммы должен обработать текущую осциллограмму в интервале между выборками. При этом могут пропускаться редкие события – для шин питания это могут быть наихудшие значения размаха напряжения. Чтобы компенсировать этот эффект, следует включить режим бесконечного послесвечения, задействовать функцию автоматических измерений и дожидаться обнаружения наивысших значений амплитуды. Это может занять разное количество

времени в зависимости от целевой системы. Осциллографы с высокой частотой обновления данных отобразят итоговую огибающую шума быстрее, при этом пользователи увидят лучшее графическое представление характеристик сигнала шины питания постоянного тока. В случае осциллографов с частотой обновления 1000 осциллограмм/с и задействованной функцией автоматических измерений пользователи получат результаты в 20 раз быстрее, чем при использовании осциллографа с частотой обновления 50 осциллограмм/с и той же задействованной функцией. Пользователи высокоскоростного осциллографа могут завершить выполнение измерительной задачи всего за минуту, тогда как при использовании медленного осциллографа получение результатов может занять до 20 мин. В связи с постоянным ростом количества входящих в системы шин питания, каждая из которых требует отдельной верификации, частота обновления данных осциллографа становится всё более важным критерием.

Заключение

Значимость целостности питания продолжает возрастать по мере уменьшения размеров и ужесточения допусков для ПЛИС, ASIC и шин питания стандартных устройств. Выбор соответствующих средств измерения позволяет быстро и точно определять характеристики любых шин питания. 

НОВОСТИ МИРА

Стратегия РЭП до 2030 года

В рамках прошедшей в Геленджике выставки «Гидроавиасалон 2018» Департамент радиоэлектронной промышленности Минпромторга России совместно с ЦНИИ «Электроника» (входит в ГК «Ростех») провёл панельную дискуссию с отраслевыми экспертами по ключевым положениям Стратегии развития электронной промышленности Российской Федерации на период до 2030 года.

Широкой аудитории проект Стратегии был представлен впервые и вызвал живой интерес у участников мероприятия. Доработанная версия Стратегии учитывает актуальные приоритеты государственной технологической политики и существенные конъюнктурные изменения на рынке радиоэлектронной продукции, произошедшие с 2007 года, когда была утверждена предыдущая редакция отраслевой стратегии.

Изначально к разработке документа были привлечены эксперты более чем 50 отраслевых организаций, вузов, органов власти, аналитических компаний и ассоциаций. Благодаря открытому обсуждению Стратегии будет заложена основа для поддержки инновационного развития всех участников отрасли.

Модератором дискуссии выступила Алёна Фомина, генеральный директор ЦНИИ «Электроника» (основного разработчика проекта Стратегии).

В мероприятии приняли участие:

- директор Департамента радиоэлектронной промышленности Минпромторга России Сергей Хохлов;
- вице-президент по связям с промышленностью «Сколтеха» Алексей Пономарёв;
- генеральный директор ПАО «Микрон» Гульнара Хасьянова;
- представители Ассоциации разработчиков и производителей электроники



(АРПЭ), а также эксперты отраслевых научных и производственных организаций.

В ходе панельной дискуссии были обсуждены подходы к структурированию отрасли; приоритеты долгосрочной государственной политики в области радиоэлектроники; цель, задачи и показатели стратегии; технологические тенденции развития отрасли; рыночные ниши, перспективные для освоения российскими организациями; развитие российской высокотехнологичной продукции на базе отечественной микроэлектроники; целевая модель развития отрасли; кадровое обеспечение отрасли.

Пресс-служба Минпромторга России



ЦИЛИНДРИЧЕСКИЕ РАЗЪЕМЫ

M 12

Промышленный Ethernet

M 16

TWILOCK

M 23

Силовые разъемы

M 23 RJ-45

Монолитные кабельные сборки

M 27

Сигнальные разъемы

M 40

M 23 Hybrid

-40...+125°C

> 1000 сочленений

IP67/69K





Трёхчастотный СВЧ-измеритель уровней экранирования объектов

Михаил Чистов (chistov@trekom.ru), Василий Лагуткин (Москва)

В статье описан новый трёхчастотный СВЧ-измеритель, разработанный ООО «Треком» и предназначенный для определения уровней электромагнитного экранирования.

Для решения ряда задач требуется проводить периодическую проверку либо осуществлять непрерывный мониторинг уровня экранирования на СВЧ различных экранирующих, безэховых камер и помещений, а также прочих объектов.

В ООО «Треком» разработан и серийно выпускается недорогой трёхчастотный СВЧ-измеритель ТГЧ-ВЧ2, с помощью которого можно измерять уровни электромагнитного экранирования защищаемых объектов на трёх фиксированных частотах: 0,5;



Рис. 1. Передатчик и приёмник трёхчастотного СВЧ-измерителя ТГЧ-ВЧ2

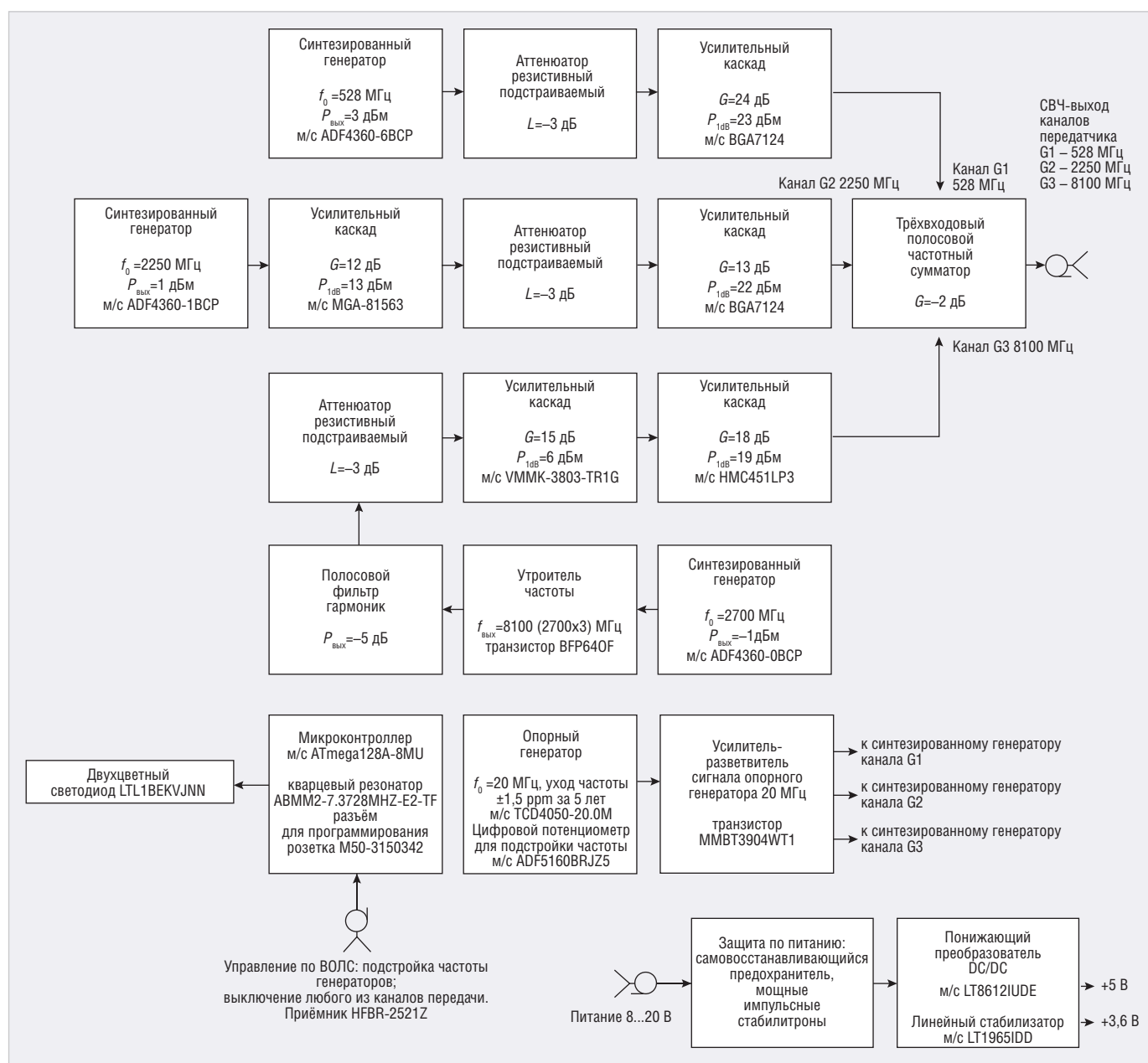


Рис. 2. Структурная схема передающего модуля

2 и 8 ГГц. В состав измерителя входят передатчик, приёмник и набор узкополосных и широкополосных антенн (см. рис. 1).

Измеритель работает следующим образом. Передатчик с присоединённой к нему передающей антенной располагается внутри испытываемого объекта. Передатчик непрерывно излучает сигналы с уровнем мощности 17 дБм. Включение и выключение каждого из трёх каналов передатчика осуществляется при нажатии на соответствующую кнопку на корпусе. Приёмник с присоединённой к нему приёмной антенной располагается снаружи и автоматически периодически измеряет уровни принимаемой мощности сигналов на каждой из трёх частот. Значения измеряемой мощности сигналов в децибелах (дБм) выводятся на индикатор. Минимальное значение измеряемой мощности составляет около -100 дБм. Передающий и приёмный модули, входящие в состав передатчика и приёмника, выполнены в металлических экранированных корпусах.

Структурная схема передающего модуля приведена на рисунке 2. Три синтезированных генератора формируют сигналы заданной частоты, которые затем, каждый в своём канале G1, G2 и G3, усиливаются и фильтруются. После усиления сигналы объединяются в частотном сумматоре и подаются на антенный выход. В наиболее высокочастотном канале G3 для удешевления используется утроитель частоты. Мощность каждого из сигналов на антенном выходе составляет около 17 дБм. Напряжение питания передатчика может находиться в интервале от 8 до 20 В.

Структурная схема приёмного модуля приведена на рисунке 3. Приёмный модуль представляет собой трёхканальное супергетеродинное радиоприёмное устройство. Сигналы с антенного входа разделяются в частотном разветвителе на три канала G1, G2 и G3. Затем СВЧ-сигналы в каждом канале преобразуются в сигналы ПЧ с частотой 45 МГц и через коммутаторы поступают на вход УПЧ. Усиленный сигнал ПЧ детектируется логарифмическим детектором, и после обработки значение мощности СВЧ-сигнала на антенном входе выводится на индикатор в децибелах (дБм). Для расширения динамического диапазона измерения

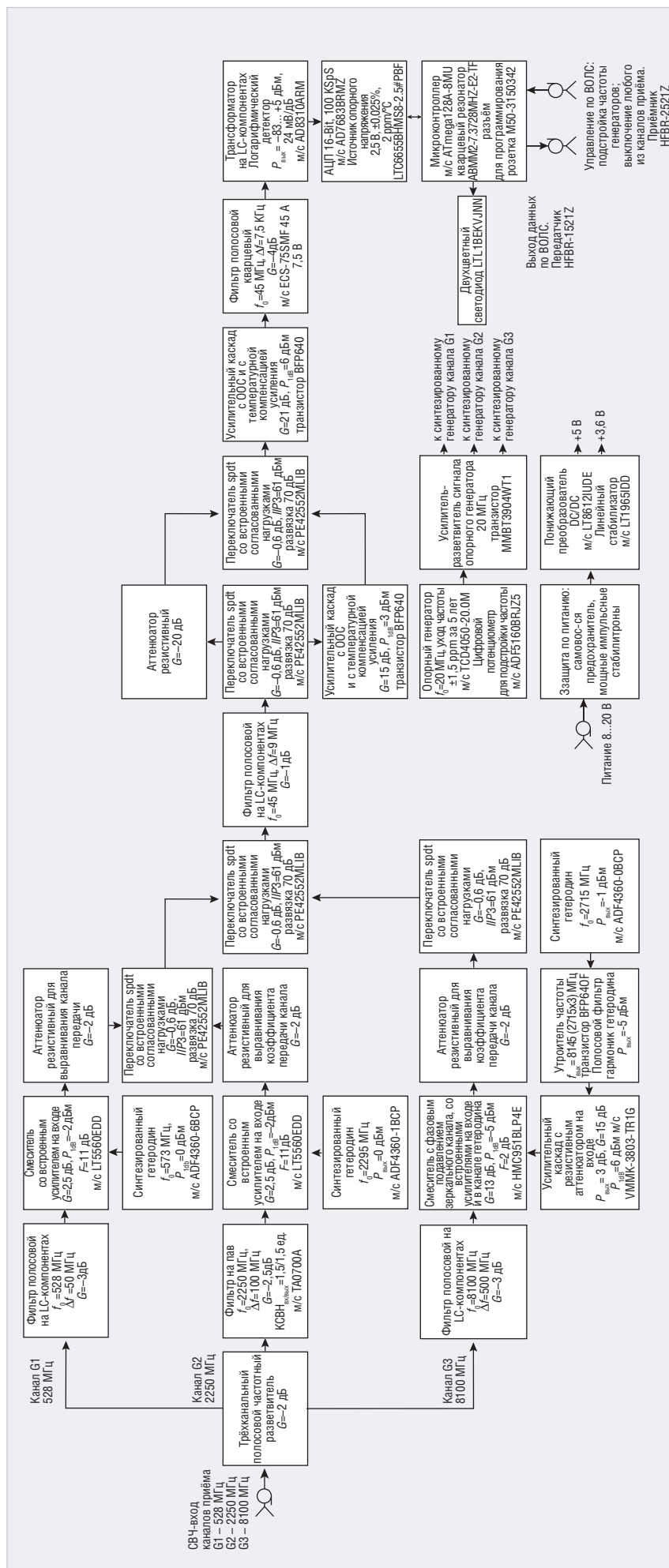


Рис. 3. Структурная схема приёмного модуля

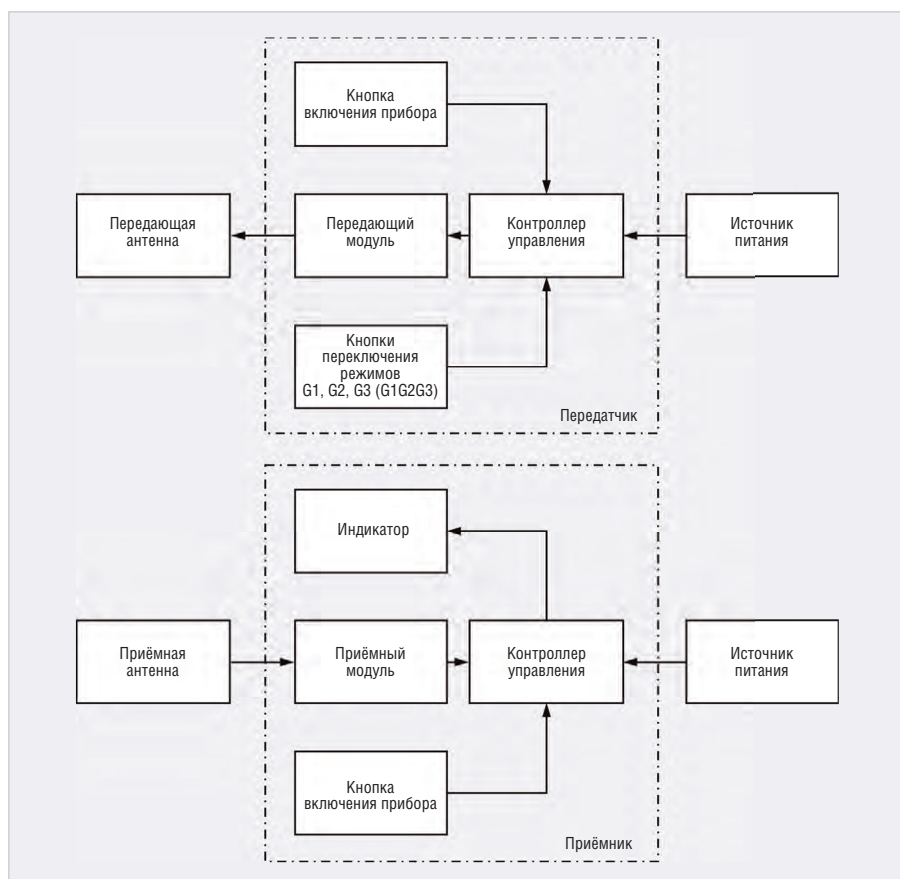


Рис. 4. Функциональная схема измерителя ТГЧ-ВЧ2

мой мощности в УПЧ осуществляется автоматическое переключение коэффициента усиления. Подавление зеркального канала приёма в канале G1 осуществляется LC-фильтром на входе смесителя, а в канале G2 – фильтром на ПАВ. В наиболее высокочастотном канале G3 используется смеситель с фазовым подавлением зеркального канала приёма. Напряжение питания приёмника может находиться в интервале от 8 до 20 В, ток потребления при 12 В составляет около 0,2 А.

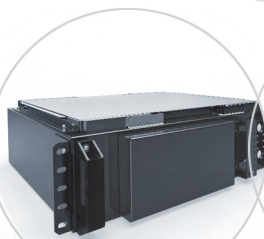
Компоненты схем передающего и приёмного модулей смонтированы на четырёхслойных печатных платах из материала FR4. Функциональная схема измерителя ТГЧ-ВЧ2 приведена на рисунке 4. Основные массогабаритные характеристики измерителя:

- передатчик (без антенны и ИП) – 204×88×35 мм; масса 0,6 кг;
- приёмник (без антенны и ИП) – 224×88×35 мм; масса 0,7 кг.

Питание приёмника и передатчика осуществляется от сетевого или аккумуляторного источника питания. ☺

Треком

ПРОЕКТИРОВАНИЕ И ИЗГОТОВЛЕНИЕ ЗАЩИЩЁННЫХ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ КОНСТРУКТИВОВ

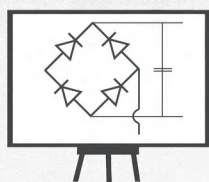


- Высокий уровень экранирования
- Системы управления с ограничением доступа
- Системы мониторинга экранирующих свойств

Помехоподавляющие фильтры, экранированные конструктивы, сотовые вентиляционные экранирующие решётки, защитные экранирующие стёкла для мониторов, внедрение оптоволоконных интерфейсов

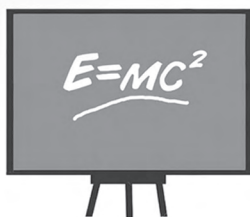
WWW.TREKOM.PF • office@trekom.ru • +7(499) 322-3268

Реклама

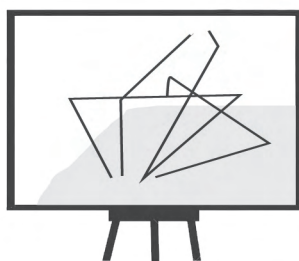


Простые

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



Сложные



Иногда абсурдные...



**Но оптимальное решение
уже есть:**



Обновленная серия PFE-FA, SA модульных AC/DC-преобразователей:

- Диапазон входных напряжений: ~ 85-265 В
- Коэффициент мощности: 0,95
- Ряд выходных напряжений: 12, 28, 48, 51 В с возможностью регулировки
- Выходная мощность: 300-1000 Вт
- КПД: до 91%
- Напряжение пробоя (вход-выход): 3000 В (DC)
- Тип корпуса: BRICK с металлическим основанием
- Диапазон рабочих температур: -40...+100 °C
- Защита от перенапряжения, перегрузки, перегрева
- 5 лет гарантии

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



НОВОСТИ МИРА

Подведены итоги
SEMIEXPO Russia 2018

29 и 30 мая в ЦВК «Экспоцентр» прошло будущее мероприятие в области микроэлектроники и полупроводников в России SEMIEXPO Russia 2018. В этом году выставка включала 2-дневную программу разноплановых деловых мероприятий: от конференций по различным аспектам развития бизнеса в России и за рубежом до первого в России SEMI Member Forum, ставшего премьерой этого года. Выставку посетили более тысячи профессиональных специалистов, зарубежных экспертов и студентов профильных российских вузов.

Экспозиция выставки была представлена участниками из России, Германии, Нидерландов, Бельгии, США, Чехии, Франции, Японии, Сингапура, Белоруссии, Тайваня и Словакии. Традиционно со стендами участвовали такие компании, как «Диполь», «КБТЭМ-ОМО», SVCS, Maicom Quarz, «Техноюнити» (Корпорация развития Зеленограда), «СКТО Промпроект», EBARA, SPS Europe и другие.

Программа конференции стартовала 29 мая с выступления Алексея Волостнова (Frost & Sullivan) с обзором текущего состояния и перспектив развития микроэлектроники в России

и на глобальном уровне. В первой конференционной сессии приняли также участие эксперты из Future Horizons, ПАО «Микрон», Eureka, «СКТО Промпроект». Перед своим выступлением генеральный директор ПАО «Микрон» Гульнара Хасьянова отметила, что сегодня отрасль микроэлектроники во всём мире находится в фазе серьёзных перемен, перестраиваясь под потребности цифровой экономики.

Первый за всю историю выставки SEMI Member Forum привлёк внимание большого количества экспертов из различных индустрий, представителей российского и международного бизнес-сообщества. Спикерами форума стали Stefan Kester (Shenker AG), Joachim Ludvig (COLANDIS GmbH), Алексей Волостнов (Frost & Sullivan) и Владимир Крупник (Crocus Nano Electronics). Модератором выступил генеральный директор Future Horizons Malcolm Penn. Участники дискуссии обсудили возможности сотрудничества российской индустрии микроэлектроники с глобальным сообществом. Stefan Kester отметил, что город Дрезден, где располагается крупнейший в Европе кластер, объединяющий более 300 коммерческих компаний, университетов и исследовательских

центров, намерен продолжать сотрудничество как с выставкой SEMIEXPO Russia, так и с российской индустрией. Joachim Ludvig оценил перспективы локального рынка как положительные, но также отметил, что российский рынок нуждается в новейших технологиях и решениях. Во время проведения форума спикеры активно общались с аудиторией, отвечали на вопросы делегатов. Четыре ведущих эксперта предложили свою непосредственную поддержку в развитии российского стартап-проекта молодому учёному, заинтересовавшись его разработкой.

30 мая деловая программа мероприятий была сфокусирована на экспортных перспективах. В сессии выступили Михаил Фельдман (ЦНИИ «Электроника»), Дмитрий Политов («ВЭБ-Инновации»), Марат Караваев («Российский экспортный центр») и многие другие. Особенно слушатели отметили выступление Франка Зальцгебера («Европейское космическое агентство») на тему «Space solutions». Презентация была посвящена развитию и применению технологий космоса в повседневной жизни. Докладчик стал ключевой фигурой сессии, собрав вокруг себя наибольшее количество заинтересованной профессиональной публики.

Микроволновая
ЭлектроникаВыходная мощность **2 Вт**Ширина полосы
модулирующей частоты (встроенный
цифровой синтезатор частоты)**560 МГц**

Фазовый шум

-139 дБн/Гц
(отср. 10 кГц от 1 ГГц)Виды встроенных
сигналов**ППРЧ
ЛЧМ
мультиотнотные,
импульсные**Доступ пользователя к
программированию
ПЛИС**+**Интерфейс ввода
данных и управления**10 Гбит/с (Ethernet (GPI+))****1 Гбит/с (Ethernet (GPI) - опция)**

Скорость передачи данных

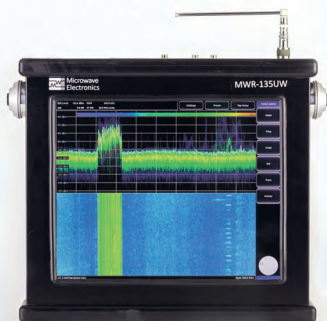
3 Гбит/с по радиоканалуВстроенные
цифровые виды
модуляции**М-PSK, М-QAM,
OOK, М-ASK,
М-FSK, MSK, GMSK,
произвольный**Диапазон
рабочих частот**8 кГц - 16 ГГц**

Контрольно-измерительное оборудование

Векторный генератор сигналов

MWT-160U

Измерительный приемник

MWR-135UWПолоса анализа
реального времени**260 МГц**

Фазовый шум

-139 дБн/Гц
(отср. 10 кГц от 1 ГГц)Полоса
демодуляции
и записи**260 МГц**Графический
сенсорный дисплей**17"**

Чувствительность

-166 дБм/ГцИнтерфейс
вывода данных**10 Гбит/с (Ethernet (GPI+))**Динамический
диапазон**153 дБ**Диапазон
рабочих частот**8 кГц - 13.5 ГГц**Скорость
сканирования**58 ГГц/сек**

Реклама

Микроволновая
Электроникаwww.mwel.ru

Контрольно-измерительное оборудование «Микроволновая Электроника»

e-mail: **info@mwel.ru**тел: **+7 (495) 137-5335**

Также впервые в рамках SEMIEXPO Russia 2018 прошёл «МЭМС-Форум 2018». За свою многолетнюю историю он успел приобрести статус конференции международного уровня, которая ежегодно становится ведущим событием по тематике микросистем в России и странах СНГ. В этом году форум позволил более широко взглянуть на тематику датчиков и систем, основанных на МЭМС и других принципах действия. Отличительной чертой мероприятия стал широкий охват цифровых сенсорных решений для безопасности, строительства, точного земледелия, медицины, ЖКХ и многих других сфер. При этом важным моментом в докладах всех спикеров была принципиальная возможность изготовления описываемых устройств именно в России и направленность на освоение в первую очередь российского рынка. «МЭМС-Форум 2018» в рамках SEMIEXPO Russia 2018 был посвящён актуальным вопросам разработки и производства современных МЭМС-датчиков и сенсорных решений. Отдельное внимание было уделено сферам применения высокотехнологичных датчиков («умные» города, Индустрия 4.0, цифровая экономика и др.). Форум имел колоссальный успех, чем закрепил своё



особое место и роль в рамках деловой программы выставки SEMIEXPO Russia.

Для молодых представителей отрасли 29–30 мая на площадках Science & Technology ARENA и Networking Area прошёл ежегодный Всероссийский конкурс научно-технических проектов «Инновационная радиоэлектроника». Конкурс организован ЦНИИ «Электроника» при поддержке Министерства промышленности и торговли России и ведущих представителей радиоэлектронной промышленности: Kraftway, «Радар ММС», НИИМА «Прогресс», НИИ «Масштаб», АО «Байкал-Электроникс» и др. Спонсором Science & Technology ARENA выступила компания «Крокос Наноэлектроника». Участники конкурса продемонстрировали на своих стен-

дах прототипы или презентации своих проектов, а экспертное жюри высокого оценило разработки молодых талантливых учёных в сфере радиоэлектроники и микроэлектроники. Членами компетентного жюри выступили Дмитрий Политов («ВЭБ-Инновации»), Malcolm Penn (Future Horizons), Анатолий Ковалёв (АО «ЗНТЦ») и Jacques Berg (TEL VC).

Гала-ужин в честь открытия выставки SEMIEXPO Russia прошёл в этом году в Bosco Fresh & Bar на Красной площади, где экспоненты выставки и приглашённые гости смогли пообщаться в неформальной обстановке и поделиться впечатлениями от мероприятия. Спонсором вечера стала международная компания Green Technology Investments.

www.semiexpo.ru



Системы преобразования энергии

SCHAEFER

Источники питания AC/DC

- Вход: однофазная и трёхфазная сеть переменного тока
- Мощность от 100 Вт до 500 кВт
- Выход: от 5 до 400 В
- Диапазон рабочих температур от -40 до $+75^{\circ}\text{C}$

Источники питания DC/DC

- Вход: от 10 до 380 В постоянного тока
- Разнообразные конструктивные исполнения

DC/AC-инверторы

- Вход: от 20 до 800 В
- Выходы: однофазное и трёхфазное напряжение
- Частота выходного напряжения от 40 до 400 Гц с подстройкой

AC/AC-преобразователи

- Преобразование переменного напряжения в однофазное и трёхфазное с частотой от 40 до 400 Гц

Области применения

- Промышленная автоматизация
- Железнодорожный транспорт
- Испытательное оборудование

ProSoft®

ОФИЦИАЛЬНЫЙ ДИСТРИБЬЮТОР

(495) 234-0636
INFO@PROSOFT.RU

WWW.PROSOFT.RU



Рис. 10.10

Знакомство со стандартным осциллографическим пробником

Keysight Technologies

Пробник – это во многих случаях недооцениваемая, но очень важная составляющая испытаний с помощью осциллографа. Основное назначение пробника – подключение испытуемого устройства (ИУ) к входу осциллографа с целью приёма сигнала от ИУ и просмотра его формы на экране осциллографа. Однако следует учитывать, что пробник – это не просто провод с присоединённым к нему заострённым наконечником. Есть ещё множество вещей, которые необходимо знать о пробниках для получения корректных результатов испытаний.

В стандартную комплектацию большинства осциллографов с полосой пропускания до 1 ГГц входят высокоимпедансные пассивные пробники (см. рис. 1), по одному на каждый канал осциллографа. Именно с этими пробниками работает большинство пользователей.

Сопротивление наконечника пробника обычно составляет 9 МОм, поэтому в сочетании с входным сопротивлением осциллографа, равным 1 МОм, образуется резистивный делитель с коэффициентом 10:1. Таким образом, сигнал на входе пробника будет ослабляться на величину, определяемую коэффициентом, равным $1\text{ МОм} / (9\text{ МОм} + 1\text{ МОм})$. Например, если подать на вход пробника сигнал с напряжением 10 В, то с учё-

том коэффициента ослабления пробника 10:1 на вход осциллографа поступит сигнал с напряжением 1 В. За наконечником пробника следует высокоимпедансный кабель. На конце кабеля располагается компенсаторная или интерфейсная часть, которая соединяется с входом осциллографа.

Главной особенностью этого пробника является его высокий импеданс. При постоянном токе входной импеданс пробника равен 10 МОм, но с повышением частоты входного сигнала входной импеданс пробника снижается вследствие увеличения ёмкостного реактивного сопротивления.

Стандартный пассивный пробник является самым прочным, гибким и недорогим, имеющим очень широкий

входной динамический диапазон, поэтому он отлично подходит для выполнения базовых измерений или поиска и устранения неисправностей.

Компенсация пробника

Большинство стандартных пассивных пробников имеют настраиваемый компенсирующий конденсатор для согласования коэффициента RC пробника с входной ёмкостью осциллографа. Компенсирующий конденсатор пробника можно отрегулировать так, чтобы нейтрализовать входную ёмкость осциллографа. Для проведения процедуры компенсации пробник подключают к выходу калибровочного сигнала прямоугольной формы (обычно расположенному на передней панели осциллографа) и конденсатор регулируется так, чтобы прямоугольный сигнал выглядел действительно прямоугольным и имел как можно более плоскую вершину. Перед тем как выполнять любые измерения с помощью осциллографа, необходимо подключить пробники к клемме сигнала компенсации пробника на передней панели, чтобы убедиться, что пробники правильно скомпенсированы (см. рис. 2).

Пробники с двумя коэффициентами ослабления

Большинство пассивных пробников имеют коэффициент ослабления 10:1. Стандартный пассивный пробник обычно имеет два возможных коэффициента ослабления: 10:1 и 1:1 (см. рис. 3). На пробнике 1:1/10:1 имеется переключатель, который вводит в цепь сигнала последовательный резистор.

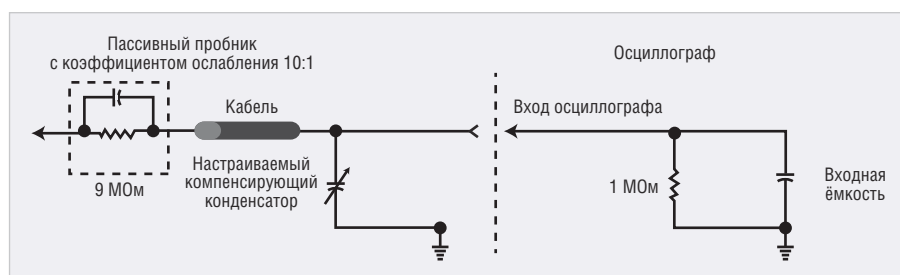


Рис. 1. Упрощённая схема высокоимпедансного пассивного пробника с коэффициентом ослабления 10:1

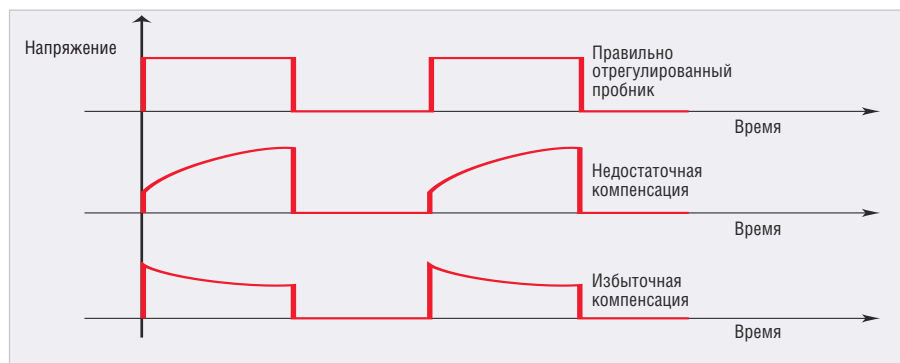


Рис. 2. Компенсация пробников перед измерениями



Рис. 3. Пассивные пробники N2140A и N2142A компании Keysight с коэффициентами ослабления 10:1 и 1:1

Обеспечьте высокую
эксплуатационную
готовность ваших систем.



Эффективность Ваших технических систем, критически важных для решения ответственных задач, измеряется их работоспособностью — и мы знаем, как повысить эксплуатационную готовность ваших систем. Именно поэтому сервисный центр Keysight получил аккредитацию на право поверки средств измерений и готов обеспечивать техническое обслуживание приборов под марками Keysight, Agilent и HP в минимально короткие сроки.

Оригинальные запчасти, автоматизированные тестовые системы, программное обеспечение для проведения калибровки и настройки, опытный персонал — всё это позволяет выполнить весь набор тестов в соответствии с требованиями завода-изготовителя максимально качественно и в сжатые сроки. Будьте уверены в точности ваших измерений!

Подробнее: www.keysight.com/find/Poverka
Тел.: 8 800 500 9286



Unlocking Measurement Insights

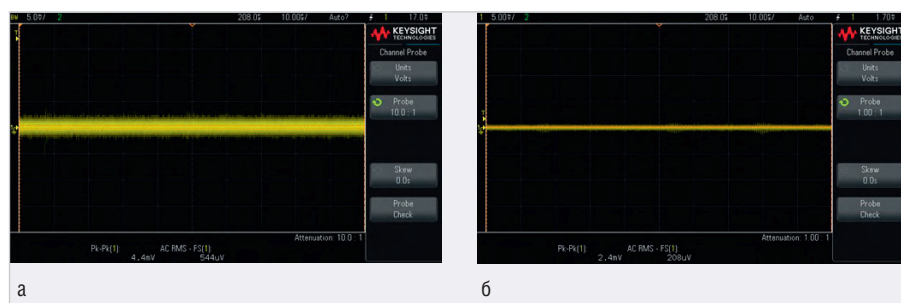


Рис. 4. Осциллограф и исходный уровень шума пробника: а) при коэффициенте ослабления 10:1; б) при коэффициенте ослабления 1:1

стор с сопротивлением 9 МОм. В осциллографе стоит резистор с сопротивлением 1 МОм, что обеспечивает коэффициент ослабления входного сигнала 10:1. В режиме 1:1 последовательный резистор в пробнике отключается и общее сопротивление постоянному току, измеренное на концевике пробника, составляет лишь 1 МОм, т.е. равно сопротивлению на входе осциллографа.

Основное преимущество использования пробника с двумя коэффициентами ослабления состоит в том, что он поддерживает оба коэффициента ослабления – 10:1 и 1:1. В целом режим пробника 1:1 обеспечивает более низкий уровень шума, что делает его идеальным для измерения слабых сигналов, таких как пульсация и шум источника питания. При этом режим 1:1 вносит значительную ёмкостную нагрузку, подключаемую параллельно входу осциллографа, что приводит к уменьшению полосы пропускания приблизительно до 25 МГц.

На рисунке 4 пробник 10:1/1:1 используется для измерения выходного шума источника питания с каждым из доступных коэффициентов ослабления. В режиме 1:1 измеренный шум почти наполовину меньше шума, измеренного в режиме 10:1.

Влияние пробника на устройство

При подключении пробника осциллографа к цепи он становится частью

испытываемой цепи и его электрические характеристики начинают влиять на процесс измерений в целом. Это может привести к снижению точности измерений и ухудшению рабочих характеристик, поскольку новая цепь, включающая в себя пробник, будет вести себя иначе, чем цепь без пробника. Это особенно актуально при измерениях высокочастотных сигналов.

Все пробники создают резистивную, ёмкостную и индуктивную нагрузки. Необходимо добиться того, чтобы это влияние не выходило за допустимые пределы. Наименьшие проблемы обычно создаёт резистивная нагрузка, когда используется высокоимпедансный пассивный пробник для измерения низкочастотных сигналов. Наиболее распространённый эффект от резистивной нагрузки связан с делителем напряжения, который образуют выходное сопротивление цепи и входное сопротивление пробника:

$$U_{in} = U_{source} \times \frac{Z_{probe}}{Z_{source} + Z_{probe}},$$

где Z_{source} – импеданс источника испытываемой цепи. Чем меньше сопротивление пробника относительно Z_{source} , тем сильнее нагрузка от пробника уменьшает амплитуду измеряемого сигнала.

Например, если значение Z_{source} равно 1 МОм, а значение Z_{probe} – 10 МОм, измеренная амплитуда сигнала будет при-

мерно на 9% меньше фактического её значения до подключения пробника.

При постоянном токе входной импеданс и нагрузочная характеристика пробника определяются резистивным компонентом его импеданса. Ёмкостное реактивное сопротивление пробника при этом не влияет на результаты измерений, поскольку ёмкостное сопротивление (X_c) при постоянном токе равно бесконечности, однако по мере увеличения частоты ёмкостное сопротивление снижается и становится основным источником нагрузки, вызывая рост потребления энергии из испытываемой цепи (см. рис. 5).

При измерении цепи можно обнаружить в сигнале затухающие колебания, или «звон». Что является причиной их появления – испытываемая цепь или пробник? На этот вопрос трудно ответить, но сам по себе он поставлен верно. Причиной затухающих колебаний в сигнале часто бывает индуктивное сопротивление. Источником затухающих колебаний является резонансная индуктивно-ёмкостная (LC) цепь, которая состоит из внутренней ёмкости, а также провода заземления пробника и индуктивности концевика пробника. Частота затухающих колебаний простой LC-цепи определяется по следующей формуле:

$$F_{ringing} = 1 / 2\pi\sqrt{LC},$$

где $F_{ringing}$ – частота, Гц; L – индуктивность, Гн; C – ёмкость, Ф.

Провод заземления часто бывает основным источником индуктивности. Простая замена такого провода с зажимом типа «крокодил» на более короткий может изменить форму измеряемого сигнала. В этом случае, скорее всего, проблема связана с индуктивной нагрузкой, а не с испытываемой цепью.

Заключение

Для получения максимально надёжных результатов измерений важно правильно подобрать пробник и использовать его надлежащим образом. Выбор правильной комбинации пробника и осциллографа обеспечивает максимальную точность измерений с помощью осциллографа. Пробники с двумя коэффициентами ослабления очень удобны, поскольку обеспечивают сразу оба коэффициента ослабления – 10:1 и 1:1. Кроме того, очень важно знать электрические характеристики пробника, поскольку они могут повлиять на результаты измерений и на работу цепи.

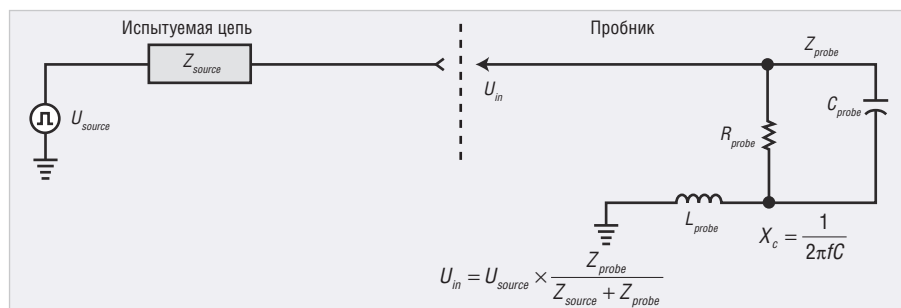


Рис. 5. Влияние резистивного, ёмкостного и индуктивного компонентов импеданса пробника на отклик испытываемой цепи

15-я Международная выставка
испытательного
и контрольно-измерительного
оборудования



23–25 октября 2018
Москва, Крокус Экспо



testing-control.ru

Итоги 2017 года:

12 675 посетителей | **57** регионов России | **27** стран

Реклама



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

Забронируйте стенд
testing-control.ru

Двунаправленный источник питания: ИП и электронная нагрузка с рекуперацией в одном приборе

Марио Биенерт (EA Elektro-Automatik)

В статье описываются возможности новых двунаправленных источников питания PSB 9000 от EA Elektro-Automatik. Применение данных источников позволит снизить временные и экономические издержки при проведении измерений и испытаний силовых, аккумуляторных и прочих устройств.

В процессе испытания многих изделий до сих пор использовались два устройства – источник питания и электронная нагрузка. Двунаправленный лабораторный источник питания (ИП) от EA Elektro-Automatik сочетает в себе функции лабораторного ИП и регенеративной нагрузки. Таким образом, затраты на приобретение оборудования и проведение испытаний можно значительно сократить.

Регулируемые лабораторные ИП используются в исследованиях и разработках, в производстве компонентов и сборок, а также в аккумуляторных, солнечных и приводных технологиях. В некоторых применениях потребителям требуются не только источники напряжения и тока, но и устройства, способные поглощать энергию. Простым примером в данном случае является тестирование батарей. Батареи сначала заряжаются источником питания, затем, если батарею необходимо разрядить для проверки ёмкости аккумулятора, используется электронная нагрузка. Однако при использовании двунаправленного ИП для зарядки и разрядки аккумулятора требуется только одно устройство. Кроме того, во время процесса разряда до 95% энергии подаётся обратно в сеть пита-

ния. Таким образом снижаются затраты не только на покупку оборудования, но и на электроэнергию, что благоприятно сказывается на окружающей среде.

Источник питания как рекуперативная нагрузка

Двунаправленный ИП PSB 9000 (см. рис. 1) от производителя силовой электроники EA Elektro-Automatik объединяет в одном устройстве блок питания и электронную нагрузку. Например, в случае если требуется смоделировать аккумулятор вилочного погрузчика, энергия, необходимая для поднятия груза с помощью мотора, поступает от источника питания. Если груз опускается, двигатель переключается в режим генератора и пытается вернуть полученную энергию обратно в источник питания. В таком случае двунаправленный источник питания PSB 9000 принимает функцию нагрузки, регенерируя полученную энергию и подавая её обратно в электросеть питания (см. рис. 2).

Двухквadrантное решение для расширения возможностей использования

Преимущество двухквadrантного решения состоит в его универсально-

сти. Устройство может работать как источник и как потребитель. Параметры источника питания и электронной нагрузки можно очень гибко устанавливать и контролировать. Кроме того, пользователь может регулировать внутреннее сопротивление и выходную мощность. В зависимости от требуемый ток, внутреннее сопротивление и мощность можно задавать отдельно как для источника, так и для потребителя через сенсорный HMI устройства или другие интерфейсы.

Устройства серии PSB 9000 имеют тот же набор функций, что и лабораторный источник питания PSI 9000, и предназначены для сложных задач в испытательных процессах и работах по внедрению изделия на производстве. Кроме того, с помощью этого устройства можно моделировать функции батарей, топливных элементов или фотоэлектрических модулей. Серия PSB 9000 может быть полезной для разработок в области транспорта, гибридных и рельсовых машин.

Функциональность устройства

Для удовлетворения потребностей заказчиков источников питания современные устройства должны быть универсальными. Прежде всего, они должны быть просты в использовании и иметь многочисленные интерфейсы для подключения к различным вычислительным системам. Кроме того, необходимо соответствующее программное обеспечение, с помощью которого лабораторный источник питания может быть быстро и легко запрограммирован для выполнения различных задач.

Двунаправленный ИП PSB 9000 обладает широкими функциональными возможностями. В этой серии доступны произвольный генератор функций, а также предварительно запрограммированная кривая запуска двигателя автомобиля в соответствии со стандартом DIN 40839. Синусоидальные, треугольные, прямоугольные и другие кривые могут быть легко запрограммированы и вызваны

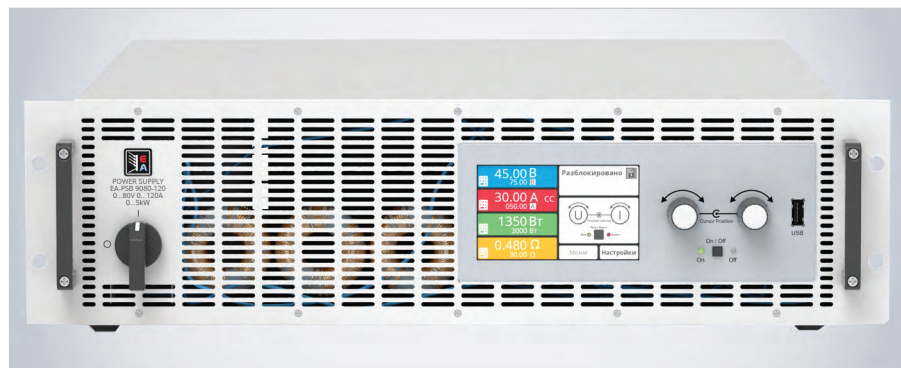


Рис. 1. Двунаправленный источник питания PSB 9000

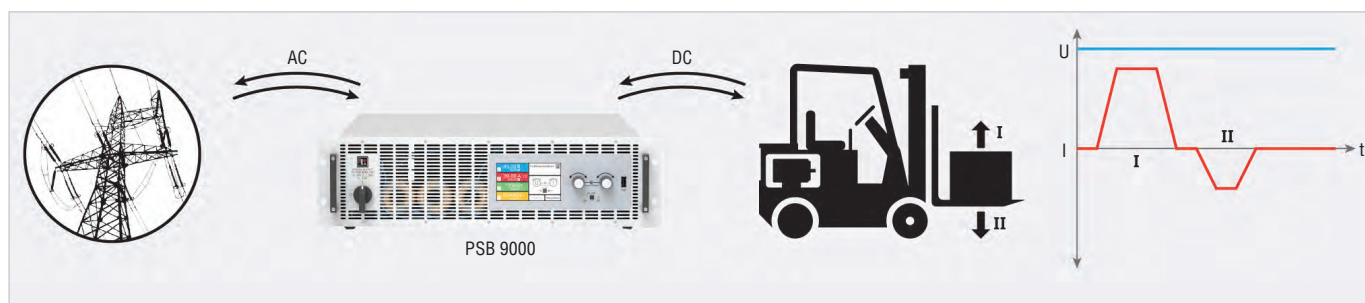


Рис. 2. Применение источника питания PSB 9000

нажатием кнопки. Кроме того, имеются встроенная система управления профилем батареи и функция секвенирования и регистрации физических величин.

Все функции доступны посредством сенсорного TFT-дисплея или с помощью одного из многочисленных поддерживаемых интерфейсов. Другие параметры, такие как ограничения по напряжению, току, мощности и сопротивлению, а также временные параметры, так же просто настраиваются. Кроме того, существует возможность конфигурирования сигналов тревоги, предупреждений или уведомлений в случае выхода того или иного параметра за установленные пределы.

УДОБНОЕ УПРАВЛЕНИЕ

Множество встроенных в PSB 9000 функций потребовало от инженеров ЕА создания удобной концепции эксплуатации. TFT-дисплей высокого разрешения и ёмкостный сенсорный экран делают управление данным ИП интуитивно понятным. Меню чётко организовано и доступно на немецком, английском, китайском и русском языках. Несколькими касаниями выбираются параметры и значения, вводимые через энкодер или цифровую клавиатуру.

На дисплее отображаются текущие значения напряжения, тока, мощности и внутреннего сопротивления. В то

же время имеется возможность отображения заданных значений для источника и нагрузки, текущего режима работы, имеющихся сигналов тревоги или предупреждения и состояния выхода. Если устройство находится в удалённом режиме управления, на дисплее будет показано, какой интерфейс его контролирует.

Состояние выхода отображается с помощью двух светодиодов и может быть включено и выключено с помощью кнопки с тактильной обратной связью. Для защиты от несанкционированного или непреднамеренного использования НМИ может быть частично или полностью отключён и затем активирован.

Источник питания и электронная нагрузка в одном приборе

Двухнаправленные источники питания серии EA-PSB 9000 3U

Напряжение до

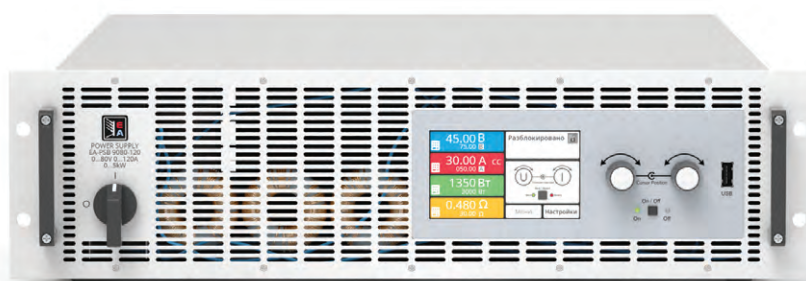
1 500 вольт*

Ток до

360 ампер*

Мощность до

15 000 ватт*



* — максимальное значение для одного блока.
Возможно создание систем до 2 МВт.



Elektro Automatik

Реклама



НИФРИТ | ОФИЦИАЛЬНЫЙ
ДИСТРИБЬЮТОР

www.elektroautomatik-rus.ru

+7 (499) 995-08-52

+7 (499) 645-51-92

124460 г. Москва, г. Зеленоград,
2-ой Западный проезд д.1, стр.1



МОДЕЛИРОВАНИЕ СЛОЖНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК

Цифровая система управления, используемая в двунаправленном лабораторном источнике питания PSB 9000, основана на 16-разрядном преобразовании АЦП/ЦАП. Благодаря параллельной обработке сигнала на ПЛИС время формирования сигнала при измерениях, вычислении и оцифровке составляет менее 1 мкс. Таким образом, с пропускной способностью 1 МГц можно одновременно обрабатывать измерения тока, напряжения, мощности и сопротивления. Работа с таблицами поиска (LUT-таблицами) также осуществляется на частоте 1 МГц. В дополнение к стандартизованному линейному управлению можно моделировать нелинейные характеристики, например характеристики батареи, топливного элемента или фотовольтаики. Табличные данные могут быть созданы в Excel или текстовом формате и переданы в LUT посредством интерфейса USB.

Один прибор – несколько классов напряжений и токов

Серия PSB 9000 унифицирует гибкий выходной каскад, разработанный EA Elektro-Automatik. Это подразу-

мекает возможность использования устройства в качестве источника и одновременно потребителя энергии. Серия PSB 9000 обеспечивает мощности от 5 до 15 кВт, напряжения от 60 до 1500 В и токи до 360 А в корпусе шириной 19" и высотой 3U (133 мм). Благодаря интеллектуальному интерфейсу «ведущий – ведомый» и шине Share устройства можно использовать для создания системы с общей мощностью до 240 кВт. Затем такую систему можно контролировать ведущим прибором. На его дисплее отображаются все суммированные данные. По сравнению с одним источником питания система приборов имеет такое преимущество, как резервирование. Она также легко может быть адаптирована для решения ряда сложных задач.

ЦИФРОВЫЕ И АНАЛОГОВЫЕ ИНТЕРФЕЙСЫ

Как и другие источники питания от EA, двунаправленные лабораторные источники питания серии PSB 9000 контролируются посредством различных коммуникационных интерфейсов. Они служат центром управления между HMI прибора, его силовой частью и внешней средой. Стандартное исполнение включает в себя

встроенный USB и аналоговый интерфейс.

В дополнение к управляющим входам для задания напряжения, тока, мощности и сопротивления аналоговый интерфейс также имеет выходы для считывания напряжения и тока. Входы и выходы могут быть сконфигурированы для управления уровнями напряжения в диапазонах 0...10 или 0...5 В. Кроме того, для реализации оповещений об ошибках имеются и другие TTL-выходы. Через слот Plug&Play можно подключить различные цифровые интерфейсы. Для этого опционально доступна поддержка Ethernet и Profinet с одним или двумя портами, а также Profibus, CANopen, CAN, Modbus, Ethercat и RS-232. Все эти интерфейсы гальванически изолированы от выходного терминала. Если требуется интеграция в сторонние системы, интерфейсы можно легко модифицировать.

Концепция двунаправленного источника питания PSB 9000 обеспечивает хорошее сочетание мощности, возможностей подключения, функциональности и простоты использования. Благодаря своей модульности система позволяет заказчику оперативно и экономично реализовывать решения, удовлетворяющие индивидуальным требованиям.



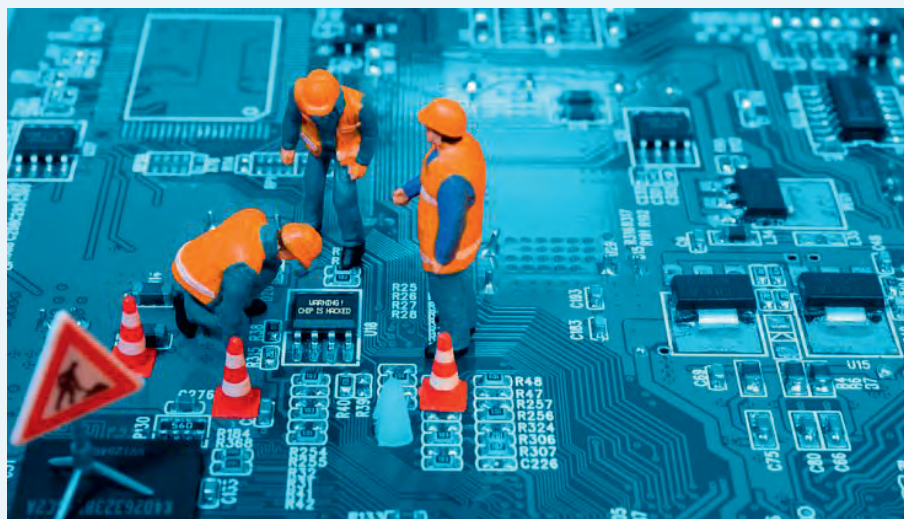
НОВОСТИ МИРА

Минпромторг к 2021 году оценит готовность российских предприятий к цифровой экономике

Минпромторг планирует к 2021 году завершить оценку готовности крупных и средних российских предприятий к переходу на цифровую экономику.

Как передаёт ТАСС, об этом заявил директор ведомственного департамента цифровых технологий Владимир Дождев на форуме «Технопром»: «Оценка технологической готовности, организационной готовности, кадровой готовности – для нас это главный этап с точки зрения выработки единых показателей, от которых мы и будем «плясать», вырабатывая приоритеты к каждой отрасли».

По его мнению, в России необходимо разработать и внедрить единую методику поддержки предприятий в переходе на цифровую модель бизнеса. Сейчас примерно половина компаний пока не видит взаимосвязи между технологиями и коммерческим успехом, считает представитель министерства.



Напомним, в 2018 году Россия заняла 20-е место из 22 в международном рейтинге цифровых технологий Digitalbarometri 2018, 40-е место из 63 в мировом рейтинге цифровой конкурентоспособности за 2018 год, составленном Международным институтом управленческого развития (IMD), а также оказа-

лась на 16-й строчке свежего рейтинга Automated Readiness Index, оценивающего уровень готовности стран мира к внедрению новых интеллектуальных технологий автоматизации, включая Интернет вещей и искусственный интеллект, анализ данных и робототехнику.

Новости Интернета вещей



Международный форум о возможностях применения светодиодных технологий

6–7 ноября 2018

ЦВК «Экспоцентр», Москва

В рамках форума пройдут сессии:



Специальная сессия с участием представителей
Международной комиссии по освещению (CIE)



Агропромышленный комплекс: теплицы



Учреждения культуры: музеи и выставки



Наружная реклама и ритейл

Регистрация на форум:
www.ledforum-moscow.ru



Интеллектуальный блок контроля подшипников для систем управления приводами двигателей, вращающимися узлами и механизмами

Сергей Лебедев, Сергей Синютин, Дмитрий Скворцов,
Анатолий Григорьев (zntc@zntc.ru)

В статье представлен принцип работы малогабаритного интеллектуального блока контроля подшипников для систем управления приводами двигателей, вращающимися узлами и механизмами и описаны предлагаемые решения по применению специализированных микросхем для контроля состояния подшипника. Кроме того, приведены результаты разработки специализированной аналого-цифровой микросхемы (ASIC) для построения интеллектуальных датчиков вибрации, а также показаны преимущества применения предлагаемого решения для создания датчиков контроля состояния подшипников и других движущихся частей машин самого разного класса.

Совместная разработка МИЭТ и Зеленоградского нанотехнологического центра

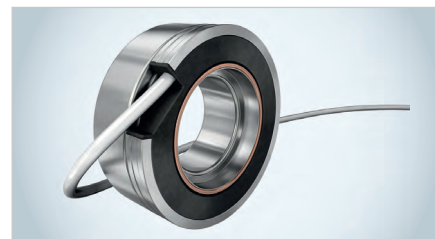
В настоящее время для контроля технического состояния приводов используются косвенные данные о скорости вращения, потребляемом токе силовых цепей, получаемые от датчиков, расположенных не на валу. Более эффективным инструментом для обеспечения безаварийной работы является установка системы контроля состояния непосредственно на вал вращающегося объекта и получение, таким образом, данных прямых измерений параметров ротора. Малогабаритный интеллектуальный блок контроля подшипников позволит повысить транспортную безопасность и снизить производственные расходы многих предприятий. Созданные по данной технологии электронные компоненты могут найти применение в приборах, работающих в двигателях и системах управления самолетами, а также в тормозных механизмах транспортных средств; кроме того, они могут быть использованы для усиления и обработки сигналов датчиков в промышленном оборудовании.

В октябре 2017 года НИУ МИЭТ совместно с АО «Зеленоградский нанотехнологический центр» и Таганрогским филиалом Южного федерального университета начал работу над проектом по созданию «интеллектуального подшипника», в котором традиционный подшипник качения дополнен электронными компонентами. Применение специализированных микросхем обеспечивает возможность кон-

тролировать состояние подшипника, измерять его угловую скорость, температуру и степень износа, что позволит своевременно прогнозировать и предотвращать развивающиеся отказы. Данная работа выполняется при поддержке Министерства образования и науки Российской Федерации по договору № 14.581.21.0030 от 27 октября 2017 года.

Зеленоградский нанотехнологический центр выступает индустриальным партнёром проекта и будет осуществлять внедрение интеллектуальных блоков диагностики работы и оценки технического состояния подшипников двигателей, опор и высоконагруженных вращающихся узлов и механизмов, а также проводить отработку технологических процессов и осуществлять опытное производство.

В настоящий момент в России целый ряд компаний занимается разработкой систем контроля подшипников, но, как правило, всё это громоздкие системы, использующие зарубежную элементную базу. Изделие, разрабатываемое коллективом ЗНТЦ совместно с НИУ МИЭТ, подразумевает создание малогабаритных интеллектуальных устройств, базирующихся на отечественных электронных компонентах. Получение данных об угловом положении с высокой точностью обеспечивается за счёт применения в блоке мониторинга специализированного датчика с нониусной магнитной шкалой. Соединение в блоке мониторинга уникальных и современных технологических решений позволит обеспечить высочайшую надёжность и длительный срок службы, устойчивость к типовым промышленным



загрязнениям (в первую очередь к маслам и различным присадкам) и механическим воздействиям (в том числе к вибрациям и ударам), а также возможность внеосевого расположения.

Конструктивно-технологический подход, применяемый в рамках проекта, позволяет решать ряд актуальных проблем, возникающих в процессе работы таких сильно нагруженных вращающихся объектов, как узлы двигателей и приводы. Кроме того, за счёт разработанного высокоинтегрированного решения обеспечивается повышение ресурса и контроль состояния и износа подшипников качения автомобильных двигателей и промышленных управляемых приводов различного назначения. Другой не менее актуальной задачей является заблаговременное выявление отклонений в работе приводов, что позволяет существенно снизить риск возникновения аварийных ситуаций.

В качестве решения указанных проблем специалисты Зеленоградского нанотехнологического центра и научные коллективы МИЭТ и ЮФУ предлагают установку системы контроля состояния непосредственно на подшипники вала подвижного объекта, что обеспечивает получение прямых данных измерений параметров ротора. В частности, предлагается установить 3 взаимно перпендикулярных датчика (радиальная, тангенциальная и осевая составляющие) виброускорения на каждую подшипниковую опору. Поскольку основная диагностическая информация имеет довольно широкий спектр (до 50 кГц), основная аналитическая обработка сигналов будет проводиться в реальном времени в микроконтроллере датчика, что обеспечит минимизацию трафика по линиям связи. Кроме того, для получения более

полной диагностики и корректной информации о состоянии подшипника необходимы дополнительные данные, такие как частота вращения ротора, спектры фазных токов в случае электропривода, момент нагрузки на валу привода и т.п. Эти сведения должны поступать в микроконтроллер малогабаритного интеллектуального блока по отдельным цифровым или аналоговым каналам.

Важными особенностями стационарных систем мониторинга, которые определяют и основной список решаемых ими задач, являются:

- возможность непрерывного измерения контролируемых параметров оборудования в реальном времени;
- возможность мультифизического мониторинга, например совместного мониторингирования механических и электрических величин, что характерно для электродвигателей и силовых трансформаторов;
- возможность организации периодического съёма (в том числе и удалённого) первичной информации в цифровой форме для более глубокой диагностики оборудования в удалённых диагностических центрах.

Для обслуживания оборудования по фактическому состоянию необходимо в реальном времени иметь информацию о техническом состоянии этого оборудования. Такой информацией для механического и электромеханического оборудования является вибрация.

Наиболее эффективно мониторинг состояния осуществляется с помощью анализа периодических, случайных и импульсных составляющих вибрации. Разделение вибросигнала на такие составляющие позволяет обнаружить тенденции к опасному изменению состояния агрегата и прогнозировать характер его развития. В то же время существует ряд проблем, возникающих при мониторинге состояния вращающихся частей машин, а именно:

- большое количество параллельно и непрерывно работающих датчиков и большой объём передаваемой информации;
- высокая цена существующих широкодиапазонных датчиков вибрации и измерительных каналов;
- большие габариты существующих датчиков, не позволяющие встраивать их непосредственно в конструкцию контролируемых блоков.

Стационарные системы контроля вибрации должны быть изначально ориентированы на вполне конкретный

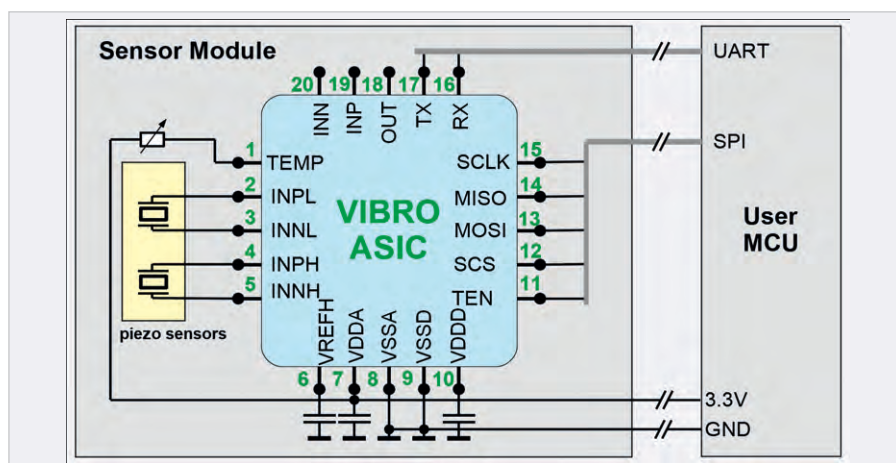


Рис. 1. Типовое применение микросхемы контроллера

тип оборудования, под задачи которого будет подстраиваться система. Это снижает универсальность системы, но в то же время позволит сократить количество параллельно и непрерывно передаваемой объёмной информации от работающих универсальных датчиков с широким частотным и динамическим диапазоном. Причиной высокой стоимости измерительного канала является его построение на дискретных компонентах и интегральных аналоговых схемах небольшой степени интеграции.

Следует отметить, что передовые производители стационарных систем мониторинга уже давно реализовали в них функции защитного мониторинга и объединяют такие системы с АСУ ТП в единый комплекс.

В рамках реализации проекта в качестве объектов мониторингирования были выбраны подшипники качения. Именно подшипники чаще всего определяют периодичность проведения ремонта оборудования из-за быстрой выработки ресурса, особенно из-за нарушений режимов эксплуатации.

Из рекомендуемых международных стандартами [1] измеряемых параметров были выбраны два – вибрация и температура. Наиболее эффективны для решения задачи мониторинга состояния вращающегося оборудования датчики, встроенные в оборудование и работающие в составе стационарных систем контроля. Эти датчики дают возможность контролировать появление кратковременных скачков вибрации, а также измерять и анализировать вибрацию и температуру в переходных режимах работы оборудования (пуски, скачки нагрузки и т.п.).

Задача мониторинга состояния вращающегося оборудования может быть решена с помощью достаточного дешё-

вого датчика для непрерывных измерений вибрации и температуры объектов мониторинга. Минимальное количество каналов такого датчика – 2: один канал для периодического измерения вибрации в широком диапазоне частот (от нескольких герц до нескольких килогерц), второй – для измерения температуры. Вибрация должна измеряться на подшипниковых узлах с делением на несколько частотных полос. Высокочастотная вибрация наиболее сильно реагирует на изменение состояния смазки, сопровождающееся разрывом тонкого масляного слоя. Вибрация в частотном диапазоне от 1000 до 10 000 Гц реагирует на развивающийся износ контактирующих между собой узлов трения. Низкочастотная вибрация вращающегося оборудования реагирует на появление предаварийной ситуации, когда в объекте контроля возникает цепочка быстроразвивающихся дефектов. Для идентификации причины изменения состояния количество частотных полос должно быть достаточно большим (обычно от 200 до 2000).

С целью решения указанных проблем коллективами АО «Зеленоградский нанотехнологический центр», НИУ МИЭТ и ЮФУ разрабатывается специализированная аналого-цифровая микросхема (ASIC) для построения интеллектуальных датчиков вибрации. Датчик в случае использования такой микросхемы состоит всего из 3 компонентов:

1. Чувствительный элемент.
2. ASIC (VIBRO-ASIC).
3. Стабилизатор напряжения.

Контроллер вибрации VIBRO-ASIC (см. рис. 1) предназначен для построения интеллектуальных датчиков вибрации с чувствительными элементами пьезоэлектрического типа, а также с некоторыми типами микромеханических чувствительных элементов (МЭМС).

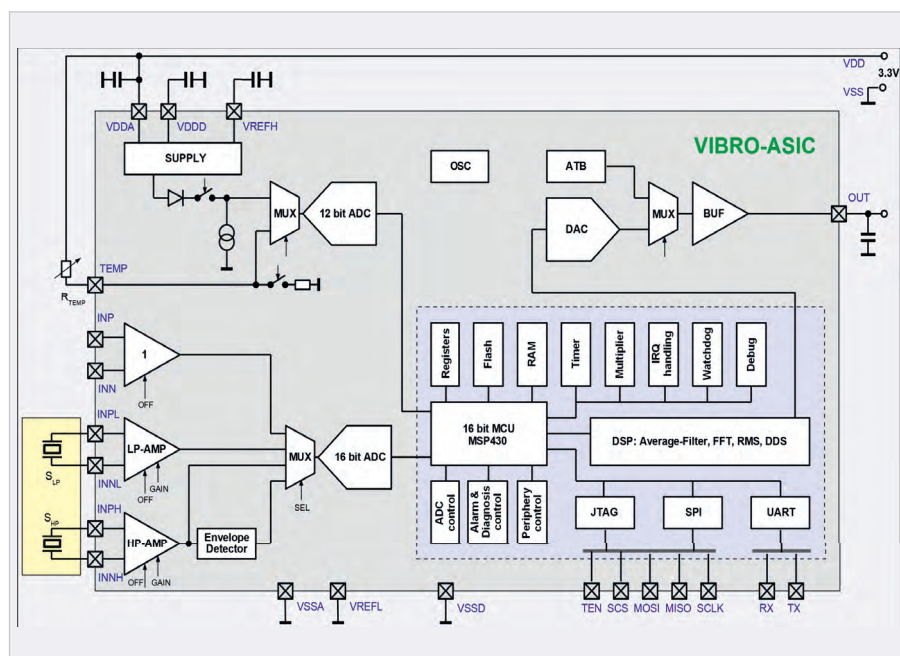


Рис. 2. Структурная схема контроллера

Состав контроллера и его структурная схема

Аналоговая часть микросхемы контроллера VIBRO-ASIC (см. рис. 2)

состоит из входных каналов: низкочастотного, высокочастотного и температурного. Выходной канал используется для формирования сигнала рас-

качки или как аналоговый тестовый выход.

Цифровая часть микросхемы состоит из 16-разрядного микроконтроллера, сигнального процессора и интерфейсов SPI, UART и JTAG.

Итоги реализации проекта

Сформированные требования к ряду чувствительных элементов и параметрам ASIC позволяют проектировать датчики для контроля состояния подшипников и других движущихся частей машин самого разного класса. Необходимо отметить, что при таком подходе к проектированию появляется возможность разработки и изготовления ряда дешёвых малогабаритных датчиков, ориентированных на конкретное применение, отличающихся только чувствительным элементом и, возможно, корпусом.

Литература

1. ISO 10816-1:1995. Mechanical vibration. Evaluation of machine vibration by measurements on non-rotating parts. Part 1: General guidelines.



НОВОСТИ МИРА

Российско-китайский форум по электронике Business electronics with China

Российско-китайский форум по электронике Business electronics with China пройдёт 18 октября 2018 года в ЦВК «Экспоцентр» при поддержке Минпромторга России, Государственной

Думы Федерального Собрания РФ, Министерства цифрового развития, связи и массовых коммуникаций РФ, Правительства Москвы, Китайской палаты международной торговли, Московской торгово-промышленной палаты.

Форум приурочен к визиту руководителей китайских заводов-производителей на

16-ю Международную выставку электроники, компонентов, оборудования, технологий ChipEXPO-2018 (17–19 октября 2018 года, Москва, ЦВК «Экспоцентр»).

Представители радиоэлектронной отрасли – экспоненты и посетители выставки – наиболее заинтересованы в сотрудничестве в сфере производства и поставки электронных компонентов, производства электроники, электронных гаджетов, контрактного производства. Уникальная возможность выстраивания прямого диалога с руководителями отраслевых китайских ассоциаций будет предоставлена в ходе работы российско-китайского форума по электронике Business electronics with China.

С российской стороны в форуме примут участие представители Министерства промышленности и торговли РФ, Государственной Думы Федерального Собрания РФ, Министерства цифрового развития, связи и массовых коммуникаций РФ, Корпорации «Ростехнологии», Правительства Москвы, а также ведущих предприятий отрасли.

С китайской стороны в форуме примут участие представители Союза китайских предпринимателей в России (ССПИТ), Китайского комитета содействия международной торговле, Китайской палаты международной торговли и эксперты в области экономики.

www.chipexpo.ru

ПРИБОРЫ И СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ:

ISO 9001 – 2015

ПРИБОРЫ ДЛЯ КОНТРОЛЯ ПАРАМЕТРОВ СРЕДЫ И ПРОДУКЦИИ

- ПРОБОЙНЫЕ УСТАНОВКИ
- ИЗМЕРИТЕЛИ RLC
- БЛОКИ ПИТАНИЯ
- ОСЦИЛЛОГРАФЫ
- МЕГАОММЕТРЫ
- ЧАСТОТОМЕРЫ
- КАЛИБРАТОРЫ
- СВЧ-ТЕХНИКА
- ВОЛЬТМЕТРЫ
- ГЕНЕРАТОРЫ

МНИПИ

ОТКРЫТОЕ АКЦИОНЕРНОЕ ОБЩЕСТВО

<http://www.mnapi.com>

e-mail: mnapi@mnapi.by

г. Минск, ул. Я. Коласа, 73

тел./факс: +37517-237-22-11

Реклама

ВСЯ ПРОДУКЦИЯ СЕРТИФИЦИРОВАНА

ChipEXPO-2018

КОМПОНЕНТЫ | ОБОРУДОВАНИЕ | ТЕХНОЛОГИИ

16-я
МЕЖДУНАРОДНАЯ
ВЫСТАВКА
ЭЛЕКТРОНИКИ

РОССИЯ | МОСКВА
ЭКСПОЦЕНТР

ТЕМАТИЧЕСКИЕ ЭКСПОЗИЦИИ

- Экспозиция предприятий радиоэлектронной промышленности России «Участники Федеральных целевых программ Минпромторга России»
- Экспозиция «Участники Конкурса «Золотой Чип»
- Экспозиция «Испытания и контроль качества ЭКБ»
- Экспозиция «Новинки производителей электронных компонентов»
- Экспозиция «Другая электроника»
- Экспозиция предприятий Зеленограда (Корпорация развития Зеленограда)
- Экспозиция предприятий АО «Росэлектроника»

17.10-
19.10

ОФИЦИАЛЬНАЯ ПОДДЕРЖКА



www.chipexpo.ru

Реклама

Повышение разрешающей способности АЦП микроконтроллера EFM8LB12

Часть 1

Алексей Кузьминов (compmicrosys@mail.ru)

Метод передискретизации и осреднения, применённый к 14-разрядному АЦП микроконтроллера EFM8LB12F64, позволяет поднять его разрешающую способность до 19 разрядов при темпе вывода результатов до 0,025 с в 8-канальном режиме работы.

В первой части статьи приводится подробное описание аппаратной части устройства сопряжения микроконтроллера EFM8LB12F64 с компьютером с помощью изолированных преобразователей USB-SPI на базе микроконтроллера EFM8UB10 и цифровых изоляторов ADUM3160 и SI8662, предназначенного для тестирования АЦП.

ВВЕДЕНИЕ

Применение хорошо известного метода передискретизации и осреднения [1] для увеличения разрешающей способности АЦП к встроенному в микроконтроллер Silicon Laboratories C8051F067 16-разрядному АЦП [2] позволило довести его разрешение до 19 разрядов. Тем самым оказалось возможным приблизиться к характеристикам 24-разрядного $\Delta\Sigma$ -АЦП Texas Instruments ADS1210 при одном и том же темпе вывода результатов (от 0,1 до 1 с). За последние 6 лет цена данных микросхем удвоилась до \$60 и \$20 соответственно. В связи с этим применение микроконтроллера C8051F067 (далее – F067) могло привести к существенному удорожанию устройства и снижению его конкурентоспособности. В 2016 году компания Silicon Laboratories выпустила новый микроконтроллер EFM8LB12 (далее – LB12), оснащённый 14-разрядным SAR-АЦП. Автором было выполнено несколько экспериментальных работ по использованию данных микроконтроллеров в преобразователях интерфейсов USB-SPI на базе ещё одного микроконтроллера EFM8UB10 (далее – UB10) [3, 4]. В этих экспериментах LB12 связывался с микроконтроллером UB10 по интерфейсу SPI, а UB10 – с компьютером по интерфейсу USB. В настоящее время цена LB12 на порядок ниже, чем у F067, что и явилось причиной проведения исследований, представленных в данной статье, с целью выяснить, может ли АЦП LB12 составить конкуренцию АЦП F067.

Преимущества LB12 перед F067 состоят не только в его стоимости.

Во-первых, этот микроконтроллер имеет в 3 раза большую максимальную тактовую частоту (75 МГц), чем у F067 (25 МГц). Это означает, что время расчёта суммы для осреднения результатов АЦП может быть в 3 раза меньше. Во-вторых, при максимальной тактовой частоте АЦП 18 МГц время его аналого-цифрового преобразования составляет не более 1,11 мкс, т.е. он способен производить аналого-цифровые преобразования с частотой дискретизации 900 кГц. В предыдущих экспериментах с F067 эта частота не превышала 400 кГц. Таким образом, АЦП LB12 в 2 раза быстрее АЦП F067. В-третьих, корпус C8051F067-GQ (TQFP-64) имеет размеры 12×12 мм, тогда как корпус EFM8LB12F64E (QFN32) – всего 4×4 мм, что существенно экономит место на плате устройства и повышает его надёжность. Наконец, LB12 – современный микроконтроллер, имеющий некоторые возможности, отсутствующие в F067. Среди них, например, возможность подключения таймеров T3 и T4 одного за другим. Это означает, что источником тактирования T4 может служить переполнение T3, что позволяет получить 32-разрядный аппаратный таймер и использовать его для измерений или заданий точных временных интервалов. Кроме того, LB12 оборудован специализированным блоком логики (CLU), позволяющим производить над входными сигналами операции «И», «ИЛИ», а также триггерные и другие операции, что даёт возможность исключить дополнительные аппаратные средства и существенно упростить конструкцию устройства.

Основным недостатком LB12 является 14-разрядный АЦП (против 16-разрядного АЦП F067). Кроме того, в LB12 реализован несколько иной принцип заполнения ОЗУ (XRAM) результатами измерений АЦП (2-байтными словами) без участия процессора микроконтроллера. Если F067 позволяет записать в XRAM сразу 2048 2-байтных слов с помощью устройства прямого доступа к памяти (DMA), то LB12 может заполнить только буфер из 64 2-байтных слов, а для дальнейшего заполнения требуется изменить адрес начала в памяти для следующего буфера, т.е. увеличить адрес на 128. Эту операцию необходимо проводить уже с участием процессора микроконтроллера. Данный режим в LB12 называется автосканированием. Однако, как будет показано далее, за счёт утроенной тактовой частоты LB12 и удвоенного быстродействия АЦП LB12 эти недостатки компенсируются. Мало того, если максимальный темп вывода результатов АЦП по 8 каналам у F067 составляет 0,1 с (т.е. частота вывода результатов не превышает 10 Гц), то темп аналогичного вывода у LB12 может достигать 0,025 с (40 Гц), правда, с несколько увеличенной погрешностью (см. далее).

АППАРАТНЫЕ СРЕДСТВА

Схема устройства (см. рис. 1) для тестирования АЦП LB12 не отличается особой сложностью. Расположение выводов микроконтроллера LB12 (DD1), показанное на рисунке 1, продиктовано следующими соображениями. С одной стороны, необходимо минимизировать влияние друг на друга входных и выходных сигналов, подключаемых к выводам микроконтроллера, а с другой – обеспечить максимальное удобство компоновки периферийных устройств, расположенных вокруг него. За конкретное расположение выводов микроконтроллера отвечает матрица соединений, которая будет подробно описана во второй части статьи.

На 1-й вывод (P0.0/Vref) из микроконтроллера выводится внутреннее

опорное напряжение 2,4 В (сигнал Vref). Это напряжение подключено к входу повторителя на одном из ОУ сдвоенного ОУ ОРА2335 (3-й вывод DA3). Конденсаторы C4 и C5 необходимы для обеспечения штатного режима работы внутреннего генератора опорного напряжения 2,4 В микроконтроллера. Выходное напряжение повторителя (1-й вывод DA3) подаётся на верхний по схеме вывод переменного резистора R3. Нижний по схеме вывод R3 заземлён. Движок R3 подключён к входу 2-го повторителя на ОУ (5-й вывод DA3). Выходной сигнал повторителя (6-й вывод DA3) подключён к входу ADC0.18 (12-й вывод DD1). Резистор R3 – 2-двигковый потенциометр СП5-35Б, движки которого расположены соосно. Один из движков предназначен для грубой настройки, второй – для точной. Номинал R3 4,7 кОм является достаточно малым для штатной работы генератора опорного напряжения Vref микроконтроллера и достаточно большим, чтобы его можно было напрямую подключать к входу АЦП. Поэтому в схеме использованы два повторителя на ОУ (выводы 1–3 DA3 и выводы 5–7 DA3).

Выводы VIO и VDD (2-й и 3-й выводы DD1) подключены к выходному напряжению стабилизированного источника питания напряжением +3,3 В на базе стабилизатора LP2950Z3.3 (3-й вывод DA1). Конденсатор C6 служит для обеспечения штатного режима работы DD1, а конденсаторы C2 и C3 – для работы DA1. Этим же напряжением +3,3 В питается сдвоенный ОУ ОРА2335 (8-й вывод DA3), штатный режим работы которого обеспечивают конденсаторы C7 и C8. Входное стабилизированное напряжение +5 В с двухконтактного разъёма X1 подаётся на вход стабилизатора (1-й вывод DA1), 2-й вывод которого заземлён. Для индикации наличия питания +5 В использован светодиод LD1 зелёного свечения с токоограничительным резистором R4.

Максимальная системная тактовая частота микроконтроллера LB12 составляет 75 МГц. Частота может быть получена либо с внутреннего тактового генератора (72 МГц), либо с внешнего. В качестве последнего были протестированы три типа генераторов. Первые два – стандартные кварцевые CMOS тактовые генераторы: 50 МГц Sunny Electronics SCO22350ADSR и 72 МГц EPSON SG-8002CE. Схема их подключения показана в пунктирном прямо-

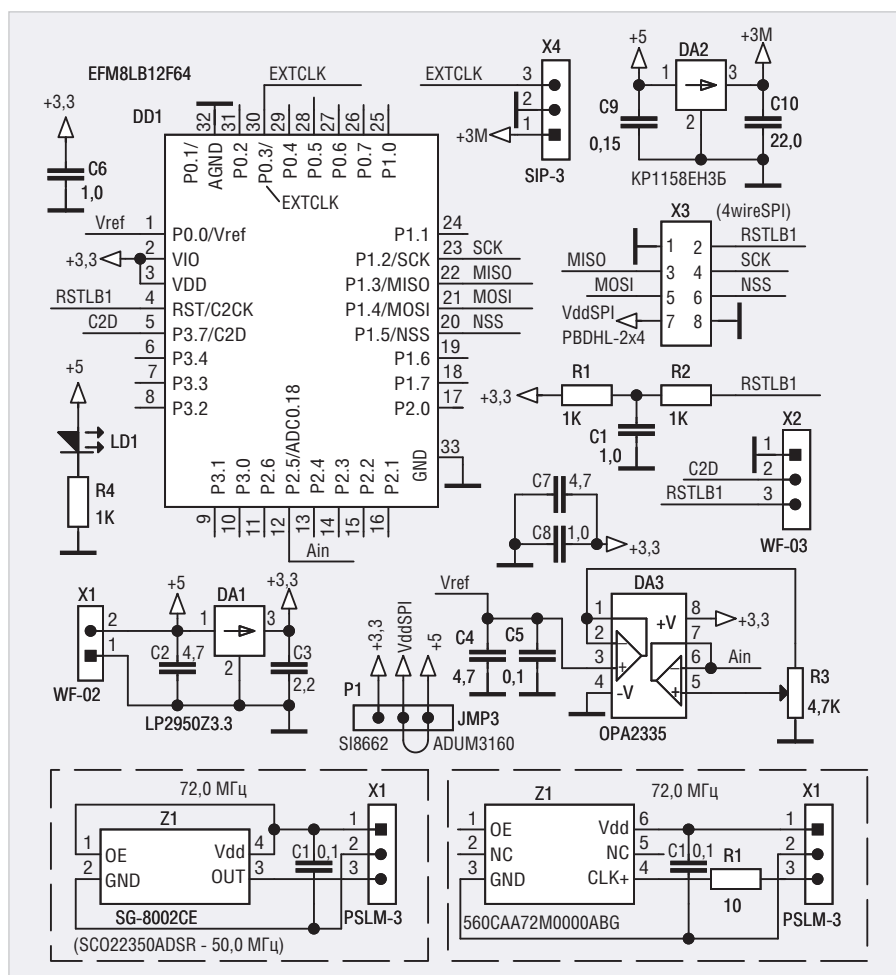


Рис. 1. Принципиальная схема устройства

угольнике в левой нижней части рисунка 1. Третий генератор – 72 МГц Silicon Laboratories SI560CAA72M0000ABG. Схема его включения показана в правой нижней части рисунка 1. Сигнал с внешнего тактового генератора подключается к 30-му выводу DD1 (сигнал EXTCLK). Для этих целей использован 3-контактный разъём SIP3 (X4). С 3-го контакта X4 поступает тактовая частота (сигнал EXTCLK), 2-й контакт X4 заземлён, а на 1-й контакт подаётся стабилизированное напряжение +3 В. Это напряжение вырабатывается стабилизатором KP1158EH3B, рассчитанным на максимальный ток 0,5 А, (3-й вывод DA2). На вход стабилизатора (1-й вывод DA2) с разъёма X1 подаётся стабилизированное напряжение +5 В, 2-й вывод DA2 заземлён. Конденсаторы C9 и C10 обеспечивают штатный режим работы DA2. Применение отдельного стабилизатора (DA2) для питания генераторов вызвано двумя причинами. Во-первых, это сделано для снижения шума сигнала Ain, подаваемого на вход АЦП, а во-вторых, если генераторы SCO22350ADSR и SG-8002CE потребляют только 10–15 мА тока, то генера-

тор SI560CAA72M0000ABG потребляет уже 75 мА, и максимального тока 100 мА стабилизатора DA1 (LP2950Z3.3) может уже не хватить.

Для связи платы с компьютером используются 4-проводный интерфейс SPI и преобразователи интерфейсов USB-SPI с гальванической развязкой, подробно описанные в [3, 4]. Сигналы интерфейса SPI (MISO, MOSI, NSS и SCK) и сигнал сброса LB12 (RSTLB1) подаются на микроконтроллер LB12 (DD1) с 8-контактного разъёма X3. К устройству преобразователя интерфейса USB-SPI подключаются разъёмом X3, а к компьютеру – кабелем microUSB-USB.

В устройстве использованы 2 изолированных преобразователя 4-проводного SPI в интерфейс USB. В первом с помощью цифрового изолятора SI8662 изолируется интерфейс SPI, во втором с помощью цифрового изолятора ADUM3160 – интерфейс USB. В обоих преобразователях используется микроконтроллер UB10. Поскольку преобразователь интерфейсов USB-SPI на базе ADUM3160 требует питания +5 В, а преобразователь на базе SI8662 – +3 В, на схеме (см. рис. 1) установлена

интерфейсов USB-SPI на базе цифрового изолятора ADUM3160 и UB10, а преобразователь интерфейсов USB-SPI на базе SI8662 лежит рядом. Дампер на перемычке в нижней части платы установлен слева (на +5 В). На рисунке также видны платы-переходники для LB12, генератора 72 МГц и ОУ ОРА2335. Переменный резистор СП5-35Б (R3) припаян к плате тремя жёсткими отрезками медного провода диаметром 1 мм, на которые надета трубка из ПВХ. На дно резистора приклеена жёсткая пластмассовая трубка жёлтого цвета, служащая опорой при регулировании входного напряжения, подаваемого на АЦП.

Во второй части статьи речь пойдёт о программных средствах и результатах испытаний для различных режимов работы АЦП LB12.

ЛИТЕРАТУРА

1. Improving ADC Resolution by Oversampling and Averaging. AN118: www.silabs.com
2. Кузьминов А. Как заставить встроенный в микроконтроллер АЦП поразрядного уравнивания работать с разрешением дельта-сигма-АЦП. Современная электроника. 2012. № 3.

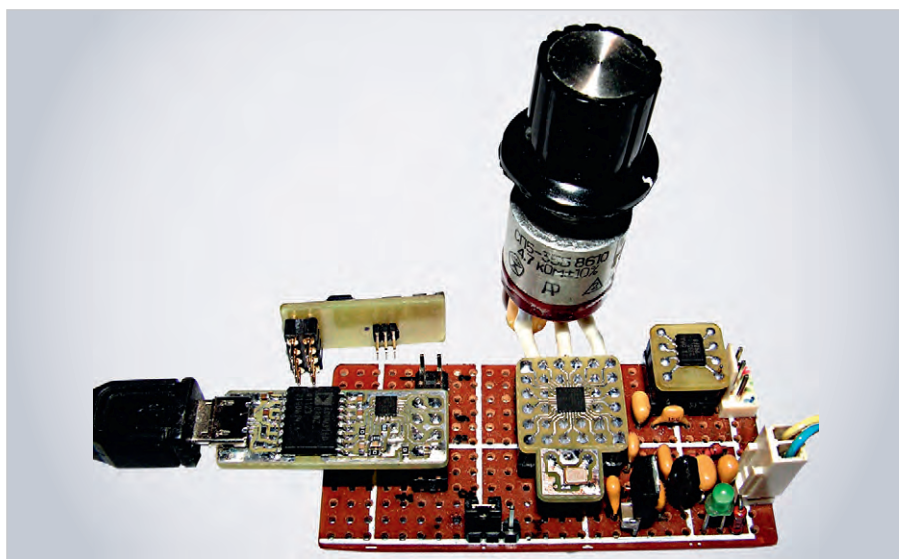


Рис. 5. Общий вид устройства

3. Кузьминов А. Преобразователь интерфейсов USB-SPI на базе нового 51-совместимого микроконтроллера EF8M8UB1. Современная электроника. 2017. № 1–3.
4. Кузьминов А.Ю. Связь между компьютером и микроконтроллером. Современные аппаратные и программные средства. – М.: Перо, 2018.
5. Кузьминов А. Изготовление устройств на печатных платах с высоким разрешением в домашних условиях. Технологии в электронной промышленности. 2010. № 8–10. 2011. № 1, 2.
6. Кузьминов А. Технология изготовления печатных плат с высоким разрешением в любительских условиях. Радио. 2017. № 10.



Komponenta®

АО «Компонента» - официальный дистрибьютор Weipu в России



ВОДОНЕПРОНИЦАЕМЫЕ ЦИЛИНДРИЧЕСКИЕ ЗАЩИЩЕННЫЕ РАЗЪЕМЫ WEIPU

СЕРИЯ SF



Тип соединения: push-pull

Материал оболочки: Хромированная латунь

Материал внутри: PPS

Материал контактов: Позолоченная латунь

Степень защиты: IP67

Температурный диапазон: -40 °C +85 °C

Количество контактов: от 2 до 12

Изоляционное сопротивление: 2000 МΩ

Цена: от \$7 за комплект

АО «Компонента»
+7 (495) 150-2-150

www.komponenta.ru
info@komponenta.ru

На правах рекламы.

НОВОСТИ МИРА

МИКРОЭЛЕКТРОНИКА – ОСНОВА НАЦИОНАЛЬНОГО СУВЕРЕНИТЕТА

2 октября 2018 года, во второй день работы IV Международного форума «Микроэлектроника» прошло пленарное заседание, в ходе которого эксперты с мировым именем поделились своим видением развития производства микроэлектронных изделий и компонентов для высокотехнологичных рынков с молодыми инженерами, разработчиками и потребителями продукции ЭКБ.

Открыл пленарное заседание директор Департамента радиоэлектронной промышленности Минпромторга России Сергей Владимирович Хохлов.

С приветственным словом к участникам форума обратился почётный президент научной конференции «Микроэлектроника – ЭКБ и электронные модули», руководитель Межведомственного совета главных конструкторов по электронной компонентной базе РФ, академик РАН, д.т.н. профессор Геннадий Яковлевич Красников.

Продолжилось заседание серией концептуальных докладов. Сопредседатель оргкомитета форума «Микроэлектроника 2018», генеральный директор АО «НИИМА „Прогресс“», к.э.н. Василий Викторович Шпак в



своём выступлении остановился на общемировом тренде цифровизации всех ключевых процессов жизни общества и отметил, что развитие микроэлектроники является национальным суперпроектом, реализация которого обеспечит суверенитет государства в технологической, экономической, культурной и военной сферах.

Директор ФГУП «МНИИРИП» к.т.н. Павел Павлович Куцько следующим представил свой доклад и сосредоточился на вопросах, связанных с разработкой системы управления знаниями радиоэлектронного комплекса. По его словам, объём прикладных

знаний в радиоэлектронной отрасли многократно превысил ресурсы человеческого сознания, при этом такие знания пока слабо обобщены и практически не структурированы. Решить эти проблемы поможет создание базы знаний радиоэлектронного комплекса на основе объединённого информационного пространства.

Кроме того, в пленарном заседании приняли участие руководитель отдела по испытаниям автомобильных систем и компонентов YEA Engineering, к.т.н. Гурген Робертович Марджян, заместитель генерального директора АО «НПП „Пульсар“», д.т.н., про-

Новое поколение GaN-транзисторов

CGHV14250 Диапазон частот: 1200–1400 МГц Мощность: 250 Вт Коэффициент усиления: 18 дБ	CGHV14500 Диапазон частот: 1200–1400 МГц Мощность: 500 Вт Коэффициент усиления: 17 дБ	CGHV35150 Диапазон частот: 2900–3500 МГц Мощность: 150 Вт Коэффициент усиления: 13,5 дБ
---	---	---

PROCHIP
POWERED BY PROSOFT

ОФИЦИАЛЬНЫЙ ДИСТРИБЬЮТОР

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

фессор Юрий Владимирович Колковский, заместитель генерального директора по научно-техническим программам и научной работе ОАО «Интеграл» Анатолий Иванович Белоус и другие представители научного и делового сообщества.

3 и 4 октября гостей ждало продолжение научной и деловой программы. В тематических секциях и панельных дискуссиях модераторами и участниками были ведущие представители компаний и организаций российского радиоэлектронного комплекса.

www.microelectronica.pro

Радиоэлектронная промышленность на дне

25 сентября 2018 г. Дмитрий Медведев озвучил нелицеприятный факт: Россия критически зависит от импорта радиоэлектроники. Доля российских компаний на этом рынке – 22%. Ситуация осложняется ещё и за счёт санкций.

Премьер указал, что обстановка в радиоэлектронной промышленности находится под пристальным вниманием властей – и это неудивительно, ведь данная сфера коррелирует с государственной программой цифровизации.

Тема импортозамещения и сбыта радиоэлектроники обсуждалась на правительственном совещании. Его участники предложили идеи по развитию этой сферы, при этом заместитель премьера Юрий Борисов в итоговом брифинге не привёл конкретных фактов, а обошёлся общими словами о совершенствовании нормативной базы и мерах адресной поддержки.

ПолитиканЪ

Создана первая российская RFID-метка для чипирования животных

«Ангстрем», российский разработчик и производитель полупроводниковых изделий, объявил о создании первой отечественной RFID-метки, предназначенной для чипирования животных.

Изделие получило название «Микроидентификатор радиочастотный бесконтактный для животных в индивидуальной упаковке в комплекте с приспособлением (аппликатором)».

Метка выполнена в виде стеклянной колбы размерами 12×2,1 мм; весит решение всего 0,1 г. Колба содержит бесконтактный RFID-модуль в конструктиве «чип-на-плате» с полупроводниковым кристаллом собствен-

ного производства «Ангстрема», а также антенну в виде ферритового стержня с намотанной на него медной микропроволокой.

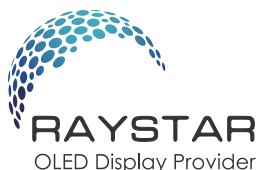


Комплект включает аппликатор — специальный одноразовый шприц для ввода метки под кожу животного. Утверждается, что соответствующую процедуру сможет выполнить как ветеринар, так и непосредственно хозяин домашнего питомца (шприц снабжён ограничителем хода поршня). Компоненты находятся в герметичной и стерильной blister-упаковке.

Изделие будет поставляться с наклейками, содержащими индивидуальный электронный код микроидентификатора.

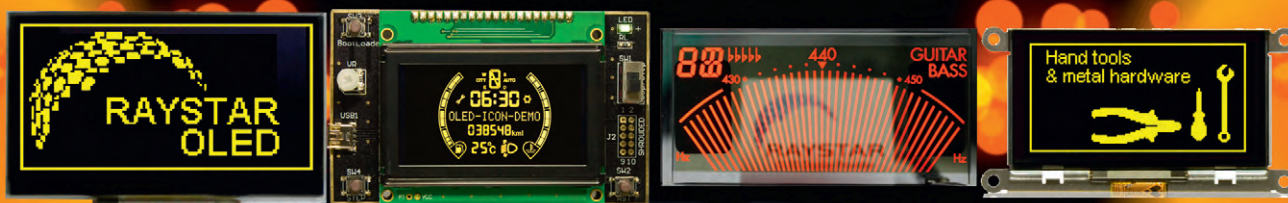
«Ангстрем» отмечает, что новинка выполнена в полном соответствии с российскими и международными стандартами. Поэтому в перспективе могут быть организованы поставки изделия за рубеж.

Пресс-служба компании «Ангстрем»



Лучшая замена ЖК-панелям

OLED-дисплеи Raystar



Специальное исполнение по ТЗ заказчика

Прозрачные модели

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

Характеристики

- Яркость экрана до 150 кд/м² обеспечивает считывание изображения при ярком солнечном свете
- Высокая контрастность 2000:1
- Широкий угол обзора до ±175°
- Цвет свечения: жёлтый, зелёный, красный, белый, синий
- Формат изображения: 122×32, 128×64, 240×64, 256×64 и 96×64 точки

- Низкая потребляемая мощность 10 мА (схемы управления – токовые)
- Светоэмиссионная схема: не требуется система подсветки
- Короткое время отклика: 10 мкс при температуре +25°C
- Широкий диапазон рабочих температур от –40 до +80°C
- Малая толщина модуля дисплея, небольшой вес
- Срок службы: 50 000 ч для белого и синего цвета; 100 000 ч для жёлтого, зелёного, красного цветов

ProCHIP
POWERED BY PROSOFT

ОФИЦИАЛЬНЫЙ ДИСТРИБЬЮТОР

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



Рис. 1010

Включение гальванически развязанного DC/DC-преобразователя с последовательным соединением его входной и выходной цепей

Сергей Чернышов (serj.chernyshov@mail.ru)

В статье пойдёт речь о способах нестандартного включения изолированных DC/DC-преобразователей. Рассмотренные схемы могут быть применены во вторичных источниках питания и позволяют работать с ультрашироким диапазоном напряжений сети постоянного тока. В статье также рассмотрены способы включения DC/DC-преобразователей, при определённых условиях увеличивающие КПД источников питания.

Идея представленных ниже схем состоит в том, что входная цепь гальванически развязанного DC/DC-преобразователя (модуля питания, конвертера) последовательно соединяется с его выходной цепью. Есть два варианта такого соединения: первый вариант – с суммированием на входе преобразователя напряжения первичного источника питания и выходного напряжения преобразователя, второй вариант – с вычитанием на входе преобразователя выходного напряжения преобразователя из напряжения первичного источника питания.

Рассмотрим первый вариант – с суммированием напряжения первич-

ного источника питания и выходного напряжения преобразователя. При таком включении существенно расширяется диапазон входных напряжений по сравнению с входным диапазоном DC/DC-преобразователя в обычном включении (в два и более раза, за счёт смещения вниз нижней границы диапазона). Это может быть полезно в применении в источниках питания, работающих с большим диапазоном напряжения первичной сети, в частности, сильных при долговременных просадках напряжения. На рисунке 1 представлена схема включения гальванически развязанного DC/DC-преобразователя с последо-

вательным соединением входной и выходной цепей – с суммированием на входе преобразователя напряжения первичного источника питания и выходного напряжения преобразователя, и стабилизированным напряжением на нагрузке, включённой относительно плюса первичного источника питания.

Нижняя граница напряжения первичного источника питания, необходимого для работы схемы, равна $V_{inDCDC}^{min} - V_{out}$, а верхняя – $V_{inDCDC}^{max} - V_{out}$. V_{inDCDC}^{min} и V_{inDCDC}^{max} – нижняя и верхняя границы диапазона входных напряжений DC/DC-преобразователя, V_{out} – выходное напряжение преобразователя. Для такого включения справедливо выражение:

$$P_{in} - P_z = P_{inDCDC} - P_{out}, \quad (1)$$

где P_{in} – потребляемая от первичного источника мощность, P_z – выходная мощность на нагрузке (полезная мощность), P_{inDCDC} – входная мощность DC/DC-преобразователя, P_{out} – выходная мощность DC/DC-преобразователя.

Запишем P_{in} следующим образом:

$$P_{in} = \frac{P_z}{\eta - \frac{V_{out}}{V_{in}}(1 - \eta)}, \quad (2)$$

где V_{out} – выходное напряжение преобразователя, V_{in} – напряжение первичного источника питания, η – КПД DC/DC-преобразователя.

Нижняя часть выражения представляет собой КПД схемы. Как можно видеть, он меньше чем у преобразователя и зависит от напряжения первичного источника питания и КПД самого преобразователя. Рассмотрим эту схему включения на примере DC/DC-преобразователя с выходным напряжением 5 В и входом 9...36 В, включённым по схеме с последовательным соединением входной и выходной цепей (с суммированием на входе преобразователя напряжения первичного источника питания и выходного напряжения преобразователя и стабилизированным напряжением на нагрузке, включённой относи-

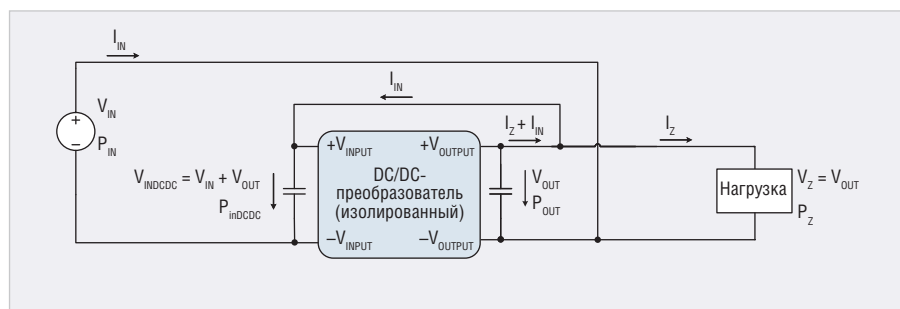


Рис. 1. Схема включения гальванически развязанного DC/DC-преобразователя с последовательным соединением входной и выходной цепей

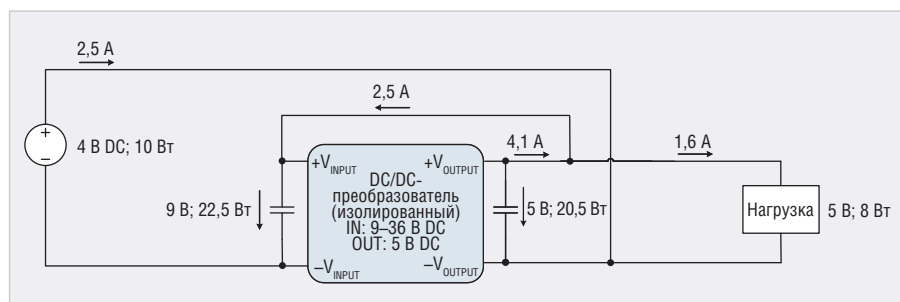


Рис. 2. Схема DC/DC-преобразователя с выходным напряжением 5 В, входным напряжением 9...36 В с последовательным соединением входной и выходной цепей

тельно плюса первичного источника питания) (см. рис. 2).

Напряжение первичного источника питания составляет 4 В – минимальное напряжение для работы схемы. При этом на входе преобразователя сохраняется напряжение 9 В, которое является суммой напряжения первичного источника питания и выходного напряжения преобразователя. Диапазон входного напряжения схемы составляет от 4 до 31 В (увеличение почти в два раза, по сравнению с входным диапазоном DC/DC-преобразователя). Преобразователь выдаёт 20,5 Вт мощности при полезной мощности на нагрузке 8 Вт и потребляемой от входной сети мощности 10 Вт. КПД схемы в этих условиях и с учётом КПД преобразователя (91%, как в лучших DC/DC-модулях питания) составляет почти 80%. При входном напряжении 12 В КПД схемы равно 87%, при 24 В – 89%. При этом КПД преобразователя считается независимым от входного напряжения и постоянным в пределах коэффициента нагрузки от 0,3 до 1.

Один из вариантов схемы представлен на рисунке 3 – схема включения гальванически развязанного DC/DC-преобразователя с последовательным соединением входной и выходной цепей (с суммированием на входе преобразователя напряжения первичного источника питания и выходного напряжения преобразователя и стабилизированным отрицательным напряжением на нагрузке, включённой относительно минуса первичного источника питания).

Следующая схема включения гальванически развязанного DC/DC-преобразователя с суммированием напряжения первичного источника питания и выходного напряжения преобразователя представлена на рисунке 4. Отличие этой схемы в том, что нагрузка заземлена, напряжение на ней нестабилизированное и также является суммой напряжения первичного источника питания и выходного напряжения преобразователя. Границы диапазона входных напряжений схемы рассчитываются так же, как и в предыдущем примере.

Для такого включения справедливо выражение (1), но выражение P_{in} приобретает следующий вид:

$$P_{in} = \frac{P_z}{1 - \frac{V_{out}}{V_{in}} \left(\frac{1}{\eta} - 1 \right)} \quad (3)$$

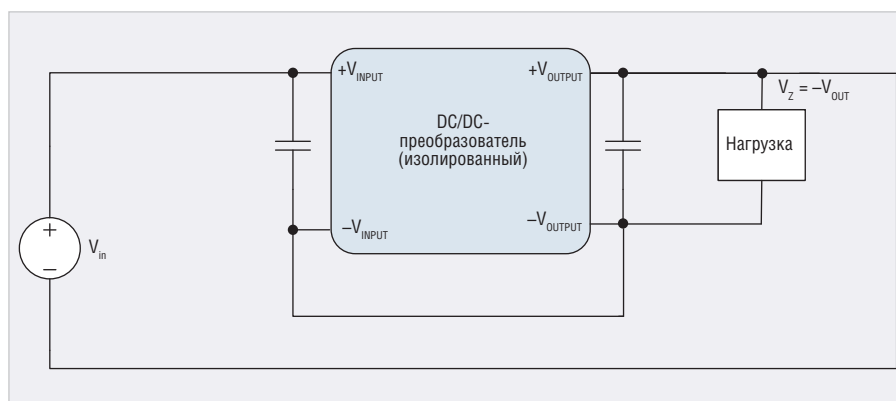


Рис. 3. Схема включения гальванически развязанного DC/DC-преобразователя с последовательным соединением входной и выходной цепей

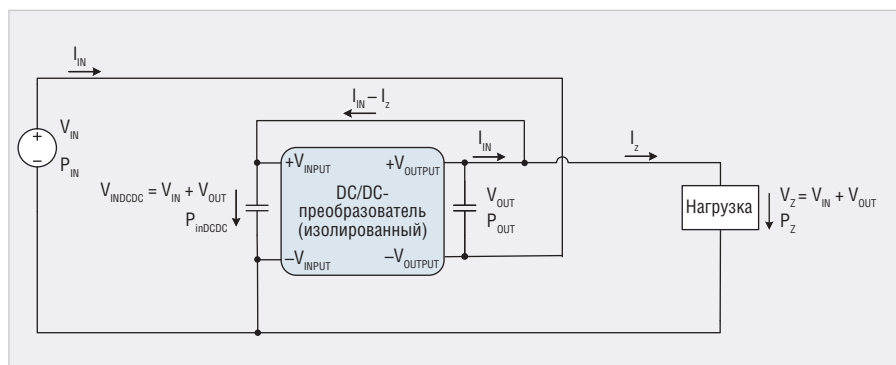


Рис. 4. Схема включения гальванически развязанного DC/DC-преобразователя с суммированием напряжения первичного источника питания и выходного напряжения преобразователя

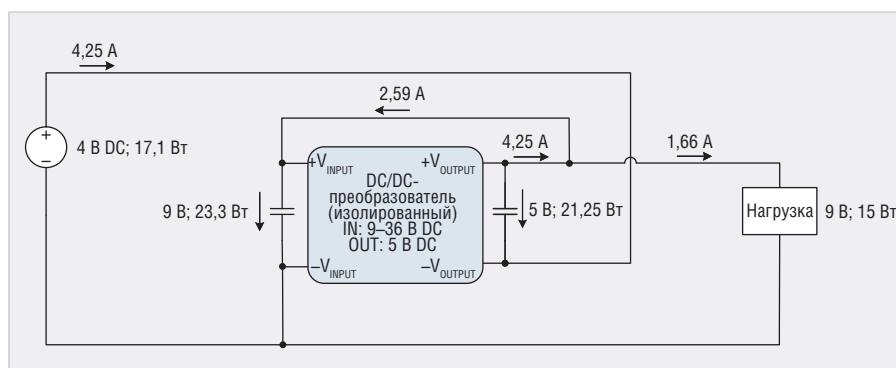


Рис. 5. DC/DC-преобразователь с выходным напряжением 5 В, входным напряжением 9...36 В, с нестабилизированным напряжением на нагрузке, включённой относительно минуса первичного источника питания

Рассмотрим схему, приведённую на рисунке 5, – DC/DC-преобразователь с выходным напряжением 5 В, входом 9...36 В, включённый по схеме с последовательным соединением входной и выходной цепей (с суммированием на входе преобразователя напряжения первичного источника питания и выходного напряжения преобразователя и нестабилизированным напряжением на нагрузке, включённой относительно минуса первичного источника питания).

Напряжение первичного источника питания составляет 4 В, как и в преды-

дущем примере это – нижний предел работы схемы. На нагрузке и на входе преобразователя напряжение составляет 9 В (минимальное для его работы) и является суммой напряжения первичного источника питания и выходного напряжения преобразователя. Диапазон входного напряжения схемы так же, как и в предыдущем случае составляет от 4 до 31 В. Преобразователь выдаёт 21,25 Вт мощности при полезной мощности на нагрузке 15 Вт и потребляемой от первичного источника питания – 17,1 Вт. КПД схемы, с учётом КПД преобразователя 91%, составляет почти 88%. При

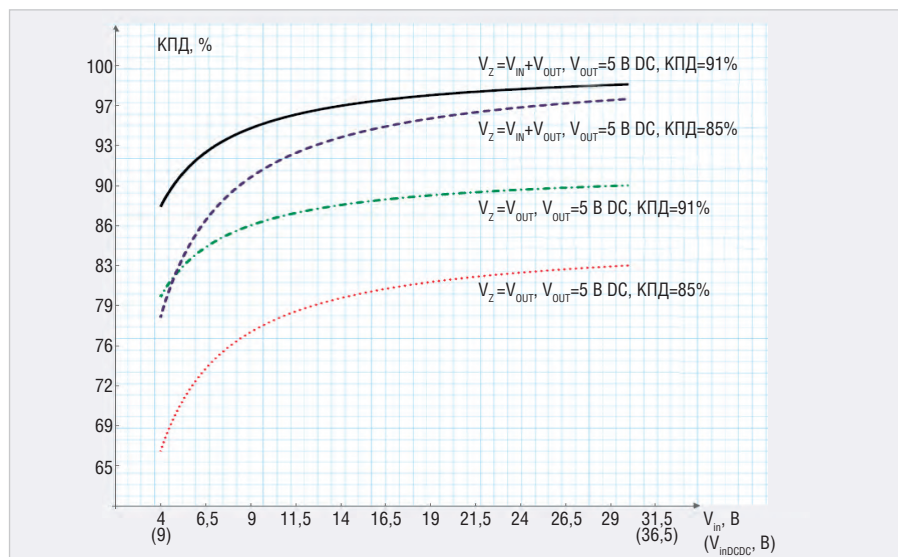


Рис. 6. Зависимость КПД преобразователя от входного напряжения

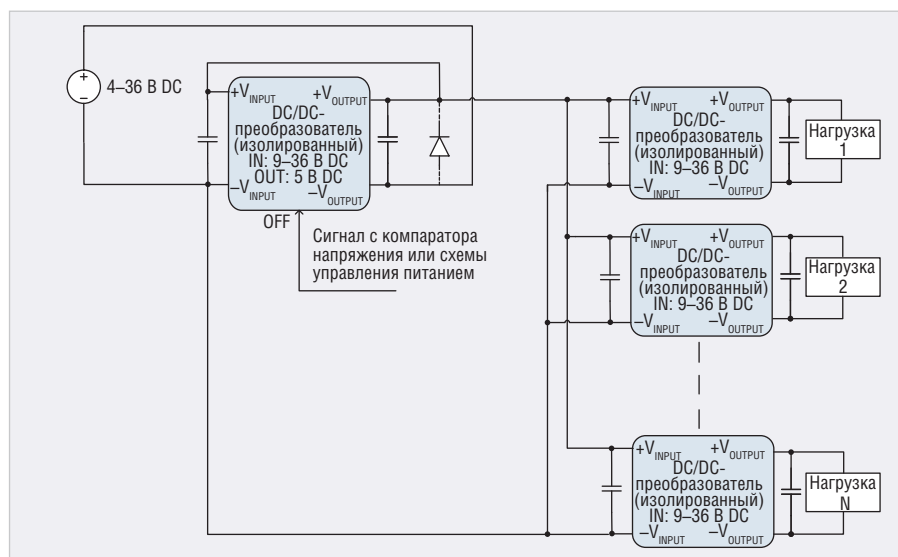


Рис. 7. Источник питания с суммированием на входе преобразователя напряжения первичного источника питания и выходного напряжения преобразователя

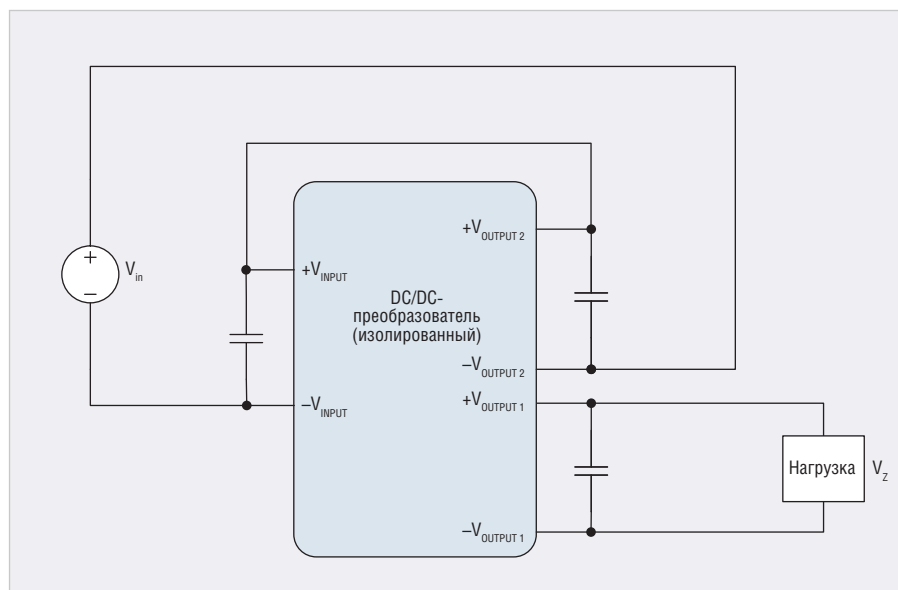


Рис. 8. Схема включения гальванически развязанного двухканального DC/DC-преобразователя с последовательным соединением входной и выходной цепей

входном напряжении 24 В КПД схемы равно 98%. Зависимости КПД описанных выше схем от напряжения первичного источника питания показаны на рисунке 6 (схемы с суммированием на входе преобразователя, напряжения первичного источника питания и выходного напряжения преобразователя).

Схема с суммированием на входе преобразователя напряжения первичного источника и выходного напряжения преобразователя имеет свои недостатки: уменьшение верхней границы входного диапазона питающих напряжений, отсутствие гальванической развязки, использование модуля DC/DC заведомо большей мощности (чем мощность, отдаваемая в нагрузку). При этом запуск схемы определяется пороговым напряжением включения DC/DC-преобразователя.

Выходное нестабилизированное напряжение схемы можно использовать для питания стандартно включённых гальванически развязанных DC/DC-модулей питания при больших просадках напряжения в первичной сети (см. рис. 7). Вычислить необходимую выходную мощность DC/DC-преобразователя для требуемой мощности в нагрузке можно из выражений (1–3).

В источнике питания, изображённом на рисунке 7, для поднятия верхней границы входного диапазона напряжений, а также для увеличения КПД схемы при работе с номинальными входными напряжениями первичного источника питания, можно использовать сигнал отключения DC/DC-преобразователя. Сигнал выдаётся компаратором напряжения или какой-либо схемой управления питанием при повышении напряжения первичного источника питания до нормального уровня. К выходу DC/DC-преобразователя рекомендуется подключить диод в обратном смещении. Входной диапазон такого источника составляет от 4 до 36 В.

Ещё один вариант схемы представлен на рисунке 8. В этом примере используется двухканальный преобразователь с развязанными выходными каналами, один канал которого используется в схеме с суммированием на входе преобразователя напряжения первичного источника питания и выходного напряжения преобразователя, а второй канал используется для подключения нагрузки.

Достоинством схемы является расширение входного диапазона и наличие гальванически развязанного канала (фактически являющимся одноканаль-

ным развязанным модулем питания с очень широким входным диапазоном). Выражение P_{in} в данном случае имеет вид:

$$P_{in} = \frac{P_z}{\eta - \frac{V_{out2}}{V_{in}}(1-\eta)}, \quad (4)$$

где V_{out2} – выходное напряжение выходной цепи последовательно соединённой с входной цепью преобразователя.

Второй вариант схем включения гальванически развязанного DC/DC-преобразователя с последовательным соединением его входной и выходной цепей – это схема с вычитанием на входе преобразователя выходного напряжения преобразователя из напряжения первичного источника питания. При таком включении существенно увеличивается КПД схемы по сравнению со стандартным включением преобразователя, что может быть полезно в применении в источниках питания, не требующих гальванической развязки (см. рис. 9).

Для такого включения всё так же справедливо выражение (1), выражение для P_{in} в данном случае, приобретает следующий вид:

$$P_{in} = \frac{P_z}{\eta + \frac{V_{out}}{V_{in}}(1-\eta)}. \quad (5)$$

Рассмотрим эту схему включения на примере (см. рис. 10). Полезная мощность на нагрузке 200 Вт, потребляемая от входной сети составляет 202 Вт. При такой мощности на нагрузке преобразователь выдаёт всего 29,9 Вт выходной мощности, что является несомненным достоинством схемы. Напряжение на входе преобразователя составляет 9 В (минимальное напряжение для его работы), которое является разностью напряжения первичного источника питания 57 В и выходного напряжения преобразователя 48 В. КПД схемы в этих условиях с учётом КПД преобразователя (около 93%) равен почти 99%. При напряжении первичного источника питания 84 В (верхняя граница напряжения работы схемы) КПД схемы близко к 97%. При этом выдаваемая выходная мощность преобразователя увеличивается с 29,9 до 82 Вт. По значению КПД схема лучше типовых понижающих конвертеров (buck, step-down converter) с выходным напряжением более десяти вольт. Если принять значение КПД преобразователя равным 80%, то получим значения КПД схемы примерно от 91 до 97%, при изменении входного напряжения с 84 до 57 В соответственно. Зависимость КПД схемы от напряжения первичного источника питания показаны на рисунке 11.

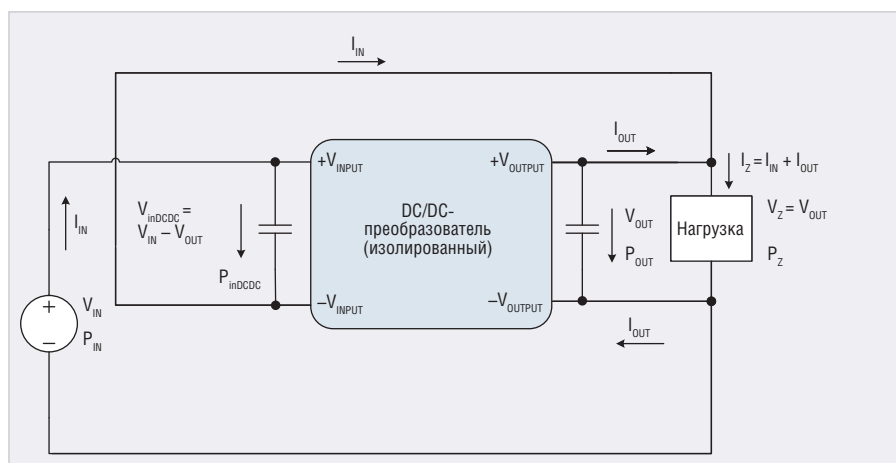


Рис. 9. Схема включения гальванически развязанного DC/DC-преобразователя с вычитанием на входе преобразователя выходного напряжения преобразователя из напряжения первичного источника питания

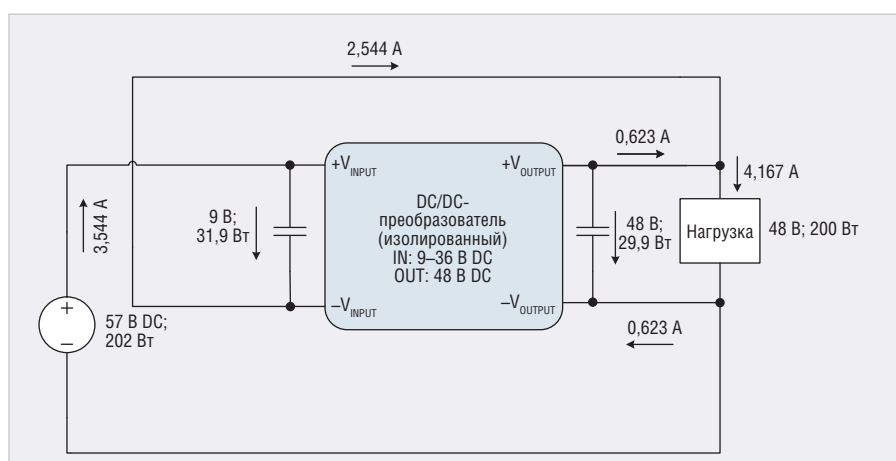


Рис. 10. DC/DC-преобразователь с выходным напряжением 48 В, входным напряжением 9...36 В с вычитанием на входе преобразователя выходного напряжения преобразователя из напряжения первичного источника питания

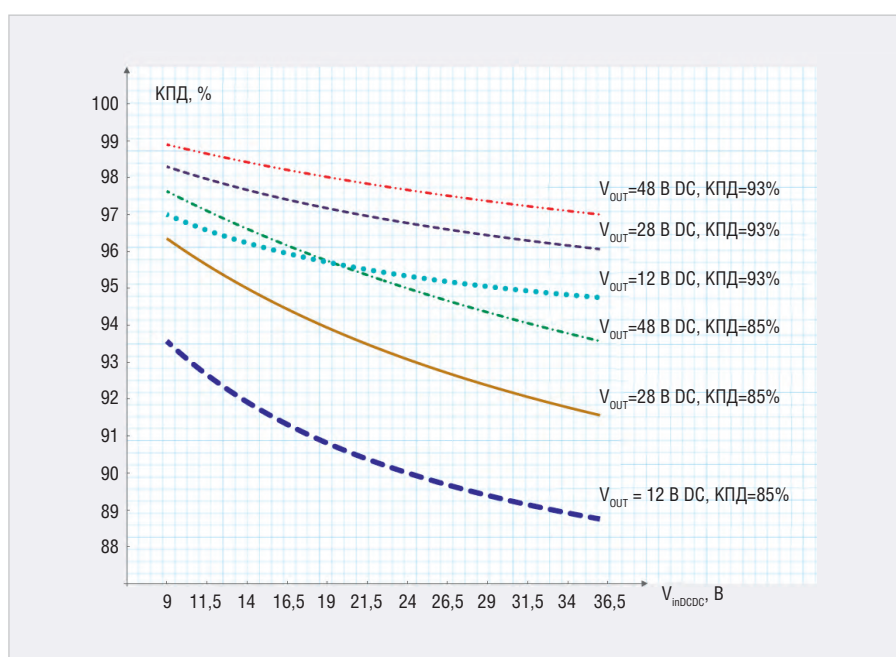


Рис. 11. Зависимость КПД преобразователя от входного напряжения (с вычитанием на входе преобразователя выходного напряжения преобразователя из напряжения первичного источника питания)

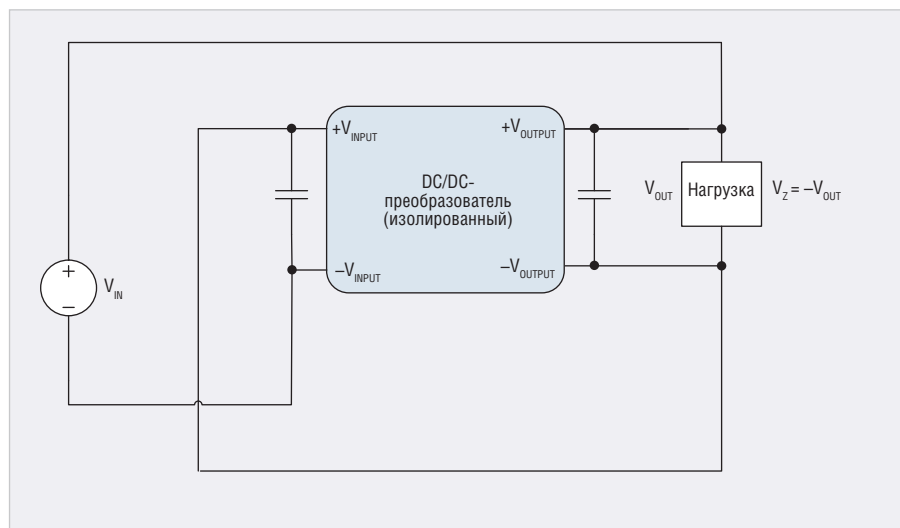


Рис. 12. Схема включения гальванически развязанного DC/DC-преобразователя с вычитанием на входе преобразователя выходного напряжения преобразователя из напряжения первичного источника питания

Вариант схемы с включением относительно плюса первичного источника питания представлен на рисунке 12. Недостатками схем с вычитанием на входе преобразователя выходного напряжения преобразователя из напряжения первичного источника питания являются уменьшение диапазона входных напряжений и отсутствие гальванической развязки. Однако очень большая часть источников питания использующих развязанные DC/DC-модули питания имеют соединение по минусам входной и выходной цепей, т.е. развязка в них отсутствует. Кроме того, при определенных условиях необходимы схемные решения для введения DC/DC-преобразователя в корректный режим работы и его защиты от переходных процессов при включении, аварийных режимах и т.д. Особенности схемы, которые следует учесть для правильной работы устройства, описаны далее.

При подаче входного напряжения ниже минимально допустимого возникает «эффект заикания» (релейный режим включения и отключения преобразователя). Данный эффект возникает из-за того, что в момент включения напряжение на входе преобразователя выше минимально допустимого, а затем при вычитании из него выходного напряжения преобразователя отключается по минимальному порогу. Некоторые преобразователи при работе с входным напряжением ниже минимального значения (например, производства AEIP или ЭлТОм) не отключаются, а пропорционально входному напряжению снижают выходное напряжение. Поэтому при их использовании упомянутого эффекта не возникает. Для исключения данного эффекта необходимо использовать соответствующие средства. Также для устойчивой работы схемы на минимально допустимом напряже-

нии, рекомендуется ставить выходные буферные конденсаторы большой ёмкости: соотношение выходной ёмкости к входной должно составлять не менее 5:1.

При включении устройства может появиться кратковременное перенапряжение на входе преобразователя, особенно, при напряжении первичного источника питания близком к верхнему порогу работы схемы. Это связано с тем, что в начальный момент ко входу преобразователя прикладывается всё напряжение первичного источника питания, а затем из него вычитается выходное напряжение преобразователя. Данный эффект может появляться одновременно с эффектом «заикания», описанным выше. Долговременное перенапряжение на входе может возникать, например, при коротком замыкании на выходе схемы. Хотя все модули питания способны выдерживать переходные кратковременные отклонения напряжения, необходимо обеспечить защиту входа преобразователя от перенапряжения.

При работе в режиме холостого хода на некоторых преобразователях может не хватить внутренней «подгрузки» модуля и произойдёт перенапряжение на его выходе. При этом рекомендуется использовать внешнюю «подгрузку» выхода схемы (3–5%). Для сохранения высокого КПД «подгрузку» можно сделать управляемой, т.е. она будет отключаться при нагрузке выше минимальной.

Так как при постоянной мощности в нагрузке преобразователь, используемый в схеме, выдаёт разную мощность в зависимости от величины напряжения первичного источника питания, то соответственно меняется и порог отключения по выходной мощности схемы (это справедливо и для схем с

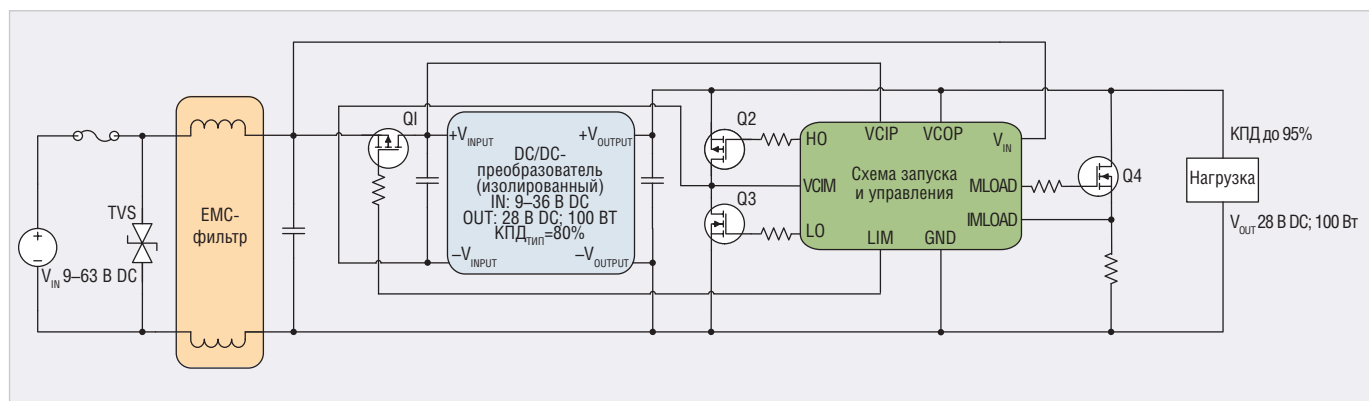


Рис. 13. Источник питания с расширенным входным диапазоном на основе схемы с вычитанием на входе преобразователя выходного напряжения преобразователя из напряжения первичной сети

суммированием на входе преобразователя входного напряжения сети и выходного напряжения преобразователя). Если это критично, то следует предусмотреть схемные решения для выравнивания порога срабатывания защиты по выходной мощности.

Схема источника питания, свободного от перечисленных особенностей, с расширенным диапазоном по входному напряжению представлена

на рисунке 13. Схема запуска и управления условно показана одноимённым блоком. Для расширения входного диапазона, транзисторы Q2 и Q3 переключают топологию схемы на типовую при напряжении первичного источника ниже определённого уровня. Транзистор Q2 также используется в качестве датчика тока для включения управляемой «подгрузки» на транзисторе Q4. Транзистор Q1 слу-

жит для ограничения напряжения на входе преобразователя, включения и отключения схемы при минимальном и максимальном рабочих напряжениях, а также – для отключения схемы при перегрузке по сигналу датчика тока на Q2.

При проверке и макетировании описанных схем использовались DC/DC-модули компаний TRACOPOWER, AIMTEC, «ЭлТом» и AEIP.



НОВОСТИ МИРА

ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКАЯ АКАДЕМИЯ НА INTERLIGHT 2018

Открытая образовательная площадка «Электротехническая Академия» на международной выставке освещения, систем безопасности, автоматизации зданий и электротехники Interlight 2018 объединяет мероприятия, посвящённые тематике «Электротехника»: практические кейсы компаний, новинки разделов «Электротехника», «Автоматизация зданий» и «Интегрированные системы безопасности», форумы, мастер-классы и многое другое.

Программа адресована техническим специалистам, главным инженерам, инженерам-электрикам, инженерам-инсталляторам,



проектировщикам, прорабам, сборщикам щитового оборудования, представителям оптовой и розничной торговли, дизайнерам.

Среди участников – IEK, Arlight, Interra, PAEK, iRidium, Ай-Ти «Умный город».

Пресс-служба Interlight 2018

НОВОЕ ПОКОЛЕНИЕ ПРОГРАММИРУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ ПИТАНИЯ

Серия **GENESYSTM**

5 кВт (0...600 В / 0...500 А) • LAN / USB / RS-232 / RS-485

Масштабирование до 20 кВт



ProSOFT[®]

ОФИЦИАЛЬНЫЙ ДИСТРИБЬЮТОР

(495) 234-0636
INFO@PROSOFT.RU

WWW.PROSOFT.RU



Реклама

Обзор нововведений NI AWR Design Environment V14

Дэвид Вай (NI AWR)

Новейший релиз NI AWR Design Environment 14 нацелен на оптимизацию всех этапов проектирования РЧ/СВЧ-устройств и ускорение циклов разработки благодаря мощным инструментам синтеза цепей, улучшенной автоматизации процесса проектирования печатных плат и модулей, обновлённой организации измерений и данных, алгоритмам генерации моделей фазированных антенных решёток (ФАР) и тестовым схемам новых стандартов передачи данных.

Развитие технологий нового поколения, включая системы 5G, устройства Интернета вещей и различные автомобильные датчики на основе радаров, по-прежнему является ключевым фактором, определяющим всё более строгие требования к характеристикам устройств, их физическим размерам и себестоимости компонентов. Перед разработчиками ставится широкий спектр задач, в том числе по созданию более продвинутых антенн и компонентов приёмных трактов, адаптации проектов к новым технологиям и материалам, повышению интеграции устройств и поиску инновационных решений в архитектуре и топологии проектируемых систем.

В частности, параметры компонентов приёмных трактов должны удовлетворять достаточно жёстким требованиям, среди которых повышенная линейность, низкие потери и малый коэффициент шума. В свою очередь, разработчикам необходимо одновременно оптимизировать множе-

ство параметров и следить за влиянием каждого из них на характеристики устройства. Инструменты, входящие в состав программного обеспечения NI AWR, обеспечивают поддержку проекта на каждом из его этапов – от начального эскиза до передачи в производство.

Высокая степень интеграции и автоматизации инструментов системного, схемотехнического и электромагнитного (ЭМ) анализа необходима для того, чтобы разработчики могли эффективно работать со сложными высокочастотными схемами (печатными платами, интегральными схемами, корпусами и т.д.), а также с высокой точностью определять их характеристики при работе с реальными стандартизированными сигналами, получать и анализировать результаты моделирования для качественной оценки параметров компонентов и, наконец, иметь возможность взаимодействия с инструментами сторонних разработчиков. Программный пакет NI AWR

Design Environment, включающий в свой состав модули Microwave Office, Analog Office, Visual System Simulator™ (VSS), AXIEM и Analyst™, является полноценной интегрированной средой проектирования современных радио- и сверхвысокочастотных устройств, отвечающей вызовам задач разработки систем нового поколения.

Ключевые особенности версии 14:

- интерфейс и автоматизация проектирования:
 - улучшенное управление измерениями и выводом данных;
 - упрощённая работа с измерениями для усилителей мощности;
- системное моделирование:
 - модуль автоматического синтеза модели ФАР (поставляется отдельно);
 - обновлённые библиотеки LTE и 5G;
 - новые модели пространственных каналов;
- схемотехническое моделирование:
 - новый модуль синтеза цепей (поставляется отдельно);
 - обновлённый интерфейс тюнера;
- ЭМ-моделирование:
 - новые типы портов: точечные (point) и внутренние волновые (internal wave);
 - поддержка конформных структур;
- работа с топологией:
 - модуль импорта печатных плат для редактирования топологии;
 - усовершенствованный модуль трассировки iNet™.

ИНТЕРФЕЙС И АВТОМАТИЗАЦИЯ

Автоматизация процесса проектирования связывает используемые разработчиками модели, сторонние инструменты и топологические чертежи устройств с последующим производством печатных плат, монолитных и радиочастотных интегральных схем и многокристалльных модулей, обеспечивая значительное ускорение ЭМ-верификации пассивных структур, корпусов и плат и использование полученных результатов для совместного моделирования на схемном и/или системном уровне. Новый функционал версии 14 включает в себя инструменты, упрощающие ввод данных, моде-

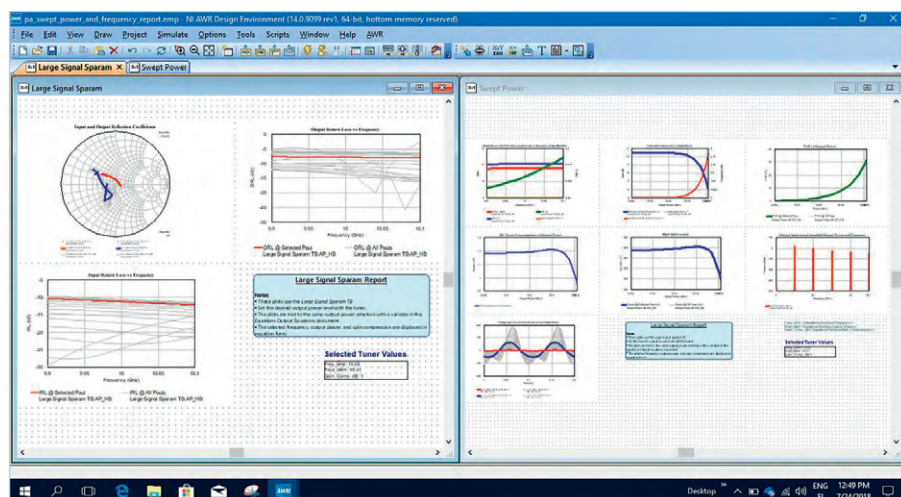


Рис. 1. Новый способ визуализации данных на одной информационной панели

лирование, оптимизацию и анализ результатов симуляций.

С учётом растущих требований к проектируемым устройствам разработчикам приходится отслеживать результаты нескольких расчётов одновременно. В новой версии NI AWR Design Environment представлен новый способ отображения результатов, при котором источники данных для измерений и их параметры управляются из одного окна, а сами результаты выводятся на отдельной панели в виде набора связанных схем/графиков. Для управления группами параметров измерений могут быть использованы переменные.

Пользователи теперь могут объединить в одном выходном файле переменные измерений, наборы документов, создающие символическую ссылку на один или несколько файлов симуляции, которые могут быть использованы измерениями, и встроенные графики в обновлённом режиме «окно в окне». Такой файл может быть использован для динамического отображения результатов, при котором графики и встроенные окна обновляются автоматически (см. рис. 1).

СИСТЕМНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ

Проектирование ФАР

VSS – модели пространственных каналов 3GPP, обеспечивающие точный анализ трактов для определения требований к антенне. AntSyn™ – синтез оптимизированных антенных элементов на основе вводимых требований и ограничений по размерам с последующим экспортом конструкции в ЭМ-симулятор. ЭМ-симуляторы AXIEM и Analyst – ЭМ-верификация и расчёт диаграммы направленности (ДН) элементов в дальней зоне в формате для дальнейшей работы с модулем синтеза ФАР. Модуль синтеза ФАР – работа с полученными ДН в процессе оптимизации конфигурации элементов и цепи питания. ЭМ-структуры могут быть использованы для каждого элемента при генерации решётки в схемном виде.

Модуль синтеза ФАР

Новый модуль синтеза ФАР позволяет интерактивно создавать антенные решётки и затем генерировать эквивалентные схемы или системные диаграммы ФАР для дальнейшего анализа. Разработчик может задать конфигурацию решётки (то есть геометрическое

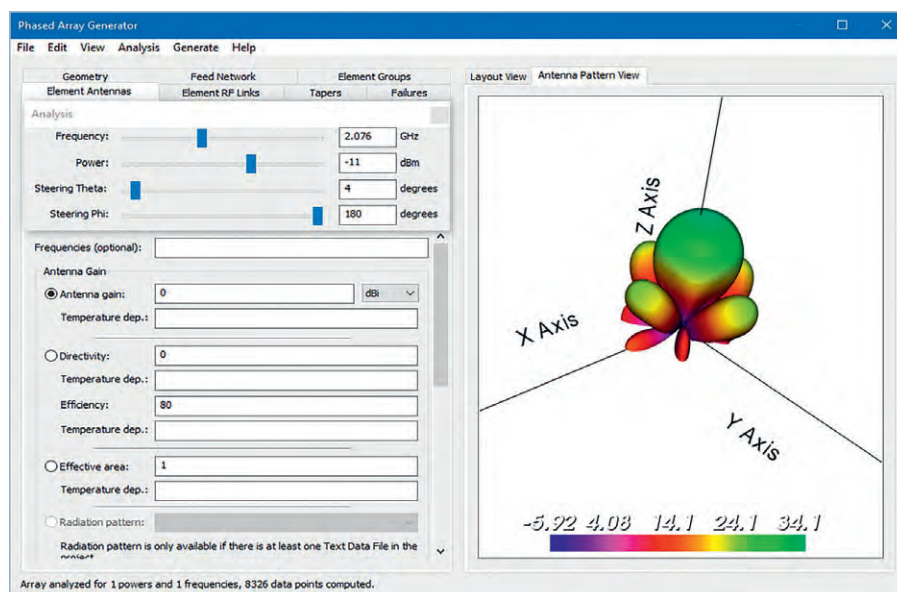


Рис. 2. Анализ и оптимизация конструкции решётки в модуле синтеза ФАР

расположение её элементов в пространстве), цепи питания, распределения коэффициента усиления и характеристики индивидуальных элементов и связанных с ними трактов.

Отклик ФАР отображается в том же окне и позволяет оценить изменения, связанные с уровнями мощности рабочего сигнала, направлением главного лепестка ДН или отказом элементов. По завершении синтеза модуль генерирует эквивалентную системную диаграмму, которая может быть использована для дальнейшего анализа в VSS в составе полноценной системы. Также можно создать эквивалентную схему и топологию решётки для моделирования в ЭМ-симуляторах AXIEM и Analyst или в сторонних инструментах, например ANSYS HFSS (см. рис. 2).

5G

Обновлённая библиотека моделей VSS содержит блоки кодирования/декодирования и генерации/анализа сигналов в соответствии с последними спецификациями систем связи 5-го поколения. Поддержка тестовых схем и стандартов LTE, 5G и узкополосного Интернета вещей (IoT) даёт разработчикам возможность моделирования систем и проведения измерений на основе самых актуальных данных. В частности, VSS версии 14 поддерживает тестовые схемы каналов передачи вверх для узкополосного Интернета вещей в режиме совмещения с LTE, работы в защитном интервале LTE-сигнала и работы внутри выделенной полосы. Разработчики компонентов и систем могут

использовать стандартные конфигурации для анализа возможных ситуаций и изменять их по необходимости. Среди нововведений – новые возможности по кодированию/декодированию для LTE, NR и DVB-S2, включая поддержку кодов с низкой плотностью проверок на чётность (LDPC).

Технологии «многоканальный вход – многоканальный выход» (MIMO) и управления лучом ФАР являются ключевыми для достижения высокой эффективности передачи сигналов, требуемой для развёртывания систем связи 5G и новых применений радаров, например в «умных» системах автомобилей. Помимо нового генератора конструкций ФАР, в качестве дополнительного модуля VSS доступны новые стандартизированные библиотеки моделей пространственных каналов WINNER II и 5G, которые обеспечивают высокоточное моделирование эффектов пространственного распространения сигнала для более реалистичного каскадного анализа радиочастотных трактов при оценке характеристик системы и определении требований к отдельным компонентам (см. рис. 3).

СХЕМНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ

Модуль синтеза цепей

Новый модуль синтеза цепей – это мощный инструмент создания оптимизированных двухпортовых согласующих цепей на основе дискретных и распределённых компонентов. Пользователь задаёт максимальное количество секций и тип используемых компонентов, после чего эволюционные алгоритмы (те же, что используются

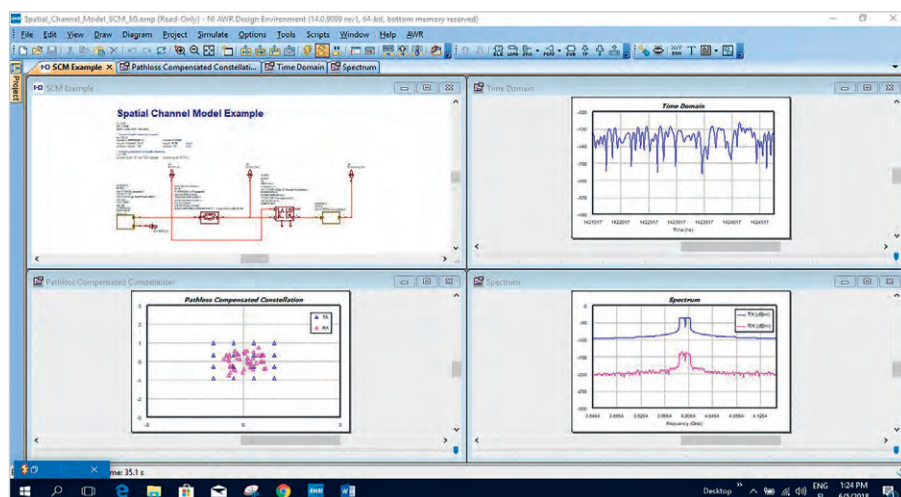


Рис. 3. Новые модели пространственных каналов, соответствующие стандартам 5G, доступные в виде дополнительного модуля

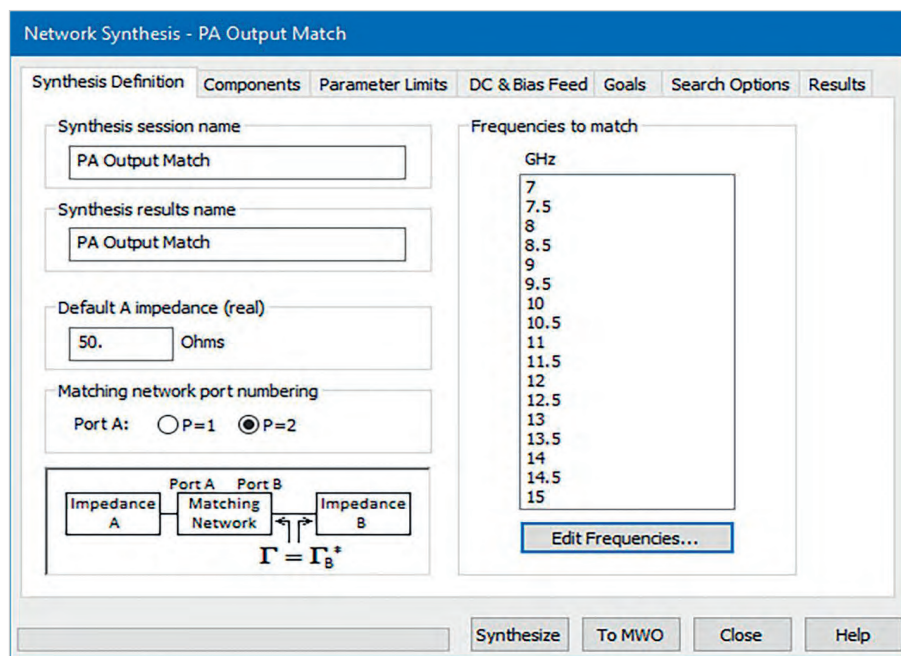


Рис. 4. Новый модуль синтеза цепей согласования для антенн и усилителей мощности, в основе которого лежат эволюционные алгоритмы оптимизации

в AntSyn) находят наилучшие варианты цепей согласования и оптимизируют значения параметров компонентов.

Интерфейс модуля позволяет интерактивно создавать практически неограниченное множество цепей, оптимизированных по значениям коэффициента шума/мощности, или согласующих цепей между каскадами усилителя или различными компонентами (например, между усилителем и антенной). Оптимальные значения коэффициентов отражения определяются в выбранном частотном диапазоне и могут предоставляться в формате данных load-pull, файлов данных параметров схемы или файла схемы. На вкладке параметров синтеза можно задать стандартный или желаемый импеданс источни-

ка/нагрузки, а также частоты, на которых нужно выполнить согласование (см. рис. 4).

Проектирование усилителей мощности. Load Pull – моделирование или импорт данных измерений load-pull и использование встроенных измерений для определения влияния импедансов нагрузки и источника на характеристики устройства. Синтез цепей – автоматизированное создание согласующих цепей в Microwave Office. Моделирование методом гармонического баланса (ГБ) – оценка нелинейного поведения схемы в установившемся режиме при помощи ГБ-симулятора; моделирование коэффициента усиления, выходной мощности, КПД и других характеристик, включая отклик

усилителя при работе с модулированными сигналами для определения системных метрик (например, коэффициента мощности по смежному каналу). ЭМ-анализ – электродинамическое моделирование металлизированных структур усилителя мощности. Для планарных структур можно использовать 2,5D-симулятор AXIEM, а для полноценно трёхмерных структур – 3D-симулятор Analyst.

Обновлённый тюнер

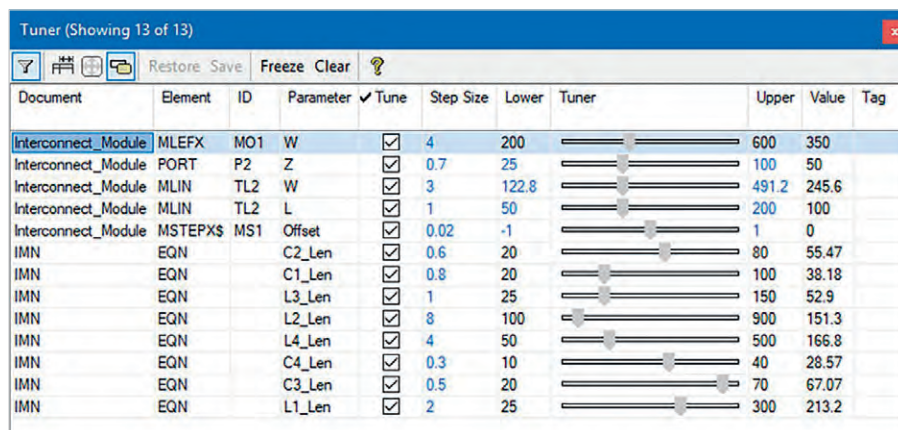
NI AWR Design Environment версии 14 включает в себя множество серьёзных нововведений, нацеленных на помощь разработчикам компонентов на схемном уровне – от синтеза цепей с определёнными характеристиками до интерактивной оптимизации значений параметров элементов. Новый интерфейс тюнера унифицирует его с интерфейсом оптимизатора: в нём применяются более эффективно использующие рабочее пространство горизонтальные слайдеры, дающие возможность параметрической подстройки схем с большим числом переменных, а окно тюнера содержит поля фильтрации и сортировки параметров для лучшей организации процесса подстройки (см. рис. 5).

ЭМ-моделирование

В основе работы ЭМ-симуляторов AXIEM и Analyst лежит решение уравнений Максвелла для определения электрических параметров физических структур. Симулятор AXIEM предназначен для работы с трёхмерными планарными структурами: линиями передачи, спиральными индуктивностями, МДМ-конденсаторами и т.д., в то время как Analyst является симулятором полноценно трёхмерных структур: переключек, шариковых и проволочных выводов, подложек конечной толщины и, например, рупорных антенн. NI AWR Design Environment 14 предлагает обновлённые инструменты редактирования топологии, новые типы портов и более мощные и быстрые алгоритмы симуляторов. Помимо этого, добавлена поддержка конформных структур, позволяющая моделировать, например, антенны, встроенные в корпус системы, находящие применение в мобильных устройствах и приборах Интернета вещей (см. рис. 6).

Новые типы портов

Среди важных нововведений версии 14 – обновлённые типы ЭМ-портов,



Document	Element	ID	Parameter	✓ Tune	Step Size	Lower	Tuner	Upper	Value	Tag
Interconnect_Module	MLEFX	MO1	W	✓	4	200		600	350	
Interconnect_Module	PORT	P2	Z	✓	0.7	25		100	50	
Interconnect_Module	MLIN	TL2	W	✓	3	122.8		491.2	245.6	
Interconnect_Module	MLIN	TL2	L	✓	1	50		200	100	
Interconnect_Module	MSTEPX\$	MS1	Offset	✓	0.02	-1		1	0	
IMN	EQN		C2_Len	✓	0.6	20		80	55.47	
IMN	EQN		C1_Len	✓	0.8	20		100	38.18	
IMN	EQN		L3_Len	✓	1	25		150	52.9	
IMN	EQN		L2_Len	✓	8	100		900	151.3	
IMN	EQN		L4_Len	✓	4	50		500	166.8	
IMN	EQN		C4_Len	✓	0.3	10		40	28.57	
IMN	EQN		C3_Len	✓	0.5	20		70	67.07	
IMN	EQN		L1_Len	✓	2	25		300	213.2	

Рис. 5. Новый интерфейс тюнера, облегчающий работу с большим количеством параметров

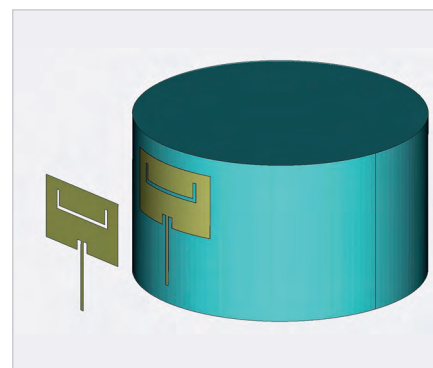


Рис. 6. Поддержка конформных структур как проекций планарных фигур на изогнутые поверхности

упрощающие работу с проектируемыми структурами. Внутренние волновые порты облегчают анализ сложных монолитных и радиочастотных интегральных схем, порты возбуждения которых расположены не на заданной границе области моделирования. Новый тип портов для моделирования печатных плат – точечные порты – позволяет точно располагать компоненты поверхностного монтажа и поддерживает работу с частотно-зависимыми материалами и возможность расчёта внутри проводников, что обеспечивает большую точность моделирования.

Работа с топологией

Модуль импорта печатных плат

Обновлённый модуль импорта файлов печатных плат ускоряет процессы ЭМ-верификации проектов, созданных в ведущих САПР от сторонних производителей (Cadence, Zuken, Mentor Graphics), благодаря мощным инструментам выбора элементов и редактирования топологии. Так, значительно упрощается выбор областей цепей и платы, интересующих разработчика, что в целом ускоряет процессы последующего ЭМ-анализа и оптимизации. Качество и надёжность проекта увеличиваются за счёт возможности экстракции широкополосных S-параметров для наиболее важных цепей и областей с наибольшей плотностью размещения элементов, что позволяет обнаружить нежелательные взаимодействия и паразитные компоненты, предотвратив отказы готового продукта (см. рис. 7).

Обновлены и инструменты редактирования топологии, позволяющие настраивать сложные проекты печатных плат для ЭМ-анализа в AXIEM или Analyst. Новые смарт-инструменты обе-

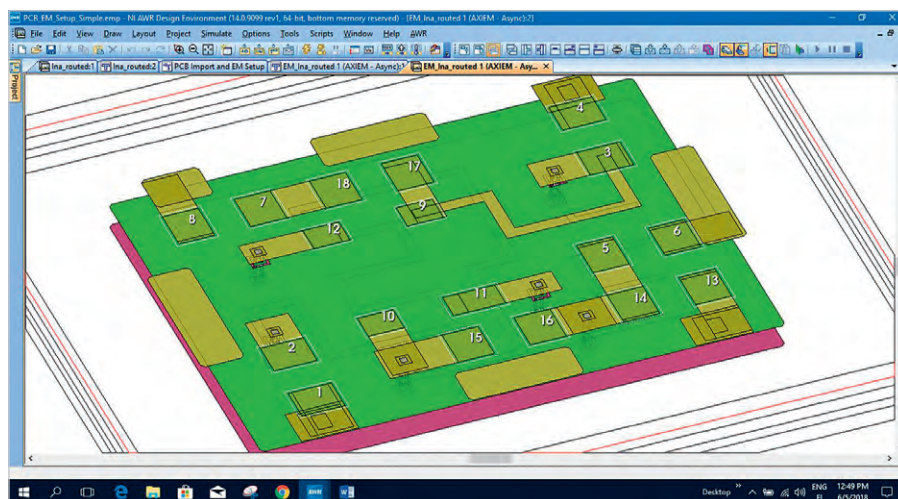


Рис. 7. Обновлённый модуль импорта файлов печатных плат

спечивают интерактивное выделение областей платы, многослойной разводки и межслойных перемычек, автоматическое определение неограниченного количества ЭМ-портов на основе импортированных данных, генерацию ЭМ-структур с эквивалентной электрической схемой для размещения компонентов поверхностного монтажа и многое другое.

Трассировка

Наконец, обновление интеллектуального трассировщика iNet затронуло алгоритмы разводки с целью ускорения ЭМ-моделирования и анализа сложных модулей с гетерогенными структурами и высокой плотностью межсоединений.

ЭМ-верификация печатных плат

Модуль импорта печатных плат – данные считываются непосредственно из файлов форматов IPC2581 или ODB++. Проприетарные форматы используются для обмена данными между разработчиками и производителями, а также между инструмен-

тами проектирования различных производителей. «Расчистка» проекта – выбираются отдельные линии/области; конструкции могут быть упрощены при помощи предобработки фигур. Генерация ЭМ-структур – для дальнейшего анализа создаются ЭМ-структуры.

Заключение

NI AWR Design Environment 14 – это пакет инновационных программных решений в области автоматизации процессов проектирования и моделирования высокочастотных устройств и систем телекоммуникационного, аэрокосмического и оборонного назначения. Новый и усовершенствованный функционал последней версии нацелен на повышение продуктивности пользователей, а также скорости и точности схемотехнического, системного и электромагнитного анализа, что позволяет производителям устройств и систем получать желаемые характеристики устройств с учётом ограничений по размерам, себестоимости и времени вывода продукта на рынок.

НОВОСТИ МИРА

«МИКРОЭЛЕКТРОНИКА 2018»: ЭКВАТОР ПРОЙДЁН

В ходе третьего дня форума «Микроэлектроника 2018» ведущие представители микроэлектронного сообщества приняли участие в интерактивных мероприятиях научной и деловой программы.

Деловая программа 3 октября началась панельной дискуссией, посвящённой новым рынкам и характерным для цифровой эры бизнес-моделям российской микроэлектроники. Модератором выступила генеральный директор ПАО «Микрон» Гульнара Хасьянова. В дискуссии приняли участие исполнительный директор АО «НПП „Радар ммс“» Иван Анцев, руководитель направления «Безопасность Интернета вещей» «Лаборатории Касперского» Андрей Тихонов, руководитель программы «МВА-Телеком» бизнес-школы МИРБИС и директор по развитию компании «Миннова» Евгений Соломатин, начальник департамента развития гражданского приборостроения (НИОКР) холдинга «Швабе» Роман Горбунов, заместитель генерального конструктора АО «Российские космические системы» Владимир Стешенко. Беседу поддержали директор по маркетингу АО «ПКК Миландр» Алексей Новосё-

лов, директор по продажам и маркетингу АО «НИИМА „Прогресс“» Виктор Юров, директор по развитию YEA Engineering Гегам Варданян, заместитель начальника планового отдела АО «НИИМА „Прогресс“» Анна Суханова, директор выставок ExpoElectronica и ElectronTechExpo Римма Мангушева.

Эксперты обсудили изменения в бизнес-моделях компаний по разработке и производству радиоэлектронной аппаратуры в контексте развития цифровой экономики, подняли вопросы перспективных зарубежных рынков в условиях глобальной конкуренции и ключевых сегментов отечественного рынка, а также проблем ценообразования при переходе радиоэлектронных предприятий к рыночным условиям бизнеса и при организации серийных поставок микросхем.

После дискуссии были презентованы деловые проекты, отражающие примеры практической реализации технологий 5G. С докладом о платформах прототипирования сетей связи следующего поколения выступил Гегам Варданян. О технологическом заделе отечественной электронно-компонентной базы с перспективой применения в сетях пятого поколения рассказал начальник отделения – заместитель генерального кон-

структора АО «НИИМА „Прогресс“» Алексей Александров.

Следующей состоялась панельная дискуссия «Экстремальная микроэлектроника: глобальный шанс России». Директор по специальным проектам ПАО «Микрон» Денис Вараксин в роли модератора пригласил к обсуждению первого заместителя генерального директора АО «НИИМЭ» Николая Шелепина, директора по развитию бизнеса в России компании Frost & Sullivan Алексея Волостнова, директора по производству АО «НИИМА „Прогресс“» Юрия Завалина, генерального директора «ОКБ Пятые Поколение» Олега Куся. К ним присоединились генеральный директор АО «Ангстрем-Т» Андрей Аникин, директор по маркетингу АО «ПКК Миландр» Алексей Новосёлов, научный сотрудник отдела проектирования интегральных микросхем и структур ФГУ ФНЦ НИИСИ РАН Михаил Чистяков, председатель совета директоров и главный конструктор АО «ЭПИЭЛ» Владимир Стаценко.

Участники остановились на вопросах состояния мирового рынка радиоэлектроники и ключевых факторах успеха его крупнейших игроков, обсудили экспортные возможности российских производителей и отече-



МИКРОСХЕМЫ ДЛЯ СВЕТОДИОДНЫХ ДРАЙВЕРОВ



Светодиодные драйверы с интегрированным силовым МОП-ключом и активным ККМ

ProCHIP
POWERED BY PROSOFT

ОФИЦИАЛЬНЫЙ ДИСТРИБЬЮТОР

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



Реклама

ственные разработки для добывающей, космической, авиационной, энергетической промышленности, а также основные барьеры и пути развития производства экстремальной микроэлектроники в России.

В рамках программы форума 3 октября была проведена презентация соглашения о сотрудничестве между АО «НИИМА „Прогресс“» и АО «Технопарк Санкт-Петербурга», цель которого – развитие российской науки и технологий в области радиоэлектроники и приборостроения, а также поддержание актуальной тенденции по повышению конкурентоспособности российских предприятий радиоэлектронной промышленности.

Завершился день панельной дискуссией на тему стратегии развития российской микро- и радиоэлектронной промышленности и комплексной целевой программы в качестве её первого шага. Мероприятие модерировал генеральный директор АО «НИИМА „Прогресс“» Василий Шпак. Состоялось оживлённое обсуждение с участием заместителя директора Департамента радиоэлектронной промышленности Минпромторга России Андрея Споркова, первого заместителя генерального директора АО «НИИМЭ» Николая Шелепина, генерального директора ОАО «НИИТМ»



Михаила Бирюкова, председателя научно-консультативного совета Антитеррористического центра государств-участников СНГ Марианны Кочубей, советника генерального директора АО «НИИМА „Прогресс“» Виктора Шиллера. Дискуссию поддержали председатель наблюдательного совета АНО «Электронсертифика» и заведующий базовой кафедры МИРЭА «Менеджмент в сфере систем вооружения» Сергей Боков, директор по научно-техническому развитию и инновациям АО «Росэлектроника» Вячеслав Исаев, директор ФГУП «МНИИРИП» Павел Куцко, генеральный директор АО «ЦНИИ „Электроника“» Алёна Фомина.

Эксперты рассмотрели внешние и внутренние риски развития микроэлектронной про-

мышленности России, структуру и основные принципы комплексной целевой программы по развитию микроэлектроники, а также затронули такие реперные точки развития отрасли, как оборудование, материалы, технологии, САПР, кадры, экосистема, управление и продукты.

Подводя итоги работы в рамках очередного дня «Микроэлектроники 2018», участники отметили пользу проведения подобных мероприятий и наличия форума как площадки, позволяющей представителям профильного сообщества собраться вместе, обменяться опытом и мнениями об актуальных проблемах отрасли и задать вектор дальнейших совместных действий для их решения.

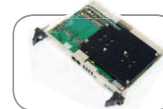
www.microelectronica.pro

Fastwel

Российская электроника
для ответственных
применений

CompactPCI 2.0, 2.16, 2.30, Serial

Скорость и надежность
современных технологий



CPC503



CPC508



CPC510



CPC512

ProSOFT[®]
WWW.PROSOFT.RU

ОФИЦИАЛЬНЫЙ ДИСТРИБЬЮТОР

МОСКВА
(495) 234-0636
info@prosoft.ru

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

ЕКАТЕРИНБУРГ
(343) 356-5111
info@prosoftsystems.ru



Рис. 10.10

Автоматизация формирования посадочных мест электронных компонентов в среде Altium Designer

Часть 1

Алексей Якубенко (alexey@idstrade.com)

Библиотеки компонентов являются одним из краеугольных камней автоматизации процесса конструирования в современных САПР, но трудоёмкость их формирования существенно усложняет процесс разработки новых электронных изделий. САПР Altium Designer предлагает эффективное решение данной проблемы.

Библиотеки компонентов значительно повышают эффективность средств автоматизации проектирования электронных изделий. Благодаря им нет необходимости каждый раз с нуля создавать условные графические обозначения (УГО) и посадочные места (ПМ) электронных компонентов (ЭК). В то же время библиотечные компоненты, особенно ПМ, являются ахиллесовой пятой процесса конструирования, т.к. требуют достаточно больших трудовых и временных затрат на их формирование. Ситуация усложняется, если геометрические параметры ПМ должны строго соответствовать стандартам – каждый их элемент должен быть выверен на соответствие определённым рекомендациям. Ещё больше положение усугубляется, когда, помимо двумерной геометрии, ПМ должно содержать ещё и трёхмерную модель корпуса. Возможно, такую модель получится найти в сети Интернет – в противном случае её необходимо «нарисовать». В любом случае речь идёт о довольно ощутимых дополнительных трудозатратах.

Для решения данной проблемы в САПР Altium Designer (AD) предусмотрены специализированные инструменты: *IPC Compliant Footprint Wizard* и *IPC Compliant Footprints Batch generator*. Оба указанных инструмента являются мастерами формирования ПМ ЭК поверхностного монтажа. Основное преимущество данных мастеров заключается в том, что они позволяют **одновременно**:

- сформировать ПМ любой сложности буквально за несколько щелчков мыши;
- обеспечить соответствие формируемого ПМ стандарту IPC-7351B;
- сгенерировать и подключить к ПМ трёхмерную модель (3D-модель) корпуса ЭК в виде трёхмерных примитивов или в формате STEP (причём во втором случае имеется возможность сохранения 3D-модели в отдельном внешнем STEP-файле).

Отличие мастеров в том, что *IPC Compliant Footprint Wizard* предназначен для формирования одного ПМ за одну сессию, а *IPC Compliant Footprints Batch generator* является мастером группового формирования ПМ ЭК.

СТАНДАРТ IPC-7351B

Прежде чем перейти к описанию принципов работы с мастерами ПМ, следует разобраться, что из себя представляет стандарт IPC-7351B. IPC-7351B “Generic Requirements for Surface Mount Design and Land Pattern Standard” является одним из целой массы стандартов, разработанных ассоциацией IPC [1]. Он определяет правила проектирования печатных плат (ПП), печатных узлов (ПУ) и ПМ для ЭК поверхностного монтажа. В 3-й части стандарта приводятся рекомендации для разработки таких ПМ, которые будут обеспечивать надёжный монтаж ЭК на ПП.

Основой для разработки ПМ в соответствии с IPC-7351B являются предоставляемые производителями ЭК данные о размерах применяемых корпусов и их погрешностях. Указанные данные дополняются информацией о допусках на ПП и размещение компонентов, и на основе полученной информации по приведённым в стандарте формулам рассчитываются и формируются ПМ [2].

IPC COMPLIANT FOOTPRINT WIZARD

Для того чтобы воспользоваться мастером *IPC Compliant Footprint Wizard*, в среде AD должно быть установлено расширение *IPC Footprint Generator*. Данное расширение устанавливается автоматически. Чтобы убедиться в его наличии, необходимо открыть вкладку *Extensions & Updates* и найти там иконку с соответствующим названием.

Мастер *IPC Compliant Footprint Wizard* работает следующим образом. Входными данными для расчёта параметров ПМ являются размеры корпусов ЭК и их допуски. На основе этих параметров мастер высчитывает и формирует ПМ в соответствии с рекомендациями стандарта. Одновременно с этим происходит формирование и подключение к ПМ 3D-модели корпуса ЭК. Ввод параметров производится в последовательно чередующихся диалоговых окнах. Вводимые параметры являются размерами и вводятся в миллиметрах. Нави-

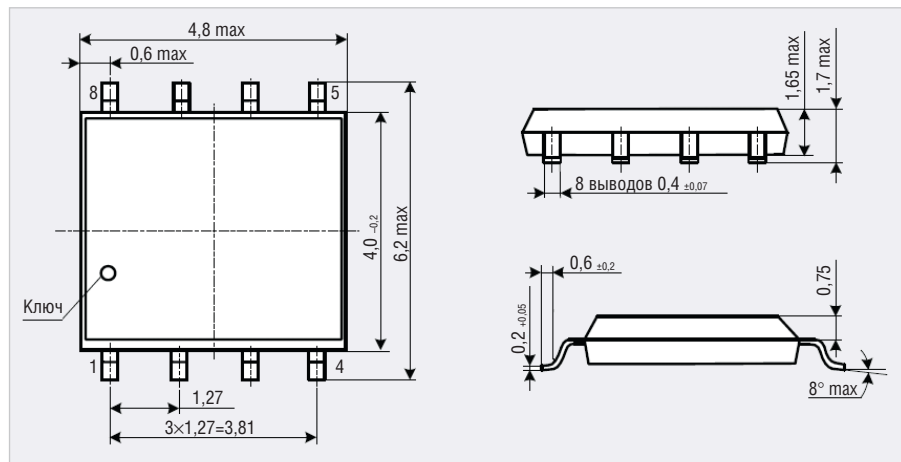


Рис. 1. Чертёж корпуса SOIC-8 микросхемы K5559IH14ASI

гация по окнам мастера осуществляется кнопками *Next* (вперёд) и *Back* (назад).

Разберём работу с мастером *IPC Compliant Footprint Wizard* на примере ПМ для микросхемы K5559ИИ14АS1 от АО «ПКК Миландр». Данная микросхема выпускается в корпусе SOIC-8. Документацию на неё можно найти в свободном доступе на сайте производителя [3]. В документации приведён чертёж корпуса (см. рис. 1), по которому в данном случае нужно сформировать ПМ и 3D-модель [4].

Для начала работы с мастером необходимо в редакторе посадочных мест выполнить команду *Tools* → *IPC Compliant Footprint Wizard...*, после чего откроется приветственное окно. Далее следует перейти к окну *Select Component Type* (см. рис. 2). С помощью списка, расположенного в нём, необходимо выбрать определённый тип корпуса, – в данном случае строку, соответствующую корпусам типа SOIC – и перейти к следующему окну, *SOIC Package Dimension* (см. рис. 3), предназначенному для ввода основных геометрических параметров корпуса (соответствующие опции находятся в левой части окна). В центре окна расположен поясняющий рисунок со схематичным изображением корпуса. В правой части окна *SOIC Package Dimension* расположено демонстрационное окно, которое отображает результат корректировки параметров. По умолчанию оно показывает ПМ в трёхмерном режиме, однако его можно переключать в двумерный вид и обратно с помощью расположенной в его нижнем левом углу кнопки. В нижнем левом углу окна *SOIC Package Dimension* находится пункт *Generate STEP Model Preview* – проставление соответствующей галочки приводит к отображению в демонстрационном окне 3D-модели в STEP-формате, снятие – к отображению в виде набора трёхмерных примитивов. Необходимо заметить, что подобным образом организованы все окна мастера *IPC Compliant Footprint Wizard*.

Ориентируясь на чертёж корпуса (см. рис. 1) и поясняющий рисунок, введём соответствующие параметры (см. рис. 3). Нетрудно заметить, что в данном окне отсутствует опция ввода шага выводов. Дело в том, что корпуса типа SOIC всегда имеют шаг выводов 1,27 мм. Об этом напоминает надпись *All SOIC packages have a pitch (e) of 1.27mm*. В большинстве случаев для других типов корпусов данный параметр корректируется наравне с прочими.

Следующее окно, *SOIC Package Thermal Pad Dimension*, предназначено для ука-

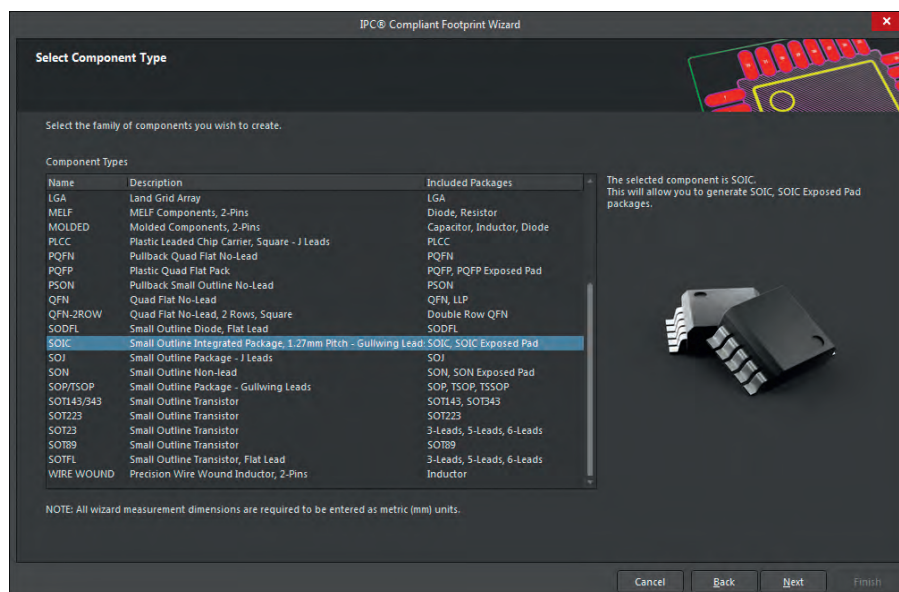


Рис. 2. Окно *Select Component Type*

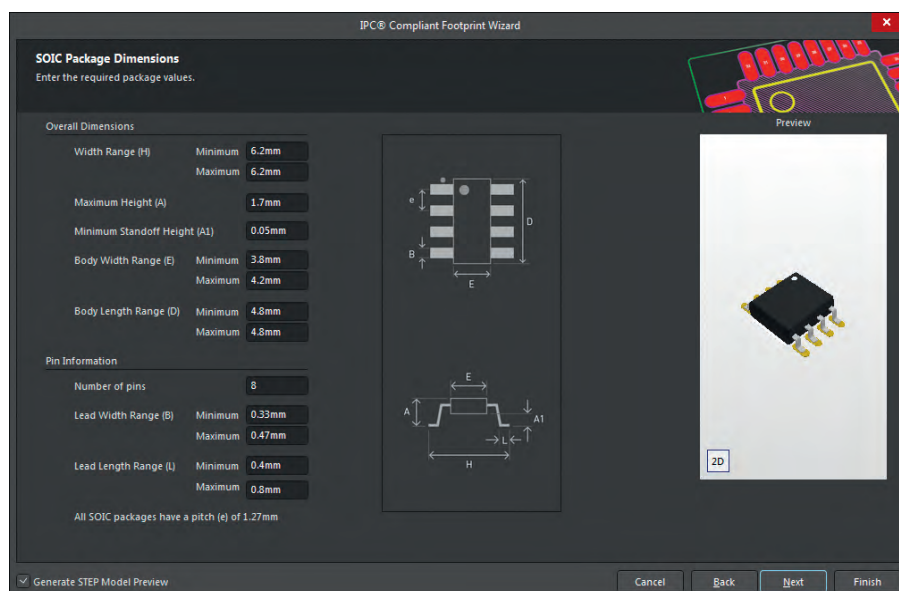


Рис. 3. Окно *SOIC Package Dimension*

зания размеров теплоотводящей площадки – для этого необходимо поставить галочку *Add Thermal Pad*. В данном случае теплоотводящая площадка отсутствует, поэтому данный этап следует пропустить и перейти к следующему окну.

С помощью опций окна *SOIC Package Heel Spacing* можно задать величину зазора между рядами выводов под корпусом ЭК. Данный параметр высчитывается мастером на основании введенных ранее геометрических параметров корпуса с использованием формул, приведенных в стандарте. При желании данные значения можно откорректировать – для этого нужно снять галочку *Use calculated values*. Перейдём к следующему окну.

Качество соединения ЭК с ПП определяется не только количеством припоя между выводом компонента и контакт-

ной площадкой (КП), но и кромками, которые образует припой по периметру вывода. При проектировании ПМ необходимо выбирать такие размеры КП, чтобы кромки припоя обеспечивали надёжное соединение. В стандарте для определения размеров КП используются следующие параметры:

- J_T – минимальный размер передней кромки припоя;
- J_H – минимальный размер задней кромки припоя;
- J_S – минимальный размер боковой кромки припоя.

Кроме того, стандарт определяет 3 уровня плотности компоновки ПУ:

1. Уровень плотности А – конструкция общего уровня.
2. Уровень плотности В – конструкция среднего уровня.

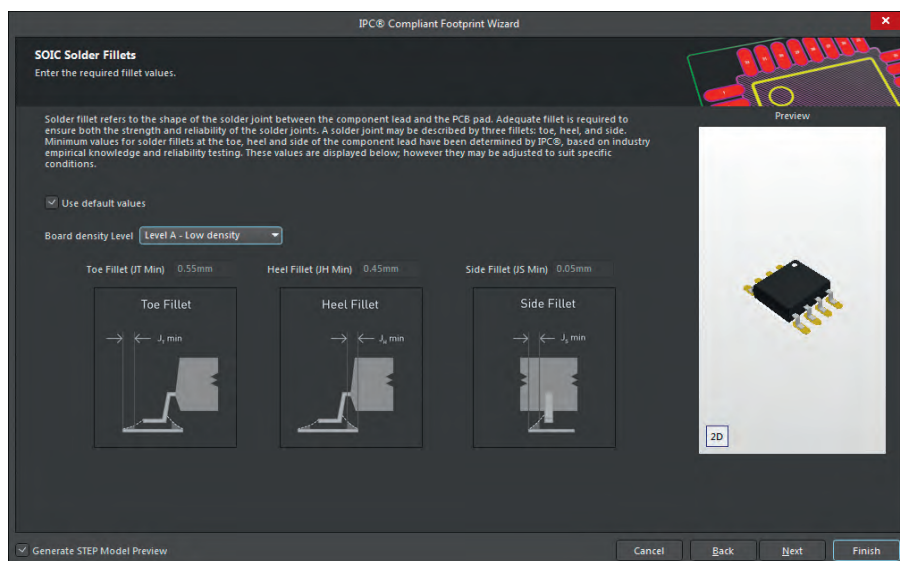


Рис. 4. Окно **SOIC Solder Fillets**

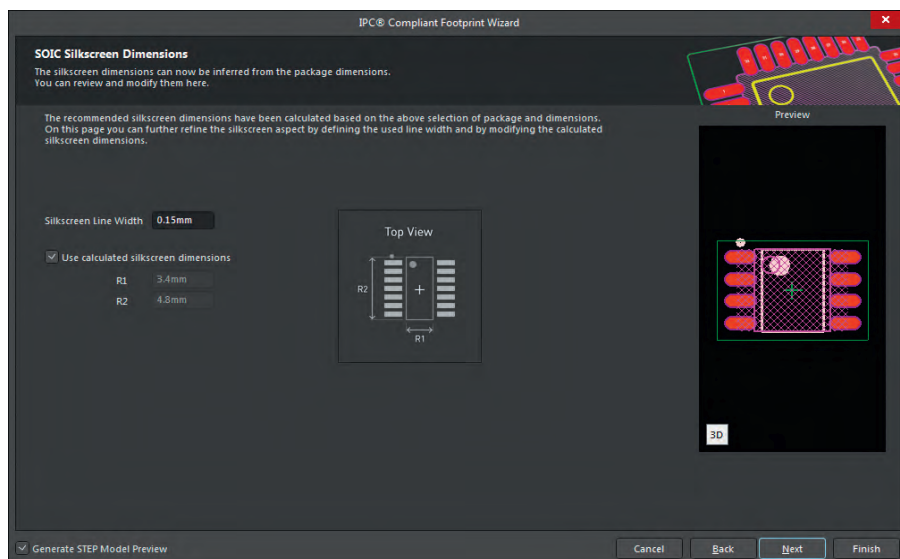


Рис. 5. Окно **SOIC Silkscreen Dimensions**

3. Уровень плотности С – конструкция повышенной плотности.

Каждый уровень плотности оказывает влияние на размер КР – чем уровень выше, тем меньше КР. Описанные параметры приводятся в соответствующих таблицах стандарта.

Окно **SOIC Solder Fillets** (см. рис. 4) предназначено для определения параметров кромок припоя. Уровень плотности задаётся с помощью выпадающего меню **Board density Level**. Размеры кромок припоя отображаются в полях ввода:

- **Toe Fillet (JT Min)** – минимальный размер передней кромки припоя;
- **Heel Fillet (JH Min)** – минимальный размер задней кромки припоя;
- **Side Fillet (JS Min)** – минимальный размер боковой кромки припоя.

Если необходимо переопределить стандартные размеры кромок припоя, нужно снять галочку **Use default values**.

Выберем плотность уровня А, стандартные размеры кромок припоя оставим без изменения и перейдём к следующему окну.

Окно **SOIC Component Tolerance** предназначено для определения следующих погрешностей размеров корпусов ЭК:

- **Tolerance on the overall width of the component, including leads** – погрешность полной ширины корпуса с учётом выводов;
- **Tolerance on the inner distance between the heels of the opposing rows of leads** – погрешность зазора между рядами выводов под корпусом ЭК;
- **Tolerance on the width of the component leads** – погрешность ширины выводов компонента.

Эти параметры рассчитываются на основе введённых ранее данных. Если появляется необходимость их изме-

нить, нужно снять галочку **Use calculated component tolerances**. Оставим данные значения без изменений и перейдём к следующему окну.

С помощью окна **SOIC IPC Tolerances** определяются такие погрешности, как:

- **Fabrication Tolerance Assumption** – предполагаемая погрешность топологии ПП;
- **Placement Tolerance Assumption** – предполагаемая погрешность размещения ЭК;
- **Courtyard Excess** – зазор зоны монтажа ЭК.

Изначально здесь приводятся погрешности, принятые в стандарте по умолчанию. Зазор зоны монтажа определяется размерами корпуса ЭК и ПМ и зависит от уровня плотности. Погрешности топологии и размещения могут быть переопределены производителями ПП и организациями, занимающимися монтажом ПУ, соответственно. Для изменения данных параметров необходимо снять галочку **Use Default Values**.

Опции следующего окна **SOIC Footprint Dimensions** предназначены для формирования размеров и расположения КР ПМ. Имеющиеся здесь параметры вычисляются на основе данных, определённых предыдущими окнами мастера с учётом рекомендаций стандарта. Чтобы изменить значения по умолчанию, необходимо снять галочку **Use calculated footprint values**. С помощью опции **Pad Shape** определяется форма КР: **Rounded** – закруглённые КР, **Rectangular** – прямоугольные.

В некоторых случаях в окне **SOIC Footprint Dimensions** может появиться выделенная красным шрифтом надпись **Pads are trimmed to prevent from extending under body**. Дело в том, что при малых зазорах между корпусом ЭК и поверхностью ПП стандарт рекомендует подрезать КР со стороны корпуса таким образом, чтобы корпус при своих максимальных размерах не попадал на КР. Это сделано для того, чтобы паяльная паста не попадала под корпус ЭК, чем исключается возможность возникновения короткого замыкания между КР.

Оставим все значения по умолчанию, выберем КР закруглённого типа и перейдём к следующему окну.

Окно **SOIC Silkscreen Dimensions** (см. рис. 5) предназначено для формирования изображения в слое шелкографии. Параметры соответствующего рисунка также определяются на основе ранее введённых данных и могут быть изменены, для чего нужно снять галочку

ку *Use calculated silkscreen dimensions*. С помощью опции *Silkscreen Line Width* задаётся ширина линии. Введём ширину линии в слое шелкографии 0,15 мм, размеры прямоугольника оставим по умолчанию и перейдём к следующему окну.

Окно *SOIC Courtyard, Assembly and Component Body Information* (см. рис. 6) содержит опции для добавления к ПМ следующей информации:

- *Add Courtyard Information* – зона монтажа;
- *Add Assembly Information* – данные для сборочного чертежа;
- *Add Component Body Information* – 3D-модель корпуса ЭК.

Каждую из трёх опций можно отключить с помощью расположенной рядом с их наименованием галочки. Все три опции содержат значения размеров, определённые на основе введённых ранее данных. Во всех случаях имеется галочка *Use calculated value*, снятие которой позволит отредактировать соответствующие параметры. Также каждая из опций содержит выпадающее меню *Layer*, с помощью которого определяется, в какой слой ПМ будет вставлена соответствующая информация. Опции *Add Courtyard Information* и *Add Assembly Information* содержат окна ввода *Line Width*, с помощью которых задаётся ширина линии.

Отключим опцию *Add Assembly Information*. В опции *Add Component Body Information* сменим слой вставки 3D-модели на слой *Mechanical Layer 1*. Остальные опции оставим без изменений и перейдём к следующему окну.

В окне *SOIC Footprint Description* формируются имя ПМ (поле ввода *Name*) и его описание (поле ввода *Description*). Имя посадочного места формируется в соответствии с соглашениями, описанными в стандарте. Если необходимо изменить имя или описание, нужно снять галочку *Use suggested values*.

Элементы следующего окна *Footprint Destination* предназначены для определения путей сохранения формируемого ПМ и, при необходимости, 3D-модели корпуса. Расположенный сверху переключатель предлагает один из трёх вариантов сохранения ПМ:

- *Existing PcbLib File* – сохранение ПМ в существующей библиотеке посадочных мест (при выборе данной опции необходимо указать путь к требуемой библиотеке);
- *New PcbLib File* – сохранение ПМ в новой библиотеке посадочных мест

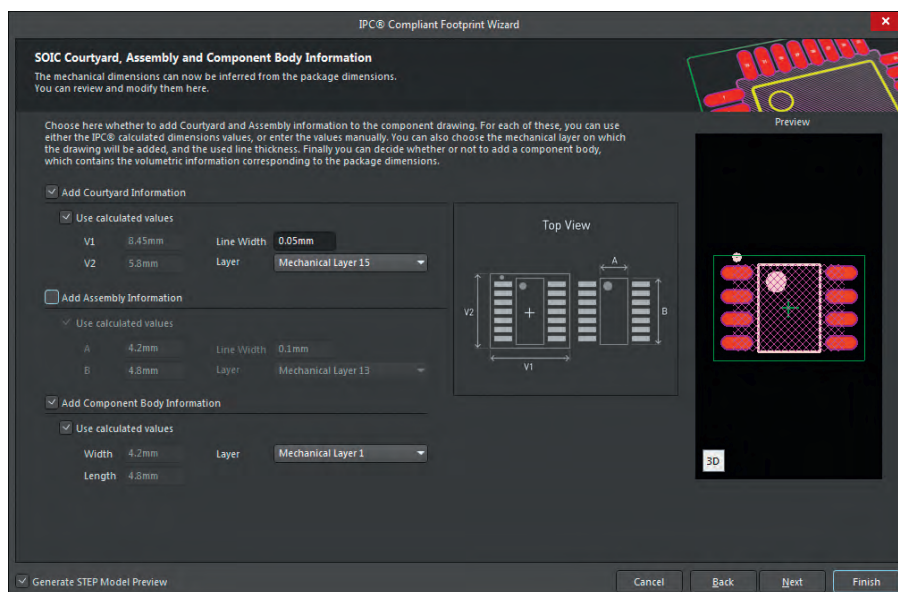


Рис. 6. Окно *SOIC Courtyard, Assembly and Component Body Information*

(при выборе данной опции необходимо задать имя новой библиотеки);

- *Current PcbLib File* – сохранение ПМ в текущей библиотеке посадочных мест.

Проставление галочки *Produce 3D/STEP model* приводит к формированию и подключению к ПМ 3D-модели в формате STEP, снятие – 3D-модели в виде набора 3D-примитивов; также проставление данной галочки делает доступным расположенный ниже переключатель:

- *Embedded* – 3D-модель только подключается к ПМ;
- *External File* – 3D-модель подключается к ПМ и одновременно с этим сохраняется во внешнем файле.

При выборе второго варианта становится доступным выпадающее меню *Format*, с помощью которого можно выбрать формат сохраняемой во внешнем файле 3D-модели – STEP или Parasolid.

Выберем вариант сохранения ПМ в новой библиотеке посадочных мест и зададим её имя. Также включим формирование и подключение к ПМ 3D-модели с сохранением её во внешнем файле в формате STEP. Перейдём к последнему окну, которое сообщит нам, что мы закончили ввод всех необходимых параметров. Закончим работу мастера кнопкой *Finish*.

После окончания работы мастера в соответствии с определёнными ранее настройками среда AD сформирует новую библиотеку посадочных мест с заданным именем, сохранит в ней посадочное место с подключённой 3D-моделью в формате STEP, выведет изображение ПМ на экран (см. рис. 7) и



Рис. 7. ПМ с подключённой к нему 3D-моделью в STEP-формате

сохранит в заданном месте STEP-файл с 3D-моделью корпуса.

Необходимо заметить, что каждый тип корпуса обладает своими конструктивными особенностями. Как следствие, для каждого типа корпуса необходим свой набор опций. В результате количество и содержимое окон мастера *IPC Compliant Footprint Wizard* может значительно отличаться от описанных в статье. Тем не менее описанные принципы работы с мастером остаются неизменными [5].

Во второй части статьи будет рассмотрен групповой процесс формирования ПМ с помощью мастера *IPC Compliant Footprints Batch Generator*.

ЛИТЕРАТУРА

1. Ассоциация IPC: www.ipc.org
2. IPC-7531B. Generic Requirements for Surface Mount Design and Land Pattern Standard.
3. АО «ПКК Миландр»: www.milandr.ru
4. Микросхема приёмопередатчика интерфейса CAN. Спецификация.
5. Altium. Documentation 2018. IPC Compliant Footprint Wizard.



Новые возможности САПР печатных плат верхнего уровня Cadence Allegro/OrCAD 17.2

Александр Акулин (akulin@pcbsoft.ru)

В статье рассматриваются многочисленные усовершенствования и новые возможности последней версии САПР OrCAD 17.2.

Представленные улучшения позволят существенно повысить эффективность работы на разных этапах проектирования электронных схем и печатных плат.

Компания Cadence Design Systems в 2018 году активно расширяет функциональные возможности своей линейки САПР печатных плат OrCAD/Allegro/SiP. Линейка продуктов начинается с недорогой базовой конфигурации OrCAD, которой пользуются небольшие частные компании, и заканчивается флагманским продуктом Allegro Venture PCB Editor, предназначенным для крупных предприятий. Кроме развития функциональности инструментов, можно отметить и усовершенствование графического интерфейса пользователя, повышение удобства работы схемного редактора и редактора печатных плат.

Каждые три месяца компания Cadence выпускает очередной квартальный релиз, в котором собраны интересные новые функции и обновления. Заметна тенденция по переносу части мощных функций из старших продуктов Allegro в более младшие версии: OrCAD Professional и OrCAD Standard. Например, в базовую версию OrCAD Standard включены следующие функции:

- новый 3D-редактор с возможностью проектирования гибко-жестких плат;

- работа с дифференциальными парами с анализом статической фазы;
- проверки технологичности проекта (DFM).

Всё это делает САПР OrCAD полноценным современным инструментом, в котором реализованы все этапы проектирования – от разработки схемы до подготовки производственных файлов.

Рассмотрим, что предлагает компания Cadence в релизе QIR6, который вышел в апреле 2018 года, и какие преимущества эти новые возможности дают пользователям. Изменения коснулись следующих программ:

- менеджер загрузки обновлений ПО;
- редактор плат Allegro и OrCAD PCB Editor;
- схемный редактор OrCAD Capture.

МЕНЕДЖЕР ЗАГРУЗКИ ОБНОВЛЕНИЙ ПО

Данная программа помогает загружать, устанавливать и обновлять различные инструменты САПР Cadence, выбирая их из списка (левое окно на рисунке 1) и отмечая требуемые продукты и дополнения к ним в окне справа. В колонке *Status* можно увидеть, появились ли обновления или

установлена последняя версия продукта.

РЕДАКТОР ПЕЧАТНЫХ ПЛАТ ALLEGRO И OrCAD PCB EDITOR

В редакторе печатных плат появились следующие изменения:

- правила проектирования для производства (DFM и DFA);
- новые возможности 3D-редактора;
- улучшения в работе со STEP-моделями для 3D-редактора;
- улучшения в анализе высокоскоростных сигналов на базе Sigriy;
- улучшения в анализе DRC-пути возвратного тока;
- новая версия утилиты Allegro ECAD-MCAD Library Creator;
- повышение общей производительности;
- повышение качества и производительности в работе с полигонами;
- новые возможности совместной работы в Allegro PCB Symphony Team Design;
- обновление инструментов Productivity Toolbox;
- улучшенные инструменты СВЧ-проектирования RF PCB и RF SiP.

Рассмотрим эти усовершенствования подробнее.

Правила проектирования для производства (DFM)

В редактор OrCAD PCB Editor 17.2 добавлены новые правила проверки для обеспечения качества производства печатной платы – Design for Manufacturing (DFM). Они располагаются во вкладке *Manufacturing* менеджера ограничений. Эти правила работают на уровне выходных производственных файлов (фактически Gerber-файлов), поэтому их можно применять для контроля готового проекта печатной платы, анализируя его с точки зрения технологичности производства плат, повышения выхода годных изделий, сокращения сроков и стоимости изготовления как образцов, так и серий печатных плат. В правила входят следующие 5 групп проверок:

1. Проверка отступов от разных объектов до края платы или до выреза в плате.

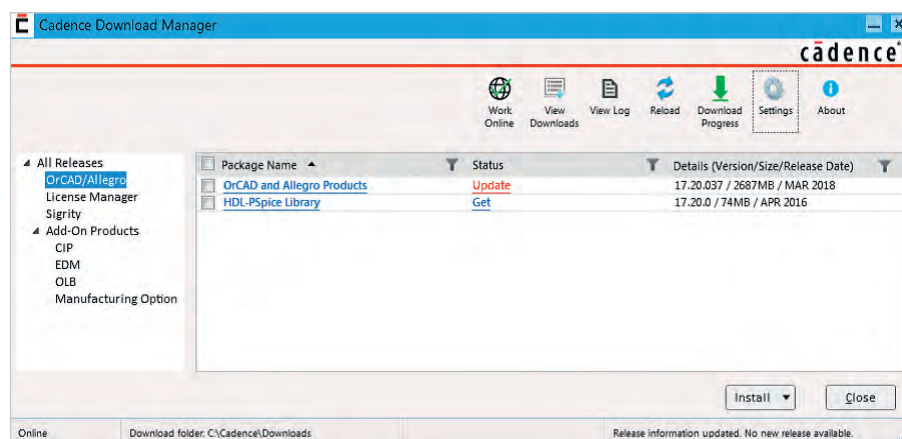


Рис. 1. Менеджер загрузки обновлений

2. Анализ наличия островков маски или узких оборванных сегментов маски.
3. Анализ гарантийного пояса от отверстия до площадки и от площадки до маски.
4. Анализ зазоров в медном рисунке и расстояний до неметаллизированных отверстий.
5. Анализ маркировки на площадках, переходных и крепёжных отверстиях.

Применение этих правил позволяет ещё до запуска плат в производство обнаружить нетехнологичные места и ошибки в проектах и тем самым сократить сроки разработки плат за счёт исключения возврата нетехнологичных проектов с производства.

В релизе QIR6-2018 в этот раздел добавлена возможность исключать некоторые компоненты из проверок по отступу от контура. Например, если необходимо установить на край платы торцевые разъёмы, то это нарушает правила DRC по расстоянию от компонента или вывода до края платы. Проверка DRC в этом случае создаёт множество маркеров, которые приходится «закрывать» вручную, что неудобно. Чтобы исключить такую проверку для подобных особых компонентов, теперь можно поместить их в специальный класс DFA_DEV_CLASS. Имя компонента должно начинаться с префикса FCON_, EMNT_ или MECH_ (для механических компонентов). В этом случае для данных компонентов проверка DRC на выход за границу платы не проводится, и пользователь может разместить их близко к краю.

Новые правила проверок качества монтажа Design for Assembly (DFA)

В PCB Editor версии 17.2 также были добавлены новые правила проверок для обеспечения качества монтажа – Design for Assembly (DFA). Они располагаются также во вкладке *Manufacturing* менеджера ограничений. Удобство этих проверок состоит в том, что они позволяют верифицировать проект с точки зрения возможности его сборки на автоматизированном монтажном оборудовании, оснащённом конвейерами и роботами. При проверках учитываются все процессы – от нанесения паяльной пасты через трафарет до установки планарных компонентов и оплавления в печи. При этом во внимание принимаются, например, такие важные нюансы, как утечка паяльной пасты через переходные отверстия при оплавлении

или вытекание припоя из переходного отверстия с формированием пузырей, что может помешать качественной установке компонентов на этапе поверхностного монтажа второй стороны платы. Данные проверки подразделяются на 3 группы:

1. Отступ от контура платы для компонентов и для участков припойной пасты.
2. Правила минимальных зазоров:
 - от тела компонента до механических отверстий;
 - от тела компонента до выводов соседних компонентов;
 - между участками с припойной пастой;
 - между припойной пастой и ближайшими переходными отверстиями.
3. Наличие припойной пасты на каждой планарной площадке, пояска площадки относительно паяльной пасты, отступ маски относительно паяльной пасты.

Таким образом, в новой версии OrCAD 17.2 появилось множество полезных проверок, которые обеспечат производству гарантированное качество и отсутствие проблем с монтажом.

Дополнительные проверки в Allegro Venture

В корпоративной версии САПР Allegro Venture появились уникальные дополнительные технологические проверки DesignTrue DFM. Это отступы от контура для монтажа, зазоры между различными объектами, тентирование переходных отверстий, проверка вырезов в полигонах, смещение микроотверстий и проверка наличия локальных реперных точек.

Отступы от контура. Если планируется автоматизированный монтаж печатных плат, то разработчику необходимо учитывать особенности данного процесса, в частности то, как плата будет располагаться на конвейере при нанесении паяльной пасты, установке компонентов и оплавлении в печи. Необязательно делать дополнительные поля с перемычками, если есть возможность использовать для этой цели края платы, но при этом необходимо освободить их от компонентов.

В Allegro можно указать те края платы, которые будут опираться на конвейер при поверхностном монтаже, то есть поля для монтажа, и задать для них специальные правила, регулирующие расстояние от компонентов. Кро-

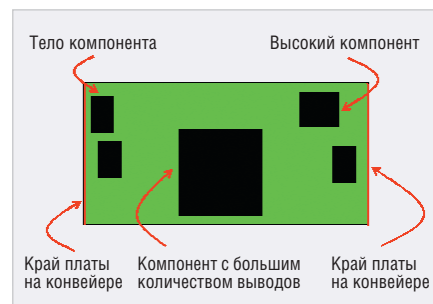


Рис. 2. Задание зазоров от полей платы для конвейерного монтажа

ме того, компоненты с большим количеством выводов и компоненты большой высоты могут быть автоматически выделены в отдельную группу с особыми правилами по отступу от «конвейерных» полей (см. рис. 2).

Зазоры между объектами. Переходные отверстия большого диаметра, расположенные под компонентом, могут служить источником проблем при монтаже, т.к. из них при оплавлении может вытечь и застыть пузырь припоя, который не даст качественно установить компонент с обратной стороны. В Allegro такие участки можно автоматически обнаруживать и отмечать флагами DRC.

Если говорить о компонентах небольшого размера, то во избежание сложностей при монтаже под ними нежелательно размещать ни переходные отверстия, ни проводники. Такие компоненты в Allegro можно поместить в отдельный список в разделе правил DFA Spacing Rules, чтобы, в случае если под ними оказались расположены проводники или отверстия, сообщить об этом разработчику. Также в новой системе Allegro Venture можно проверять:

- зазор от меди до реперных точек в слое;
- зазоры между участками паяльной пасты;
- зазоры от участков паяльной пасты до ближайших переходных отверстий (для предотвращения утечки припоя в отверстия при оплавлении).

Такие уникальные технологические проверки позволяют командам разработчиков предусмотреть и предотвратить сложности при монтаже и обеспечить высокое качество проектов, даже если некоторые проекты выполняются неопытными молодыми специалистами, сторонними компаниями или даже фрилансерами.

Тентирование переходных отверстий. В настоящее время всё более часто используемой технологией ста-

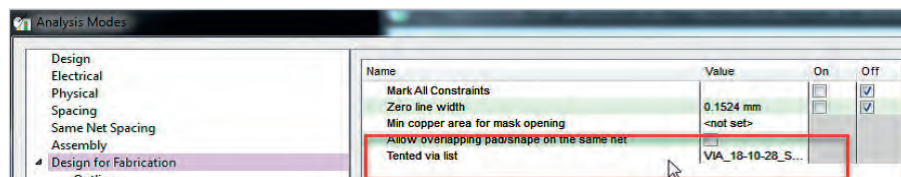


Рис. 3. Проверка тентирования переходных отверстий

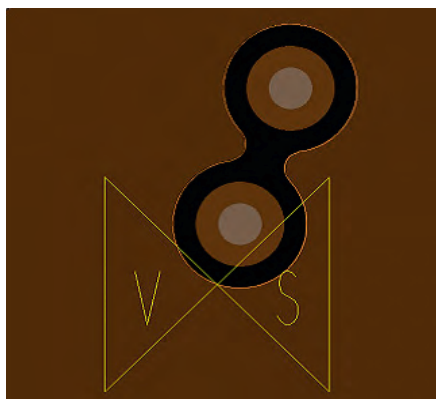


Рис. 4. Флаг DRC в зоне слишком малого зазора в вырезе полигона

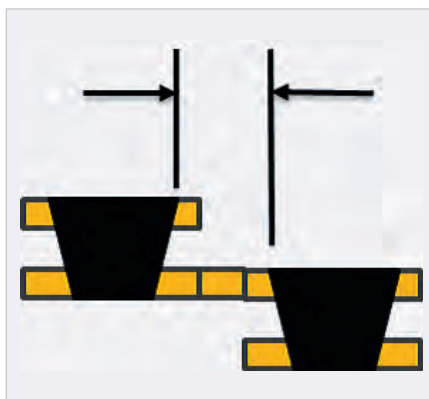


Рис. 5. Уменьшение расстояния между микроотверстиями одной цепи

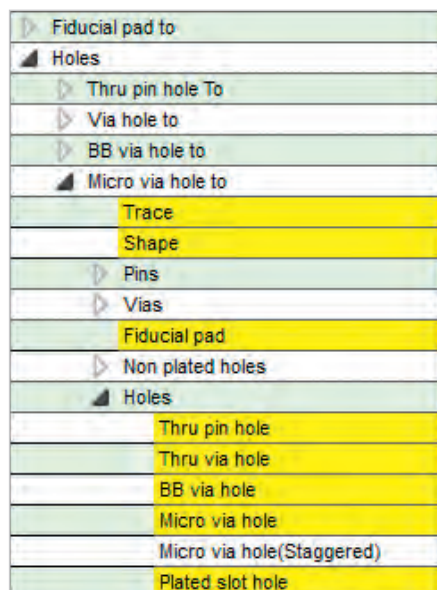


Рис. 6. Зазор микроотверстий *Staggered* в списке DRC-проверок на технологичность

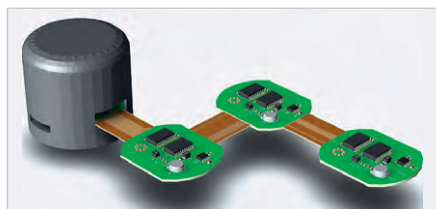


Рис. 7. Вид печатной платы с тенями в 3D-редакторе

новится тентирование некоторых переходных отверстий, то есть полное закрытие их маской с предварительным заполнением отверстия смолой. Особенно полезно это делать в зоне BGA-компонентов. При этом зачастую в

проекте могут присутствовать как тентированные, так и нетентированные отверстия, в зависимости от их диаметра или зоны расположения на плате.

В Allegro площадки и переходные отверстия автоматически могут быть проверены на отсутствие вскрытий маски. При этом можно исключить определённые типы отверстий из проверки, задав список падстечков, про которые известно, что они будут тентированы, то есть полностью закрыты маской. Этот раздел проверок (*Tented via list*) доступен в разделе *Design for fabrication* диалога *Analysis Modes* (см. рис. 3).

Проверка вырезов/отступов в полигонах. При автоматическом создании отступов от отверстий в полигонах могут образовываться протяжённые участки со слишком узкими зазорами, наличие которых потенциально может привести к замыканию меди или материала покрытия платы. В таких случаях могут возникать производственные проблемы, в том числе при монтаже, даже если это зазор между участками одной и той же цепи. Рекомендуется не допускать слишком протяжённых узких зазоров, чтобы снизить вероятность замыкания.

Allegro Venture позволяет проверить минимальные расстояния между краями вырезов, чтобы обнаружить вероятность образования замыканий. На рисунке 4 показан пример такой ошибки (*DRC void sliver*) между переходным отверстием и полигоном.

Смещение микроотверстий. При использовании микроотверстий в структурах HDI или похожих технологиях используются лазерные отверстия конической геометрии. В проектах большой плотности эта геометрическая структура позволяет уменьшить расстояние между микроотверстиями, если они принадлежат одной и той же цепи. Если микроотверстие переходит со слоя 1 на слой 2 и соединено с другим микроотверстием, переходящим со слоя 2 на слой 3, то минимальное расстояние между ними может быть меньше, чем для двух микроотверстий разных цепей (см. рис. 5). Минимальный зазор в такой ситуации задаётся в менеджере ограничений Allegro отдельно, в категории *Design for fabrication* секции *Copper spacing/Micro via hole (Staggered)*, как показано на рисунке 6. Использование ступенчатых микроотверстий в Allegro в сочетании с применением этого уникального параметра позволяет эффективно трассировать печатные платы, содержащие BGA-компоненты с шагом 0,5; 0,4 и даже 0,35 мм.

Проверки наличия реперных точек. Для возможности выполнения качественного монтажа плат со сложными компонентами с малым шагом и большим количеством выводов очень важно обеспечить наличие локальных реперных точек недалеко от этих компонентов. Это особенно принципиально, если плата имеет большие габариты.

В Allegro проверка наличия реперных точек проводится на основе списка футпринтов компонентов. Каждый тип компонента определяет минимальное количество реперных точек, допустимое для его качественного монтажа. Это позволяет гарантировать наличие требуемого количества реперных точек для сложных в монтаже компонентов, таких как BGA с большим количеством выводов, микро-QFN или CQFP с малым шагом.

Новые возможности 3D-редактора

В релизе OrCAD 17.2 QIR6 новый редактор трёхмерного вида печатной платы уже не требует включения через настройки, а включён по умолчанию. В обновлённом редакторе реализованы 3 основные новые возможности:

1. Отображение теней при визуализации платы.
 2. Центрирование при перегибе гибких частей.
 3. Дополнительные опции представления моделей компонентов на экране.
- Как видно из рисунка 7, модели компонентов на плате и сама плата теперь

выглядят более реалистично за счёт отображения теней. Функция центрирования автоматически меняет расположение платы на экране при перегибе шлейфов. Представление компонентов теперь предлагает две дополнительные опции: показывать в первую очередь STEP-модель, а если её нет, то «условный кубик»; или показывать преимущественно «условный кубик», а если его нельзя отобразить, то STEP-модель. Также в релизе QIR6 добавлены следующие возможности редактора:

- команда «Отменить привязку STEP-моделей» для всех компонентов;
- возможность экспортировать STEP-модель печатной платы без подключённых STEP-моделей компонентов;
- возможность обновлять компоненты, подгружая обновлённые STEP-модели.

Улучшения в анализе высокоскоростных сигналов на базе Sigrity

Уникальная возможность анализа и проверки целостности сигналов в Allegro, реализованная на базе системы Sigrity, появилась в релизе 17.2 QIR4. Эта технология позволяет проводить проверки SI/PI прямо в окне редактора печатной платы. Для задания и проверки правил необходимые константы устанавливаются, как обычно, в менеджере ограничений. Система предоставляет пользователю настроенный маршрут для детального анализа топологии платы. В релизе QIR6 эта функция была усилена: появился маршрут проектирования с анализом перекрёстных помех и путей возвратного тока, а также новые продвинутое электрические проверки (ERC – Electrical Rules Check). Данная функция доступна пользователям, имеющим лицензию Sigrity SI Base. Ранее эта лицензия называлась Allegro SI XL или SigXplorer. Пользователи таких лицензий могут бесплатно перейти на Sigrity SI Base и в дальнейшем оплачивать только обновления.

Новые маршруты анализа топологии. В двух новых маршрутах анализа можно запускать моделирование или загружать для просмотра предыдущие результаты. Результаты анализа визуализируются в виде таблицы с цветными столбцами и строками, а для выбранной строки можно просмотреть детальную расшифровку результатов анализа. В графическом окне редактора Allegro PCB Editor пользователь видит подсе-

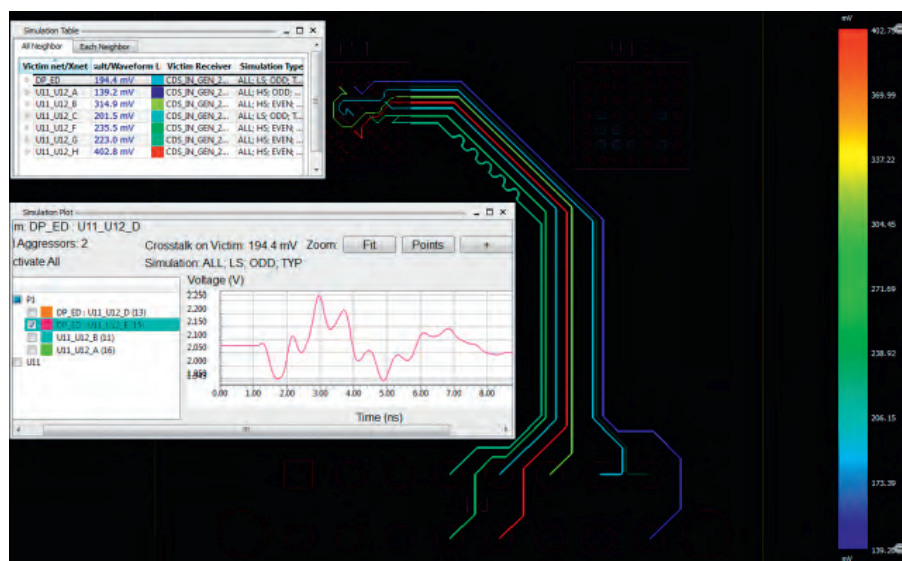


Рис. 8. Отображение результатов анализа перекрёстных помех в Allegro

ченные соответствующими цветами сигналы (см. рис. 8).

Анализ перекрёстных помех (Crosstalk Analysis). Возможность просмотреть перекрёстные помехи визуально с помощью цветовой индикации прямо в окне редактора печатных плат Allegro – это ключ к значительному повышению качества проектов с точки зрения целостности сигналов на высокоскоростных печатных платах. Разработчик сразу может увидеть степень взаимного влияния цепей-агрессоров и критических цепей и эффективно устранить проблемные места в трассировке.

Для запуска анализа перекрёстных помех следует настроить модели компонентов и указать моделируемые цепи. Для назначения моделей можно использовать *Analysis Model Manager (AMM)*. Также можно напрямую подключать IBIS-модели, в том числе из стандартной библиотеки Cadence Allegro. Затем нужно указать окно анализа *GeoWindow* и минимальную величину взаимодействия (например, 1%) для исключения из рассмотрения несущественных наводок. Можно использовать как вариант анализа «Все соседние сигналы вместе», так и «Каждый соседний сигнал отдельно». В анализе «Все соседи» (*All Neighbors*) наихудшая наводка определяется удержанием каждого сигнала-жертвы либо в высоком, либо в низком состоянии при переключении агрессоров в верхнее и нижнее состояние. Анализ «Каждый сосед» (*Each Neighbor*) использует результаты анализа *All Neighbors* для поиска наихудших агрессоров, основываясь на величине наводки в процентах, заданной пользователем. Помимо табличного представ-

ления результатов, они отображаются в виде сегментов трасс на экране редактора с цветовой кодировкой цепей.

Анализ путей возвратного тока (Return Path Analysis). Наиболее частая проблема скоростных плат – это нарушение целостности сигналов по причине некорректных возвратных путей по полигонам земли и питания. Это важно для таких скоростных цепей, как Ethernet, PCI-Express, USB и др. С целью обнаружения и просмотра сигналов, для которых высок риск данного нарушения, в Allegro используется анализ путей возвратного тока.

Для запуска анализа необходимо задать опорную цепь и требуемый набор сигнальных цепей *Directed Group*, которые соединяют компонент-источник и один или более компонент-приёмник. Результаты анализа представляются в таблице *Simulation Table* (см. рис. 9), где показано вычисленное системой значение фактора качества возвратного пути для каждой указанной цепи.

Анализ путей возвратного тока с помощью DRC-проверок. Обеспечить корректный путь возвратного тока можно с помощью аккуратной трассировки цепей над земляными опорными слоями. Однако при переходе сигнала со слоя на слой необходимо убедиться, что и возвратный ток имеет возможность перейти со слоя на слой, не образуя слишком больших токовых петель. Это можно делать вручную, но для современных сложных плат такая проверка может занять много времени и не гарантирует стопроцентного результата. САПР OrCAD с опцией OrCAD Sigrity ERC позволяет автома-

Net/Xnet Name	Return Path Quality Factor	Start Signal Pin	Start Return Pin	End Signal Pin	End Return Pin
NET6	1.262	U3.3	U3.8	U4.10	U4.8
NET5	1.261	U2.4	U2.8	U1.11	U1.8
NET7	1.221	U3.4	U3.8	U4.11	U4.8
NET1	1.211	U2.13	U2.8	U1.2	U1.8
NET3	1.193	U2.11	U2.8	U1.4	U1.8
NET2	1.191	U2.12	U2.8	U1.3	U1.8
NET4	1.181	U2.10	U2.8	U1.5	U1.8

Рис. 9. Таблица с результатами анализа путей возвратного тока критических цепей

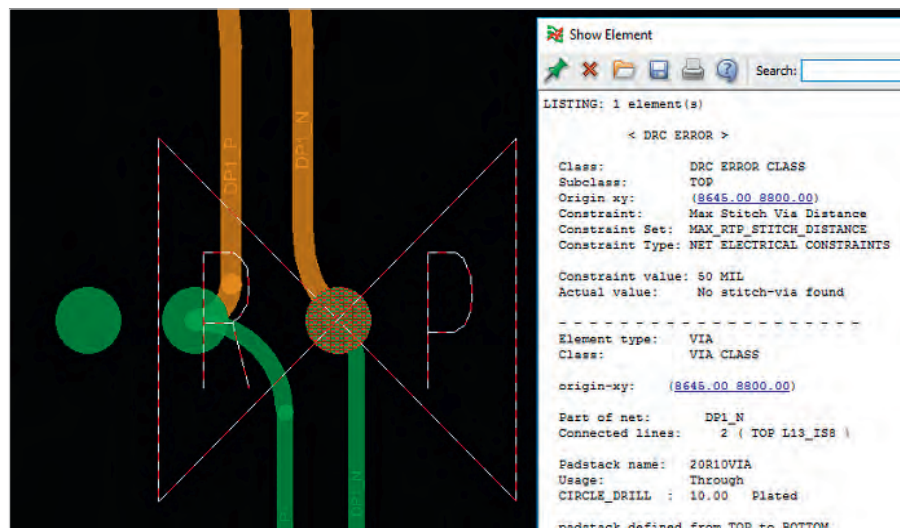


Рис. 10. Обнаружение перехода цепи со слоя на слой без «сшивающего» отверстия GND

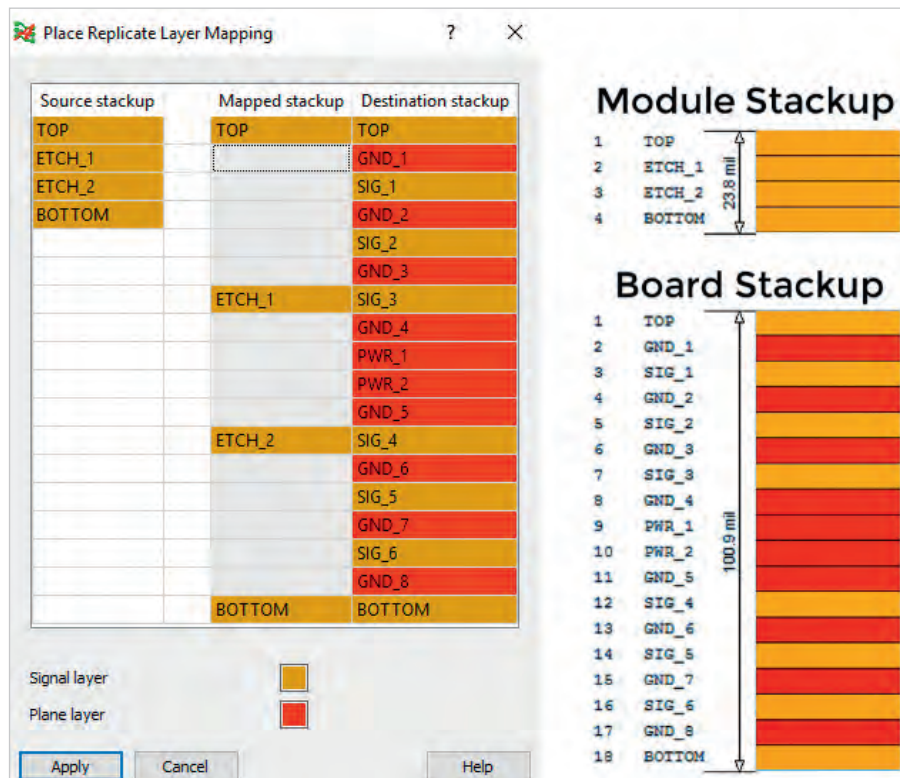


Рис. 11. Окно отображения слоёв при установке библиотечного модуля на плату

тически проанализировать как наличие сплошных опорных полигонов под критическими сигналами, так и расстояние до ближайших переходных отверстий, «сшивающих» полигоны в местах, где сигнал переходит на другой слой. В релизе QIR6 появи-

лась возможность проверки расстояния от перехода сигнала или дифференциальной пары до ближайшего земляного отверстия (Stitching Via). В случае нарушения этого правила в менеджере ограничений и на экране выставляется флаг ошибки DRC, что позволяет разработ-

чикам вовремя обнаружить те места, где возможно нарушение целостности сигналов (см. рис. 10).

Повышение качества и производительности при работе с полигонами

Системы OrCAD и Allegro весьма неплохо обрабатывают большое количество полигонов при визуализации, динамическом обновлении, перемещении компонентов и трассировке, однако современные проекты становятся всё более сложными, количество слоёв и полигонов растёт, что требует повышения эффективности САПР при их отображении и модификации.

В релизе OrCAD QIR6 добавлен режим Fast для ускоренной обработки вырезов в полигонах, за счёт чего существенно поднялась производительность при выполнении операций, затрагивающих динамические полигоны, например при перемещении проводников, отверстий, трассировке и прошивке полигонов массивами отверстий.

Повышение производительности разработчиков при трассировке

Разработчики печатных плат, использующие Allegro, получили множество других улучшений, позволяющих быстрее и эффективнее трассировать платы. Рассмотрим некоторые из них.

Функция размещения библиотечных модулей и размножения готовых фрагментов трассировки в PCB Editor теперь позволяет использовать заранее подготовленные библиотечные модули для печатных плат с любым стеком слоёв. Если стек слоёв библиотечного модуля не совпадает со стеком платы, на которую он ставится, возникает окно отображения слоёв, в котором можно указать соответствующие слои платы (см. рис. 11). В библиотечном модуле могут содержаться как компоненты и фрагменты трассировки, так и другие виды объектов, например зоны вырезов, регионы, тексты и линии маркировки.

В возможности команды трассировки добавлена новая опция *Clearance*, которая позволяет увидеть каналы для возможной трассировки сигналов (см. рис. 12). Имеется переключение между режимами «Доступные каналы» и «Зазоры».

Копирование полигонов с помощью *Copy/Paste* теперь поддерживает возможность либо оставить исходную цепь при копировании, либо назначить

цепь объекта при копировании полигона на некий объект платы.

Добавлена возможность экспорта топологии в PDF-формат. Если в установленной системе нет подключённой опции Allegro PDF Publisher, то печать в PDF производится в виде простого чертежа, без иерархии. При наличии PDF Publisher печать производится в интеллектуальный PDF-формат, в котором присутствует вся информация о проекте, включая иерархию компонентов, цепей и удобный поиск.

Возможность иметь несколько зон с разным стеком слоёв теперь стала более мощной. Редактирование стека такой зоны возможно, даже если в ней уже установлены компоненты или имеются переходные отверстия.

Новые возможности совместной работы (Allegro PCB Symphony Team Design)

Возможности командной работы позволяют нескольким разработчикам одновременно подключиться к проекту и заниматься его трассировкой. При этом каждый из них видит изменения, сделанные другими, без необходимости разделения проекта на зоны. Временного отключения подсоединённых разработчиков требуют только некоторые операции, такие как импорт нового нетлиста.

В релизе QIR6 опция командной работы позволяет выполнять копирование полигонов на другие слои (Z-Copy), 3D-визуализацию проекта, а также отслеживание работ, выполняемых в данный момент конкретным разработчиком, с помощью цветовой индикации курсоров и центровки экрана редактора в соответствующую область.

Обновление инструментов Productivity Toolbox

Набор инструментов Productivity Toolbox содержит дополнительные функции, которые позволяют выполнять различные нестандартные задачи, такие как генерирование штрих-кода, полярная сетка и др. Теперь в этот набор добавлена утилита для проверки правил размещения тестовых точек в зависимости от их размера и расстояния до компонентов.

Улучшенные инструменты

СВЧ-проектирования RF PCB и RF SiP

Данные инструменты позволяют разработчикам СВЧ-плат и подложек микросхем эффективно размещать на плате и редактировать микрополосковые линии, а также различные СВЧ-топологии с воз-

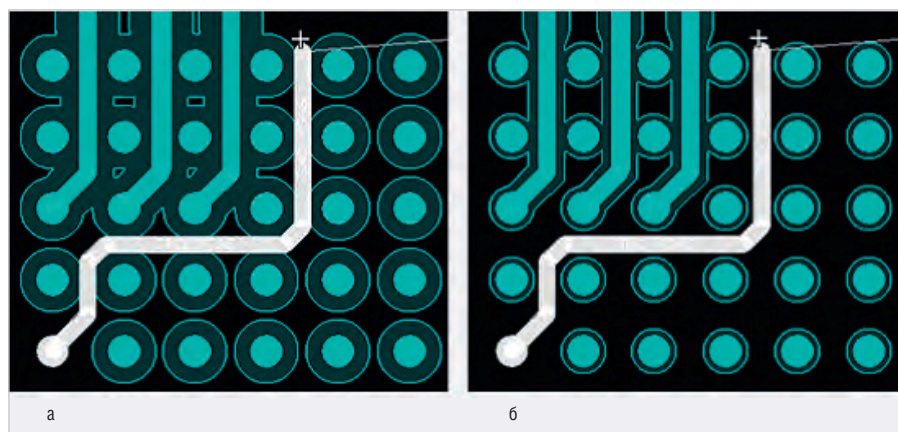


Рис. 12. Вид платы: а) каналы для трассировки; б) зазоры для трассировки

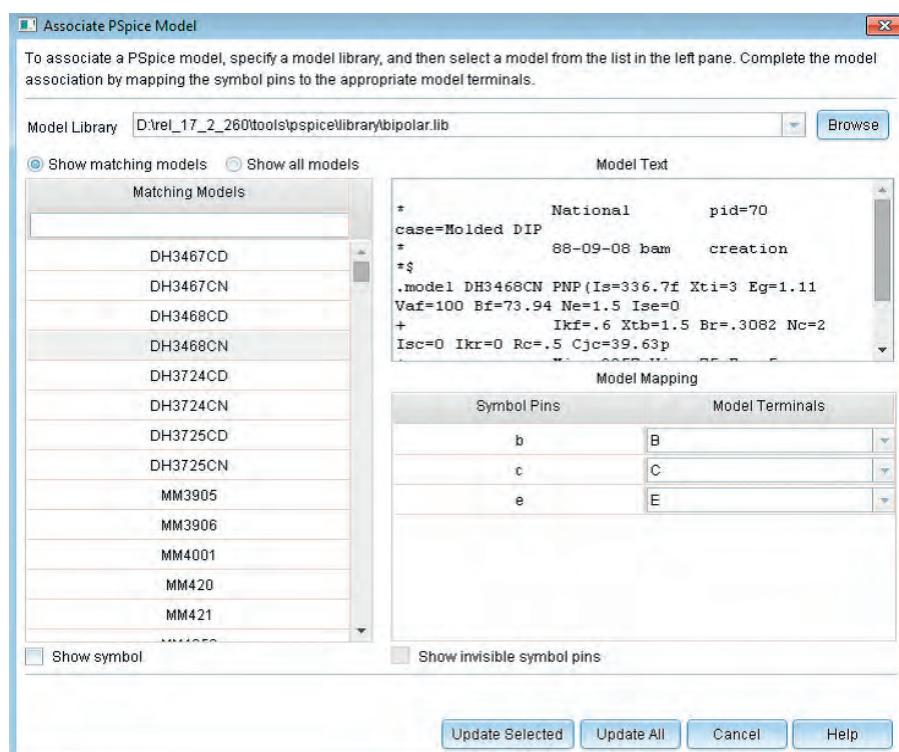


Рис. 13. Назначение новой SPICE-модели схемному символу OrCAD Capture

можностью их параметризации (например фильтры, сплиттеры, антенны и др.). Теперь стало возможным использовать смешанные библиотеки топологических элементов САПР моделирования MWO и ADS. Кроме того, в новой версии можно создавать топологию, используя как библиотеку компонентов MWO, так и ADS в одном проекте, а также экспортировать полученный результат в формат MWO или ADS.

Схемный редактор OrCAD Capture

В схемном редакторе Capture реализовано несколько существенных улучшений его функциональности и интерфейса пользователя. Рассмотрим их подробнее.

Схемный редактор Capture очень хорошо интегрирован с системой схе-

технического моделирования PSpice. Для того чтобы ещё более упростить работу схемотехников, был улучшен интерфейс назначения схемным символам новых SPICE-моделей (например, загруженных с сайтов производителей). Теперь достаточно указать файл библиотеки моделей, выбрать нужную модель из списка и назначить выводы символа соответствующим портам модели (см. рис. 13).

Кроме того, появилась возможность визуализации футпринта для выбранного схемного символа (см. рис. 14). При этом можно выделить вывод на схеме и увидеть, какому выводу он соответствует на футпринте, что облегчает проверку схемы.

Полностью обновлён редактор схемных символов. Он стал проще и удобнее в работе. Теперь при редактировании сим-

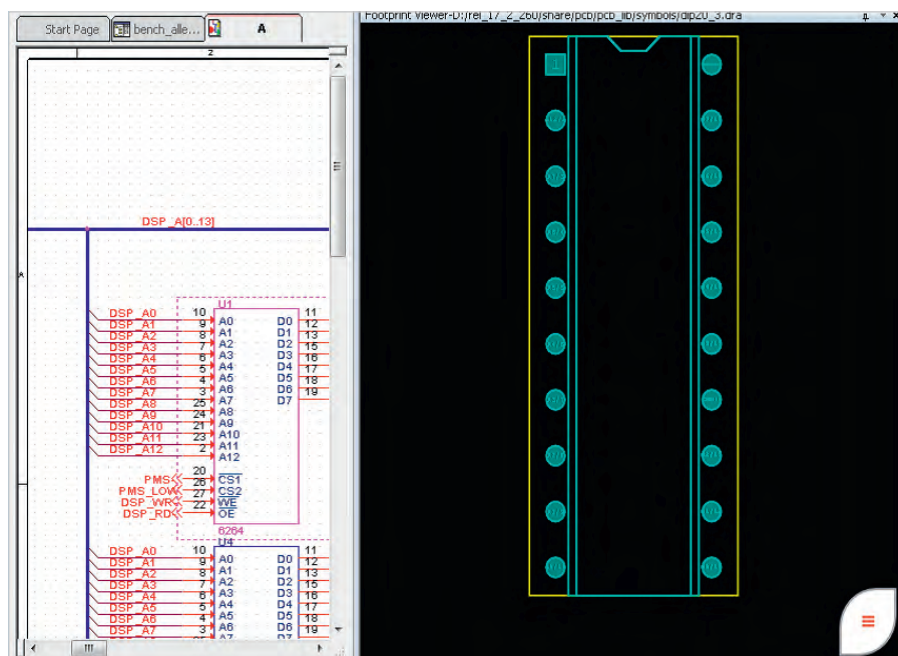


Рис. 14. Просмотр футпринта для выбранного символа

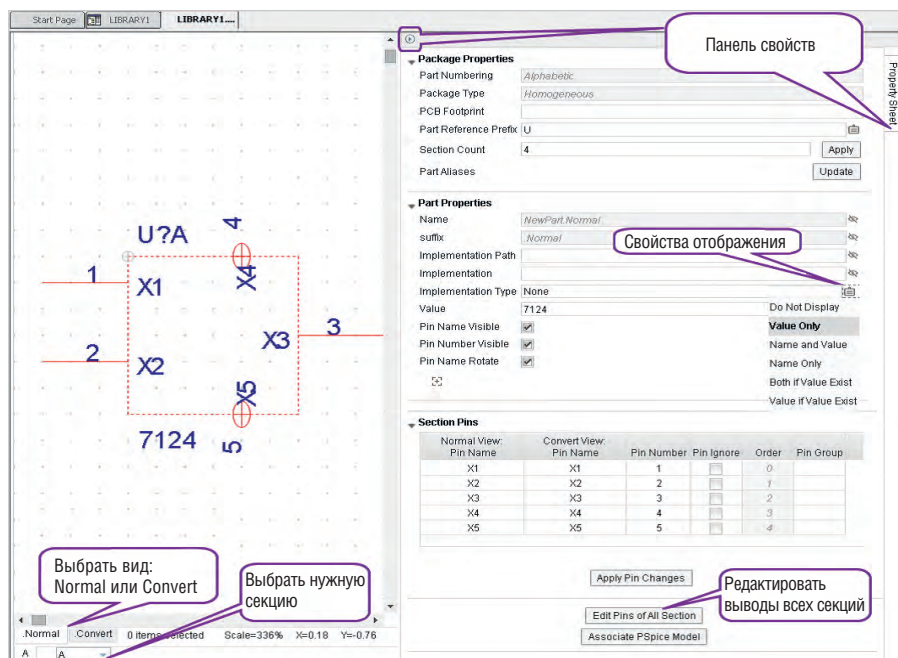


Рис. 15. Новый редактор схемных символов OrCAD Capture

вола пользователь видит панель со всеми его свойствами, может управлять видимостью номеров или названий выводов, назначать специальные свойства компоненту или его выводам (см. рис. 15).

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Cadence OrCAD/Allegro 17.2 QIR6 является более мощным и эффективным решением для проектирования современных печатных плат. Если в настоящее время используется OrCAD версии 16.6 или более ранних, переход на версию 17.2 не будет сложным, т.к. проекты и библиотеки переносятся в новую систему автоматически. Для перехода с P-CAD 2006 можно использовать конвертер PCB – BRD, созданный и поддерживаемый компанией ООО «ПЧБ СОФТ». Конвертер позволяет перенести старые проекты печатных плат в новую систему практически без искажений посредством экспорта в формат P-CAD ASCII. Имеются также конвертеры из других систем проектирования.

Важно отметить, что при своей невысокой стоимости даже базовый продукт OrCAD PCB Designer Standard содержит всё необходимое для разработки плат – от схемы до производственных файлов. Система OrCAD Professional подойдет для более продвинутых разработчиков, которые занимаются трассировкой скоростных плат. Расширение OrCAD Sigrity ERC интересно для верификации проекта с точки зрения целостности сигналов. Доступность более продвинутых версий и таких мощных инструментов, как Allegro Venture и Sigrity, позволяет любому предприятию, от самого небольшого до очень крупного, выполнить любую поставленную задачу по разработке электронных устройств с максимальным качеством и эффективностью.





АРБЕЛОС
НАУЧНО-ПРОИЗВОДСТВЕННОЕ ПРЕДПРИЯТИЕ

РОССИЙСКИЙ РАЗРАБОТЧИК И ПРОИЗВОДИТЕЛЬ

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

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



ОФИЦИАЛЬНЫЙ ДИЛЕР

interlight

MOSCOW

powered by light + building

Международная выставка декоративного
и технического освещения, электротехники
и автоматизации зданий

6–9 ноября 2018

ЦВК «Экспоцентр»
Москва



Компоненты | **NEW!**



Декоративное
освещение



Техническое
освещение



LED-технологии



Интегрированные
системы безопасности | **NEW!**



Электрические
лампы



Электротехника



Автоматизация зданий /
Умный дом



electronica 2018: объединяя интеллект, безопасность и надёжность

С 13 по 16 ноября 2018 года в Мюнхене состоится крупнейшая electronica за всю историю выставки. Будут представлены новые форматы: electronica Experience и IMPACT-Design. Откроет electronica 2018 Джереми Рифкин.

Интеллектуальная, надёжная и безопасная на всех уровнях сеть окажется в центре внимания ведущей международной выставки и конференции, посвящённой электронике, которая состоится 13–16 ноября 2018 года в Мюнхене, Германия. В этом году electronica выходит за рамки презентации современных компонентов, систем, применений и решений. В дополнение к 17 залам, 13 форумам и 4 конференциям будет представлен широкий спектр инноваций. Экспоненты, посетители, известные игроки отрасли и стартапы, не говоря уже о работодателях и новых талантах, получат широкие возможности для нетворкинга. Свои продукты и решения представят свыше 3000 компаний из более чем 50 стран.

УВЕЛИЧЕНИЕ ВЫСТАВОЧНОЙ ПЛОЩАДИ И НОВАЯ ПЛАНИРОВКА ЗАЛОВ

Выставка electronica 2018 будет масштабнее предыдущего мероприятия, прошедшего в 2016 году, с

более чем 180 000 м² пространства. Посетителям будут предоставлены 4 дополнительных зала, что говорит об обновлённой планировке павильонов. Всего в выставке будет задействовано 17 залов. 5 входов, автострада, трансфер на автобусе для посетителей, а также новое приложение electronica помогут в навигации по выставке.

Нетворкинг, вдохновение и опыт

В рамках выставки будет проведено 4 конференции и 13 форумов для содействия нетворкингу и обмену знаниями. Цифровая поддержка для дальнейшего взаимодействия между экспонентами и посетителями будет предоставляться в виде классического Electronica Matchmaking и нового инструмента electronica Connect. Кроме того, благодаря новым форматам Electronica Experience и North by North East (NxNE) появится ещё больше возможностей для общения, вдохновения и получения опыта.

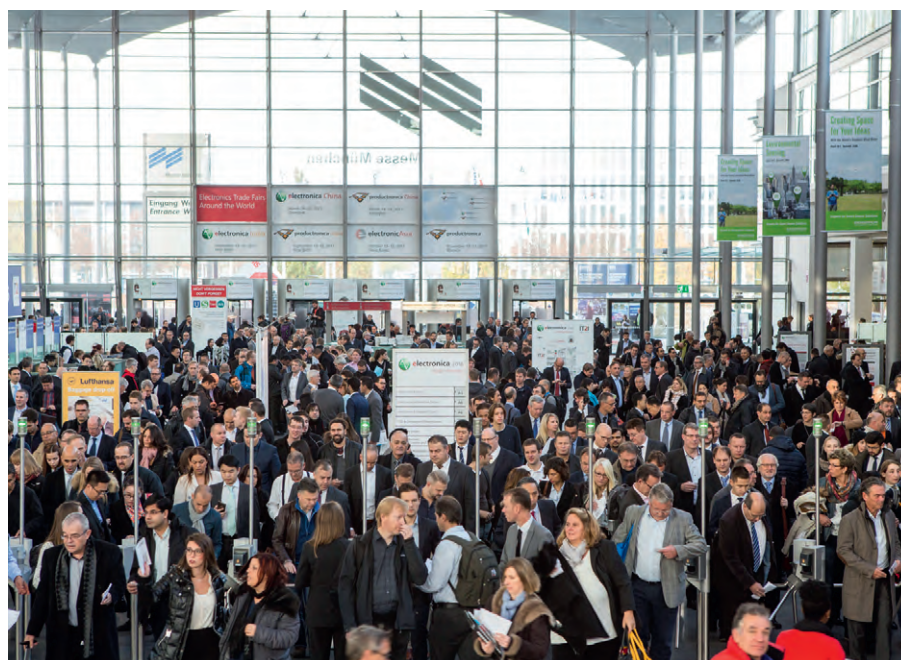


ELECTRONICA EXPERIENCE и IMPACT – DESIGN FOR A CAUSE

Новый зал С6 познакомит посетителей с электроникой, а также продемонстрирует возможности карьерного роста в этой отрасли. На electronica Experience будут представлены live-демонстрации, приложения и презентации, а также рынок труда, чтобы облегчить взаимодействие между экспонентами, студентами и школьниками. IMPACT-Design for a Cause также будет частью electronica Experience. Благодаря мероприятию, в котором примут участие инженерные ассоциации Hackster и Element 14, можно будет оценить будущее влияние электроники на связь, окружающую среду и медицину в формате презентаций и дискуссионных панелей.

«ВИЗИОНЕР НЕТВОРКИНГА» ОТКРОЕТ ELECTRONICA 2018

В своих работах «Третья промышленная революция», «Общество с нулевыми предельными издержками» и «Конец работы» американский социальный теоретик Джереми Рифкин не только обозначил текущие события в экономике и обществе на ранней стадии, но и затронул вопросы глобального сетевого взаимодействия производственных и социальных процессов в «сверхсетях». Он откроет выставку с основным докладом вечером в понедельник, 12 ноября, а также выступит перед открытием electronica Experience во вторник, 13 ноября.





Messe München

Connecting Global Competence

13–16 ноября 2018

Connecting everything – smart, safe & secure



Выставка

- 17 залов
- Полный спектр технологий, продуктов и решений

Конференции и форумы

- 4 конференции
- 16 форумов
- Новый TechTalk для инженеров и разработчиков

Новые возможности

- Live-демонстрации
- e-ffwd: Стартап-платформа от Elektor
- Биржа труда от electronica

**SEMICON®
EUROPA**


co-located event

Контакты: Messe Мюнхен Консалтинг –
Официальное представительство
Messe München GmbH в России
Тел. +7 495 697 1670
info@messe-muenchen.ru



electronica 2018

components | systems | applications | solutions
World's leading trade fair and conference for electronics
Messe München | November 13–16, 2018 | electronica.de

Advantech открывает в Москве ООО «Адвантек Технолоджи»

6 сентября 2018 года компания Advantech, ведущий производитель промышленных систем, организовала в Москве специализированный IoT-форум, посвященный развитию Индустрии 4.0. На этом мероприятии было объявлено об открытии ООО «Адвантек Технолоджи» (Москва).

Создание общества призвано улучшить качество обслуживания российских клиентов и способствовать дальнейшему развитию местного рынка. На открытии присутствовали Кэн Чун-Юн, представитель Тайбэйско-московской координационной комиссии по экономическому и культурному сотрудничеству, Чан Ши-Чан, глава московского представительства Taipei World Trade Center, а также более двухсот клиентов и партнеров компании Advantech.



Чейни Хо



Винсент Чанг

Г-н Чейни Хо, исполнительный директор компании Advantech, отметил, что благодаря своему особому географическому положению Россия имеет стратегическое преимущество на континенте. В последние годы РФ активно развивает многосторонние торговые отношения и усиливает экономическое сотрудничество с соседними странами, включая вступление во Всемирную торговую организацию (World Trade Organization, WTO) в 2012 году и совместное создание Евразийского экономического союза с Беларусью и Казахстаном в 2015 году, что упростило свободное обращение товаров, услуг, денежные трансакции и перемещение рабочей силы. Открытие офиса в России является естественным решением для многих мультинациональных корпораций. Следуя данному тренду, компания Advantech решила, что создание местного центра сделает обслуживание клиентов и партнеров ещё более своевременным и целостным.

Г-н Винсент Чанг, генеральный директор ООО «Адвантек Технолоджи», отметил, что в 2006 и 2014 годах компания Advantech открыла представительства в Москве и Санкт-Петербурге. Создание ООО в Москве поспособствует дальнейшему продвижению в следующих направлениях:

- развитие российской промышленности с фокусом на ключевые индустрии: «умное» производство, электроэнергетика, «умный» транспорт, сети и безопасность, логистика и другие интеллектуальные сервисы;
- движение в сторону модели полностью готовых решений – с поддержкой технологии Интернета вещей компания Advantech сможет реформировать бизнес-стратегию, уходя от предоставления отдельных продуктов к подготовке комплексного пакета решений;
- поиск партнёров и создание совместных решений для удовлетво-

рения потребностей промышленности – в целях перехода к модели создания комплексного пакета услуг для различных отраслей компании Advantech активизирует поиск партнёров для создания совместных разработок и предоставления общих решений российским индустриям; также продолжится активное сотрудничество со стратегическими партнёрами.

Г-н Чанг также отметил, что открытие офиса является только первым шагом для Advantech. Компания в ближайшее время планирует создание центра логистики, технологического обучения и специализированного RMA-центра, чтобы повысить эффективность предоставления услуг для своих российских клиентов. Кроме того, в течение следующих трёх лет планируется увеличить число сотрудников компании в три раза.

Какие проекты в области современных трендов (цифровая экономика, цифровизация, Индустрия 4.0, IoT, промышленный Интернет вещей) Advantech реализует в России?

Ранее мы занимались в России проектами в различных областях: в первую очередь, это транспорт, нефтегазовая отрасль, энергетика, энергоснабжение. Например, в автобусах установлены наши системы распознавания лиц, что является одной из частей системы обеспечения безопасности. В каждом автобусе, подключённом к сети Интернет, будут осуществляться сбор и передача информации. Это один из кейсов в области транспорта. Кроме того, существуют успешные примеры работы в нефтегазовой отрасли, энергетике, энергообеспечении. Концепция Индустрии 4.0 имеет огромный потенциал в странах Азии, Европы и США. Мы полагаем, что за Индустрией 4.0 будущее в области промышленного производства, в том числе и в России, и хотели бы задействовать тот богатый опыт, который мы накопили, работая в различных странах, для того чтобы внести свой вклад в развитие этого направления и здесь тоже. Мы намерены создавать

экосистему для поддержки такого развития в России.

Продуктовые решения компании охватывают все компоненты системы Интернета вещей?

Я бы хотел прокомментировать данный вопрос следующим образом. У нас нет чипсетов. Мы используем решения Intel или RMA – это модули, например сенсорные. Далее идёт шлюз, затем – middle ware, который устанавливается на этот шлюз. Данная система носит название WISE PaaS, также предусмотрены системы облачного хранения и обработки данных. Мы предоставляем аппаратные технические комплексы и программно-технические комплексы, которые мы называем SRP (Solution Ready Platform). Что касается взаимосвязи и подключения систем, мы поддерживаем самый широкий спектр различных протоколов – это и Wi-Fi, и Bluetooth, и системы с низким энергопотреблением, и MBOT, и многие другие. В заключение можно сказать, что компания Advantech в своих решениях покрывает значительную часть цепочки создания добавленной стоимости – от модулей до комплексных программно-технических решений.

Планирует ли Advantech увеличение производственных мощностей, например за счёт открытия в России производства встраиваемых компьютеров?

Структура нашей стратегии промышленного производства такова. Мы изготавливаем печатные платы, а также шасси в Китае и на Тайване. Такие печатные платы, установленные на шасси, поставляются в более чем 15 стран мира, где на них устанавливаются центральный процессор и модули памяти – в этом состоит локализация производства. В краткосрочной перспективе мы не планируем производить печатные платы в России – это означает, что сборочного производства здесь не будет. При этом в России будет осуществляться финальная сборка, что составит более 30% от общей стоимости данного решения. Также не исключён вариант, что корпуса будут также поставляться локальными производителями – при условии, что стоимость таких решений будет конкурентоспособной. Это наша стратегия на краткосрочную перспективу. Что касается долгосрочных планов на 10–20 лет вперёд, возможно,



мы откроем в России центр НИОКР. Это станет возможным за счёт создания совместных предприятий и слияния с соответствующими профильными учреждениями. В результате на основании технического задания, спецификации мы будем разрабатывать продукт для российского рынка, например компьютерные системы, предполагающие эксплуатацию в широком диапазоне температур –40...+60°C, которые пользуются спросом только в России.

Не составит ли новое юридическое лицо конкуренции дистрибьюторским сетям в плане работы с российскими заказчиками?

Этот вопрос уже поднимали наши партнёры, и ответ на него прост: мы никогда не предпринимаем никаких действий для того, чтобы создавать такую конкуренцию между головной организацией и нашими дилерами. Ни при каких условиях мы не позволим нашему отделу продаж отнимать долю рынка у уже действующих партнёров компании Advantech в России. Мы ожидаем от наших дилеров, что они смогут увеличить добавленную стоимость, которую они предоставляют своим клиентам. На текущий момент некоторые дилеры осуществляют всего лишь продажу, то есть заключение сделки и поставку уже существующих реше-

ний, и со своей стороны не добавляют данным решениям ценности. Таким компаниям в будущем будет сложно выжить на рынке. Одна из целей создания отдельного юридического лица в Российской Федерации – это развитие деятельности компании, выход на новые сегменты рынка, укрепление нашего бренда, а также повышение стандартов сервиса и обслуживания. Всё это благотворно скажется на деятельности компании Advantech в целом, клиенты смогут использовать передовые решения и непременно останутся довольны.

Как в компании Advantech решаются проблемы кибербезопасности?

Что касается обеспечения кибербезопасности, в основном это делается на уровне программного обеспечения: существуют утилиты и прикладное ПО. В свою очередь, защитой прикладного ПО должен заниматься конечный заказчик, потребитель либо системный интегратор. Мы со своей стороны обеспечиваем наличие модулей безопасности в наших утилитах. Тем не менее расслабляться не стоит, ведь, как известно, злоумышленники всегда на шаг впереди даже самых передовых разработчиков систем безопасности, поэтому нам следует и в дальнейшем совершенствовать системы защиты.



Вопросы терминологии и классификация инверторов

Часть 3

Евгений Силкин (elsi-mail@ya.ru)

Автономные инверторы по принципу действия могут быть разделены на три класса: инверторы напряжения, инверторы тока и согласованные инверторы (matched inverter). Резонансные инверторы являются частным случаем в классе согласованных инверторов. Как правило (но не всегда), резонансные (согласованные) инверторы – это устройства с резонансной коммутацией. Для вентильных устройств, кроме употребляемого термина «коммутация» (коммутационная операция выключения вентилей), необходимо ввести понятие коммутационного цикла.

В [1] можно прочесть, что, по мнению авторов этой классической работы, «основной особенностью каждой из известных схем» (имеются в виду схемы автономных инверторов – АИ), «во многом определяющей... характеристики АИ, является способ осуществления коммутации тока». Здесь заметим, что в различных режимах работы отдельных преобразователей электрической энергии, в принципе, возможны и различные виды (способы осуществления) коммутации вентилей, а также их комбинации (классификационный признак не всегда является однозначным, поэтому не может быть и основным, хотя, безусловно, относится к существенным [2] признакам, и классификация по этому признаку обычно «не является чисто формальной»). В IEV (International Electrotechnical Vocabulary – IEC 60050) коммутация (551-16-01, commutation) в «электронном силовом преобразователе – (это) перенос тока без прерывания тока от одного проводящего силового плеча к следующему очередному, причём оба плеча одновременно проводят ток в течение конечного временного интервала». В [3] со ссылкой на МЭС 551-16-01 в определении коммутации «плечи» заменены на «электрические вентили», а «конечный временной интервал» трактуется (расшифровывается) как «интервал коммутации».

Общее определение коммутации из IEV и [3] отчасти соответствует по смыслу известному (довольно распространённому) понятию коммутации вентилей в выпрямителях, ведомых сетью инверторах и непосред-

ственных преобразователях (низкой частоты или числа фаз (и других типов устройств) для режимов с так называемой «естественной» коммутацией за счёт напряжения питающей или приёмной сети переменного тока (иначе: «сетевая», «линейная», «машинная» или «внешняя» коммутация). Для указанных устройств применим также способ и, соответственно, термин «искусственная» (иначе: «конденсаторная» или «высокочастотная») коммутация для обозначения перевода или «перехода» (переноса) тока между работающими вентилями (за счёт включения в контур или цепь коммутации дополнительного источника напряжения, в частности напряжения на так называемом «коммутирующем» конденсаторе, – компенсационные преобразователи).

Рассмотренное общее определение коммутации, заметим, является, скорее всего, неудачным. По существу приводимого понятия коммутации как только операции «непрерывного» перевода тока с вентилей на вентили этот реальный процесс, можно считать, отсутствует, например во всех одновентильных (одноключевых или четвертьмостовых) преобразовательных устройствах, в управляемых выпрямителях с нулевыми вентилями, работающими на нагрузку с индуктивностью, или во всех ведомых преобразователях в режимах разрывных токов, в резонансных инверторах, в АИ с двухступенчатой (или непрямой) коммутацией, в преобразователях с «естественной конденсаторной коммутацией», когда операционный вентиль выключается за счёт (экспоненциального) спада пря-

мого тока до нуля (или до тока удержания), в инверторах напряжения и проч.

Так и утверждается, в частности, в [4]. После упоминания в едином контексте в разделе 32.20 коммутации вентилей как операции выключения и как процесса «перехода» тока с одного вентиля на другой (или с одного вентиля на другое) «в течение определённого интервала времени, которое в пределе при мгновенной коммутации стремится к нулю» и многократно смешения понятий авторы делают вывод, что одним из возможных способов (или «случаев») выключения вентилей в преобразовательных установках является «спад анодного тока вентиля к нулю без коммутации (т.е. без перевода тока на какой-либо другой, главный или вспомогательный, вентиль преобразователя)... такой спад тока к нулю может быть обусловлен либо наличием в цепи источника переменного напряжения (например, сети при работе выпрямителя или ведомого инвертора в режиме разрывного тока) либо колебательным характером самой цепи (например, в автономных резонансных инверторах)».

IEV же содержит 11 правил, касающихся различных выделяемых данным источником видов (методов) коммутации в электрических преобразователях (что, вероятно, подчёркивает важность признака): прямой (direct) и непрямой (indirect) коммутации, внешней (external) коммутации и самокоммутации (self-commutation), или, по аналогии, «внутренней» коммутации. При этом определение непрямой коммутации (551-16-10, серия коммутаций от одного основного (или главного) плеча к другому или обратно к исходному путём последовательных коммутаций через одно или несколько вспомогательных плеч) явно противоречит общему определению коммутации (551-16-01) в этом же документе. «Внешняя коммутация», по IEV, это коммутация за счёт сети или линии (line commutation), нагрузки (load commutation) и вращающейся электрической машины (machine

commutation). К методам самокоммутации отнесены коммутация управляющим сигналом (valve device commutation), с помощью конденсатора в цепи коммутации (saracitor commutation) и «автоматическая последовательная коммутация» (auto-sequential commutation), под которой понимается процесс «перевода тока» при включении очередного плеча за счёт предварительно заряженного конденсатора, что, например, имеет место в классическом инверторе тока. Различие двух последних методов довольно трудноуловимо (по смыслу приводимых текстов). Поэтому в [3] текста, соответствующего последнему определению, нет. Остальное же со ссылками на правила МЭС в [3] содержится, но толкование в ряде понятий не соответствует смыслу исходных текстов IEV и (главное) критериям «законченности, полноты и общности». Однако в [3] дополнительно приводятся определения «естественной коммутации» (natural commutation, коммутация «под воздействием напряжения сети переменного тока») и «принудительной (искусственной) коммутации» (force commutation, «непрямая коммутация под воздействием напряжения вспомогательных источников энергии, в качестве которых обычно применяют предварительно заряженные конденсаторы»), аналогии которых в IEV отсутствуют. Недостатки словосочетания «естественная коммутация» подробно рассмотрены в [2], а понятие natural commutation не использовалось (и не используется) в англоязычных источниках. Определение же «принудительная коммутация», предложенное авторами [2] как отличающаяся замена понятию «искусственная коммутация», которое применялось для обозначения «гибридной» коммутации в «компенсационных» (ведомых сетью) преобразователях, признано ими неудачным для обозначения коммутации в инверторах и не являющимся синонимом словосочетания «принудительная коммутация». При этом «принудительная коммутация» (и «искусственная» тем более) не может быть только «непрямой коммутацией». «Искусственная коммутация» же, уточним, – это всегда «прямая коммутация». Примечание в определении (551-16-16, «...одновременно включается следующий электронный вентиль») IEV содержит явную смысловую ошибку в отношении, например, инверторов напряжения. «Коммутация конденсато-

рами», или «автоматическая последовательная коммутация» (auto-sequential commutation по IEV) зачастую бывает и «внешней», а не только «внутренней». Общим же недостатком правил по коммутации в IEV и [3] является противоречие между определением коммутации (551-16-01) как переноса тока с одного вентильного плеча на другое и определением, в частности, резонансного преобразователя (551-12-26), и касается оно наличия (отсутствия) явления коммутации вентилей в таких преобразователях (об остальных недостатках, обусловленных применением неудачного общего определения коммутации, сказано выше и в [2]).

В ГОСТ 18311-80 «Изделия электротехнические. Термины и определения основных понятий» под коммутацией электрической цепи понимается «процесс переключений электрических соединений элементов электрической цепи, выключения полупроводникового прибора». Согласно ГОСТ 17703-72 «Аппараты электрические коммутационные. Основные понятия. Термины и определения», коммутационная операция – это дискретный переход контактного или бесконтактного аппарата из одного коммутационного состояния в другое, а коммутационный цикл – совокупность коммутационных операций, производимых с заданными интервалами времени. Различают (примечание в этом документе) «коммутационные операции включения и отключения, а также включения и следующего за ним автоматического отключения».

В советских стандартах термин «коммутация» (коммутирование) всегда означал «процесс замыкания или размыкания электрической цепи», при котором «происходит практически скачкообразное изменение проводимости электрической цепи» (СТ СЭВ 1936-79, ГОСТ 18311-80). В инверторной преобразовательной технике классически (традиционно) под коммутацией понималось «явление выключения» (запирания) электрического вентиля (управляемого основного однооперационного или двухоперационного). Очевидно, что понятие коммутации как перехода тока с одного (основного) вентиля («главного» плеча) на другой основной (или другое «главное» плечо) не может быть применено для АИ в неизменной трактовке.

Коммутация в АИ как классификационный признак – это, конечно, обозначение процесса (операции) выключе-

ния электрического вентиля (ключа), в том числе основного (силового) и управляемого (однооперационного или двухоперационного), то есть перехода или перевода его из проводящего (открытого, «замкнутого») в непроводящее (закрытое, или запертое, «разомкнутое») состояние. Использование этого определения (коммутация электрического вентиля – процесс перехода или перевода его из проводящего в непроводящее состояние) устраняет очевидное несоответствие между понятиями коммутации как процесса «сопряжённого» переключения вентилей (или перевода тока с одного вентиля или плеча на другой вентиль или плечо, то есть, реально, коммутационного цикла, последовательности или последовательного ряда коммутационных операций включения и выключения основных или основных и неосновных вентилей, которые в общем случае могут быть и разделены конечными интервалами пауз) в зависимых преобразователях и коммутации как операции «выключения» вентиля (в АИ). Фактически отпадает и необходимость в отличающейся формулировке (и трактовке) термина для ведомых преобразователей (всё остальное сохраняется в неизменном виде, в том числе понятие продолжительности интервала коммутации, развитые методики анализа и прочее). Кроме того, приведённая формулировка полностью согласуется с соответствующим определением в действующем сегодня ГОСТ 18311-80.

В зависимости от режима работы, соотношения параметров АИ, типа используемых вентилей (однооперационные, двухоперационные), в принципе, могут иметь место различные способы коммутации (запирания или выключения) вентилей в одном и том же устройстве. Коммутация вентилей (ключей) в АИ всегда бывает только «принудительной» (принуждённой или вынужденной) операцией (как и в любых других вентильных преобразовательных устройствах). При этом реализуемый (основной или характеризующий) способ коммутации, отметим, и может являться не более чем дополняющим элементом в классификации АИ, который следует устанавливать по виду коммутационной операции для управляемого основного (силового) вентиля. Такое «дополнение» в некоторых случаях может быть полезным.

Имеющие практическое значение способы коммутации вентилей в АИ

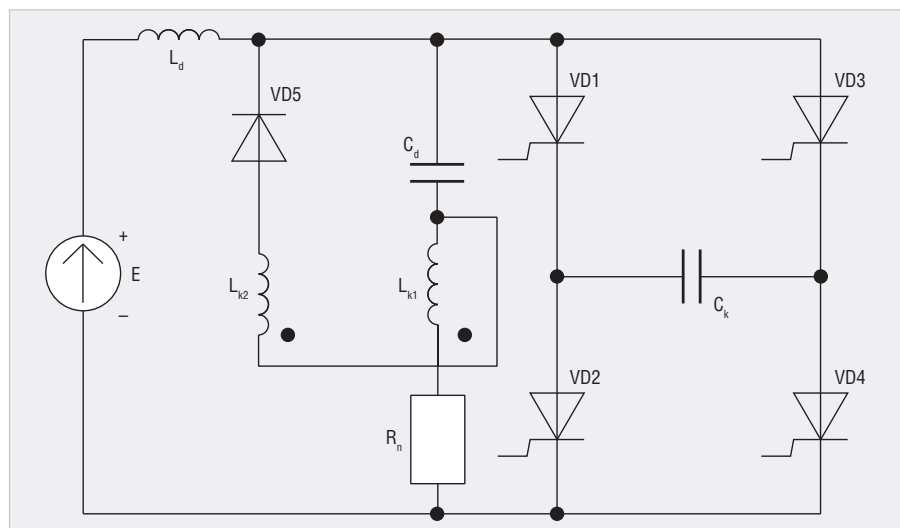


Рис. 1. Однофазный мостовой согласованный инвертор с отсекающим диодом и непрямой коммутацией (с закрытым входом)

следует разделять на импульсную, резонансную, конденсаторную, прямую, непрямую, каскодную, квазирезонансную, управляемую коммутации. Коммутация может быть внешней (external commutation) и внутренней (internal commutation, self-commutation, или interne Kommutierung (нем.)) за счёт приёмов или средств, элементов или, иначе, «компонентов», относящихся к самому инвертору. В ведомых преобразователях коммутация (принудительная) внешняя, а в АИ, как правило, применяется внутренняя коммутация.

Импульсная коммутация (pulsed commutation, упоминаемые названия: принуждённая, принудительная, Е-класса, эмиттерная, естественная, сетевая, линейная, natural commutation, impulsed switching) – выключение вентиля за счёт энергии отдельного источника (генератора) напряжения (или тока). К этому способу относятся, в частности, коммутация вторичной обмоткой трансформатора при подаче на первичную обмотку импульсов от генератора импульсов, коммутация сетевым источником энергии или нагрузочной аккумуляторной батареей, коммутация за счёт энергии электрической машины (machine commutation). В преобразователях, ведомых сетью в основных режимах, таким образом, реализуется «внешняя импульсная коммутация».

Резонансная коммутация (resonant commutation, самокоммутация, естественная, квазиестественная, самоимпульсная, коммутация нагрузкой, А-класса, resonant switching, load commutation, natural commutation, self-commutation) имеет место в резонансных инверторах (или, иначе, в согла-

сованных инверторах с резонансной коммутацией), выполненных на однооперационных и двухоперационных вентилях, и представляет собой процесс выключения за счёт колебательного (естественного) спада тока вентиля до нуля (или до тока удержания) в специальном образом организованной цепи (контуре) коммутации. При использовании транзисторов отпирающий управляющий сигнал в момент спада тока вентиля до нуля снимается. Способ резонансной коммутации, кроме АИ, может быть реализован и в других классах устройств, в том числе в преобразователях постоянного напряжения. Упоминается понятие в форме представленного словосочетания на стр. 345 в книге [5], хотя фактически описываемый в этом источнике способ коммутации (тиристоров) нельзя назвать резонансным (относится к типу квазирезонансной коммутации). Независимо вновь данное определение стало употребляться автором статьи в конце 90-х годов для обозначения процесса коммутации именно в резонансных инверторах (согласованных инверторах с резонансной коммутацией).

Конденсаторная коммутация (sarcited commutation, естественная, sarcitor commutation, sarcitor switching) – выключение вентиля за счёт доминирующего естественного (экспоненциального) спада его тока до нуля (или до тока удержания) при заряде конденсатора, включённого в цепь коммутации последовательно [6].

Прямая коммутация (direct commutation, одноступенчатая, сопряжённо-импульсная, межфазная, пофазная, токовая, С-класса, комбиниру-

ванная, комплементарная, дополняющая, auto-sequential commutation) реализуется при такой организации процесса, когда включение очередного основного (силового) вентиля приводит к спаду тока и последующему выключению (коммутации) работающего (выключаемого, коммутируемого) основного вентиля. В IEV (551-16-09) определение прямой коммутации гласит: перенос тока или «коммутация между двумя главными плечами без передачи через любые вспомогательные плечи». Согласно определению МЭС 551-16-09 [3], прямая коммутация – это переход тока с одного главного вентильного плеча на другое главное вентильное плечо без передачи основного тока в какую-либо вспомогательную цепь. Этот способ коммутации получил широкое распространение, например в АИ для электротехнологических систем. Прямая коммутация применима в преобразовательных устройствах на одно- и двухоперационных вентилях. В параллельных инверторах тока для электротехнологий на SCR-тиристорах, в частности, реализуется именно «прямая коммутация» (внешняя или внутренняя).

Непрямая коммутация (indirect commutation, косвенная, вспомогательная-импульсная, D-класса, двухступенчатая, побочная, комбинированная), по определению МЭС 551-16-10 (ссылка в [3]), – последовательный ряд коммутаций от одного главного плеча к другому путём последовательных коммутаций через одно или несколько вспомогательных плеч. В этом определении МЭК на русском языке и, соответственно, в IEV (серия коммутаций от одного основного плеча к другому или обратно к исходному путём последовательных коммутаций через одно или несколько вспомогательных плеч) фактически даётся описание коммутационного цикла. Выключение основного вентиля при непрямой коммутации начинается и обеспечивается за счёт включения вспомогательного (неосновного) вентиля, (в общем случае) управляемого или неуправляемого. Непрямая коммутация за счёт неуправляемых вентилях (нетипичный пример) реализуется, в частности, в резонансных инверторах с отсекающими диодами (см. рис. 1). Чаще всего в качестве вспомогательных вентилях используются управляемые приборы (в том числе указанное имеет место в схемах инверторов напряжения на тиристорах SCR с управ-

ляемыми цепями принудительной коммутации). К этому же способу коммутации следует отнести процесс, когда выключение (основного) вентиля происходит за счёт его закорачивания при включении вспомогательного (шунтирующего) вентиля.

Каскодная коммутация (cascode commutation, эмиттерная, катодная, коммутация по цепи питания, комбинированная, cascade commutation, cascode switching) осуществляется путём прерывания тока основного вентиля за счёт отключения (разрыва) цепи при выключении другого вентиля, включённого (соединённого) последовательно в эту же цепь. Известны каскодные (последовательные) схемы соединения вентиля, как правило, дискретных неодинакового типа (комбинированные), когда один вентиль используется для разрыва тока другого вентиля (например, более высоковольтного, но менее быстродействующего и т.д.). Однако один вентиль (или несколько – в общем случае) может применяться и для каскодной коммутации не одного, а нескольких (других) вентилях в схеме устройства.

Квазирезонансная коммутация (quasi-resonance commutation, дополняющая, quasi-resonant switching, quasi-resonant commutation) осуществляется, как правило, в АИ на полностью управляемых вентилях (квазиуправляемая коммутация). Однако она может быть реализована и в устройствах на однооперационных вентилях (в частности, в инверторах напряжения Л.Г. Кошечева, в инверторах тока со стабилизирующими диодами, где она является основной). Обязательными условиями применения (реализации) коммутации такого типа является наличие в схеме инвертора и участие в общем коммутационном процессе (цикле) «неосновных» вентилях (например, встречных или обратных, нулевых, стабилизирующих, отсекающих диодов и проч.) и LC-контуров с собственными частотами, соответствующими характеристическим временам процесса, которые значительно меньше периода выходной частоты АИ. При этом электромагнитные процессы в LC-контурах не должны оказывать существенного влияния на энергетику основных процессов в АИ и изменять принадлежность инвертора к соответствующему классу схем. Процесс выключения вентиля (здесь, точнее, интервал снижения или спада тока до нуля) при квазирезонанс-

ной коммутации заканчивается всегда раньше, чем полупериод собственных колебаний LC-контра, который образует или, правильнее, в котором начинает протекать ток на начальном этапе коммутации, и колебательный процесс в этом же контуре продолжается и после спада тока вентиля до нуля (в отличие от резонансной коммутации, когда процесс прекращается после спада тока вентиля до нуля либо не прекращается, но LC-контур существует и колебательный процесс в нём имеет место в течение всего интервала проводимости вентиля, то есть до «значительно ранее момента начала» спада тока до нуля – резонансные инверторы со встречно-параллельными диодами). Последнее (а именно продолжение колебательного процесса) также один из признаков, который отличает квазирезонансную коммутацию от прямой коммутации, когда в контуре, например, имеется эквивалентная LC-цепь и коммутация силового вентиля (снижение тока до нуля) заканчивается также в течение интервала времени, соответствующего только части полупериода собственных колебаний LC-цепи (например, в реальном классическом параллельном инверторе тока для электротехнологии), но где колебательный процесс аналогично прекращается (прерывается, изменяет качество) при выключении вентиля. Сохранение LC-контра (его схемы, состава элементов) в неизменном виде после спада тока силового (коммутируемого) вентиля до нуля отличает квазирезонансную коммутацию от непрямой коммутации в резонансных (согласованных) инверторах с отсекающими диодами.

Словосочетания «квазирезонансный инвертор», «мультирезонансный инвертор» (а также, тем более, «бирезонансный», «полирезонансный» и прочее подобное), «мультирезонансная коммутация» употреблять не следует, т.к., в частности, «квазирезонансный» инвертор было бы невозможно отличить от «мультирезонансного», а оба вместе – выделить из ряда реальных устройств с их демпфирующими цепями и «паразитными элементами»; приставка «квази-» в данном случае означает «близкий» или «почти (резонансный)», что в основном не является справедливым. Квазирезонансная коммутация же может быть реализована во всех трёх типах АИ: согласованных инверторах, инверторах тока и инверторах напряжения (и это лишь, как правило, «вспомогательный про-

цесс», только «снижающий», а точнее, в определённой мере, перераспределяющий динамические потери на переключение вентиля, и, вероятно, приставку «квази-» можно было бы отнести к названию соответствующего инвертора). Тем более нет никаких оснований выделять «квазирезонансные инверторы» (или преобразователи, не только АИ) в отдельный самостоятельный класс. Эта группа разнотипных устройств (достаточно широкая), конечно, обладает определёнными специфическими свойствами, но не более того (топологию так называемого «резонансного ключа» всегда можно найти, в явном или неявном виде, в любом реальном АИ на управляемых вентилях, в первую очередь с двухсторонней проводимостью, вернее, для практических решений, на их аналогах). Определения же «мультирезонансный инвертор» и «мультирезонансная коммутация» ничего не обозначают. В принципе, любой инвертор может быть назван таковым (поэтому более чем достаточно уже известного и получившего распространение в настоящее время в РФ для АИ понятия «квазирезонансная коммутация» как отличающего определения от словосочетания «резонансная коммутация»). Если даже рассматривать изначальные англоязычные источники (это, кстати, диссертации и публикации на основе последних – как оценивать их, можно понять из [7]), то там речь идёт именно о соответствующих «технологиях» (методах) применительно к маломощным импульсным преобразователям DC/DC на двухоперационных вентилях (и упомянутым «резонансным ключам») и, предполагается, существенно затрагивающих саму энергетику электромагнитных процессов в устройствах (причём в квази- и мультирезонансных преобразователях, как уже отмечалось, используются резонансные ключи, а способы коммутации силовых вентилях для разных вариантов могут быть вообще различными, и нигде авторами идеи не применяются определения квази- или мультирезонансной коммутации силовых вентилях). Да и для этих случаев метод (технология) «мягкого» (soft-switching) переключения вентилях при нулевых напряжениях (ZVS) и, соответственно, токе (ZCS) в отдельности называется «квазирезонансным» (quasi-resonant), а для их (ZVS, ZCS) комбинации (в совершенно сравнимой топологии) метод становится сразу, почему-то, «мультирезонансным» (multi-resonant), что кажется даже нелогичным (кроме

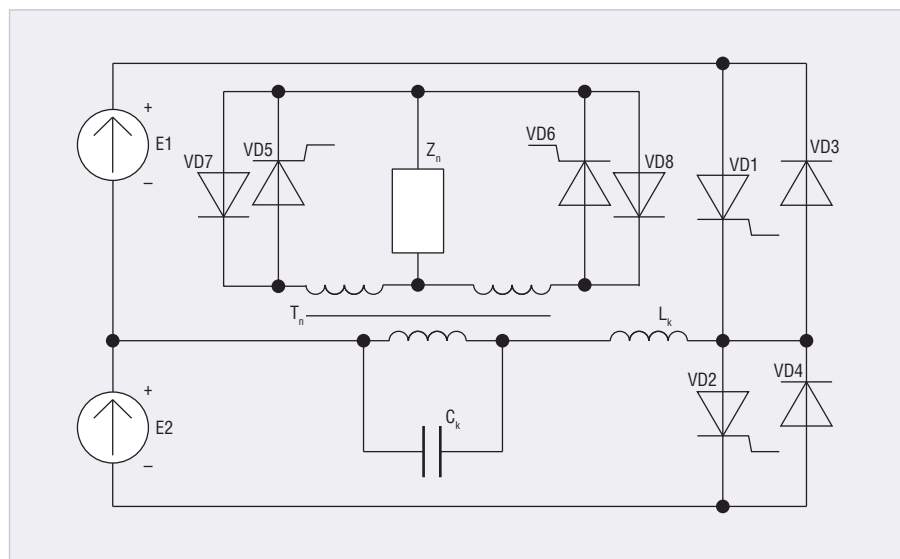


Рис. 2. Однофазный полумостовой согласованный инвертор с резонансной коммутацией (с трансформаторным выходом)

того, каждый раз всё равно приходится уточнять, как именно происходит «мягкое» переключение). Но вопрос состоит не только в этом. Проблема заключается в классификации самого преобразователя (в данном случае АИ). Словосочетание «мультирезонансная коммутация», появившееся в некоторых публикациях в последнее время, образовано по аналогии и получает распространение (в РФ) также по аналогии с определением «квазирезонансная коммутация» (переключение (цикл) и коммутация – это различные процессы и, соответственно, понятия). Впервые словосочетание «квазирезонансная коммутация» («квазирезонансная коммутация тока») было приведено в патенте РФ № 2085013 (заявлен в 1992, опубликован в 1997 г.). На самом деле преобразователь, рассмотренный в указанном патенте, выполнен на основе схемы согласованного (полумостового) АИ с резонансной коммутацией (как и большинство известных упомянутых выше «квазирезонансных» импульсных DC/DC, реализующих именно такую коммутацию) или просто – резонансного инвертора (см. рис. 2) на однооперационных вентилях с нагрузкой, подключаемой параллельно коммутирующему конденсатору через согласующий трансформатор (даже по современной англоязычной терминологии это LC-T resonant converter). Как таковой «квазирезонансной коммутации» в данном устройстве нет (однако авторы, выражая некую терминологическую тонкость, вводят такое словосочетание в название патента, используя при этом в качестве прототипа устройство на полностью управляемых вентилях – резонансных

ключах – с иным способом коммутации вентилях и несоответствующего назначения). Независимо определение «квазирезонансная коммутация» (quasi-resonant commutation – перевод ФИПС) применительно к АИ (характерные явные топологии управляемых резонансных ключей, кстати, в них могут и не использоваться) было сформулировано автором статьи в ряде патентов в середине 90-х годов. Правильнее было бы назвать её «квазиуправляемая коммутация», однако это может быть отнесено не ко всем АИ данной группы и, что безусловно, следует максимально сохранять известные (получившие распространение) терминологические понятия и определения (если они, конечно, на самом деле что-то обозначают, являются действительно необходимыми, не противоречат другим устоявшимся более точным определениям и здравому смыслу), а также без необходимости не расширять набор применяемых электротехнических терминов и определений. Нового и существенного (и правильного) словосочетание «мультирезонансная коммутация» к терминологии, касающейся АИ, не добавляет. В этой связи следовало бы упомянуть аннотацию к одному из англоязычных источников (откуда из-за неточности интерпретаций все это [8] и пошло) по так называемым (в переводах на русский язык) «квазирезонансным преобразователям», которая в определённой мере ставит знак равенства между различными терминами, обозначающими мягкое переключение вентилях в них: преобразователи с мягким переключением (не выключением и не «мультирезонанс-

ной коммутацией», заметим), обычно классифицируются как резонансный (resonant converter – RC), квазирезонансный (quasi-resonant converter – QRC), мультирезонансный (multi-resonant converter – MRC) преобразователи, преобразователь квазипрямоугольного сигнала (quasi-squarewave converter – QSC) и преобразователь с нулевым переходом (zero transition converter – ZTC).

Управляемая коммутация вентилях (controlled commutation, самокоммутация, коммутация по управляющему электроду, выключение за счёт управляющего вывода, внутренняя, self-commutation, controlled switching, valve device commutation) реализуется только в АИ на полностью управляемых (двухоперационных) вентилях. Коммутация является управляемой, если выключение вентиля осуществляется путём подачи запирающего сигнала на управляющий электрод, сам процесс начинается с момента такой подачи и не используются никакие дополнительные средства и приёмы для её обеспечения и улучшения характеристик. Наиболее характерный пример массового применения управляемой коммутации – современные преобразователи частоты с классическими инверторами напряжения на транзисторах (или на запираемых тиристорах) с встречно-параллельными диодами, в частности для электроприводов переменного тока. Отметим, что в устройствах на полностью управляемых вентилях, естественно, могут иметь место и другие виды коммутации (выключения) вентилях, например прямая коммутация (о резонансном и квазирезонансном способах сказано выше), и их комбинации. «Коммутация (самокоммутация) вентиляем» (valve device commutation) определяется правилом IEC 551-16-16 – «способ самокоммутации, при котором коммутирующее напряжение создаётся путём выключения проводящего электронного вентиля с помощью управляющего сигнала». В этом определении имеется примечание («одновременно включается следующий электронный вентиль»), о некорректности которого упоминалось выше.

Коммутационный цикл – (периодический, циклический) перевод или переход (переключение, перенос) тока между силовыми вентилями в ведомых преобразователях (для определённости – без работающих неосновных или нулевых вентилях); состоит из интервалов выключения (коммута-

ции) основного (проводящего) вентиля и включения очередного (основного) вентиля, которые непосредственно сопряжены, то есть операции (включения-выключения) осуществляются (практически, не совсем точно) одновременно в рамках единого (непрерывного) процесса – «без прерывания тока...», когда в проводящем состоянии одновременно находятся оба вентиля», а в резонансных инверторах (без встречных, стабилизирующих, отсекающих диодов), например, коммутационный (естественный, резонансный) цикл может включать интервал «паузы» (если она имеет место). В инверторах напряжения на двухоперационных вентилях с встречно-параллельными диодами, работающих, в частности, в составе современных электроприводов, коммутационный цикл состоит из интервала выключения (коммутации) работающего основного вентиля, интервала dead time, когда проводит ток неосновной вентиль (диод), и интервала включения очередного основного вентиля (в течение которого происходит, в том числе, коммутация диода – неосновного вентиля).

В инверторах тока с квазирезонансной коммутацией коммутационный цикл состоит из интервалов выключения (спада тока до нуля) проводящего вентиля и проводимости стабилизирующего диода (внутри которого лежит интервал включения очередного основного вентиля). Из перечисленного очевидно, что понятие «коммутационный цикл» следует ввести в используемую терминологию по вентильным устройствам.

В заключительной, 4-й части статьи будут рассмотрены определения применяемых принципов управления-регулирования инверторов, а также элементы классификации инверторных устройств по типам силовых схем и понятия умножения частоты, закрытого и открытого входов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Лабунцов В.А., Ривкин Г.А., Шевченко Г.И. Электроприводы с полупроводниковым управлением. Автономные тиристорные инверторы. – М., Л.: Энергия, 1967. – 160 с.
2. Силкин Е. Элементы классификации автономных инверторов и свойства согласованного инвертора с резонанс-

ной коммутацией. Часть 3. Силовая электроника. 2017. № 6. С. 28–39.

3. Силовая электроника: краткий энциклопедический словарь терминов и определений / под ред. Ф.И. Ковалёва и М.В. Рябчицкого. – М.: Издательский дом МЭИ, 2008. – 90 с.
4. Электротехнический справочник: в 3 т. Т. 2. Электротехнические изделия и устройства / под ред. И.Н. Орлова. – М.: Энергоатомиздат, 1986. – 712 с.
5. Управляемые полупроводниковые вентили: принципы действия и области применения р-п-р-п-устройств / под ред. В.М. Тучкевича. – М.: Мир, 1967. – 455 с.
6. Булатов О.Г., Царенко А.И., Поляков В.Д. Тиристорно-конденсаторные источники питания для электротехнологии. – М.: Энергоатомиздат, 1989. – 200 с.
7. Силкин Е. Элементы классификации автономных инверторов и свойства согласованного инвертора с резонансной коммутацией. Часть 2. Силовая электроника. 2017. № 5. С. 58–66.
8. Jovanovic M. Resonant, quasi-resonant, multi-resonant and soft-switching techniques – merits and limitations. International Journal of Electronics, vol. 77, n. 5, 1994, pp. 537–554. ©

XLight

Источники питания INVENTRONICS со стабилизацией выходного тока и напряжения



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

Преимущества

- Питание от сети 90...305 В
- Возможность управления яркостью освещения
- Показатель эффективности до 94%
- Коэффициент мощности до 99%
- Отсутствие пульсаций
- Защита от перенапряжения, короткого замыкания и перегрева
- Диапазон рабочих температур от –40 до +70°C
- Режим работы не менее 65 000 часов
- Водонепроницаемый корпус IP67



(495) 232-1652

info@xlight.ru

www.xlight.ru



Реклама



Свобода проектирования



САПР электроники

В состав Delta Design, обеспечивающей сквозной цикл проектирования печатных плат, входят модули:

- Менеджер библиотек
- Схемотехнический редактор
- Схемотехническое моделирование
- HDL-симулятор
- Редактор правил
- Редактор печатных плат
- Топологический редактор плат TopoR
- Коллективная работа для предприятий

Е•Х•Р•О ELECTRONICA

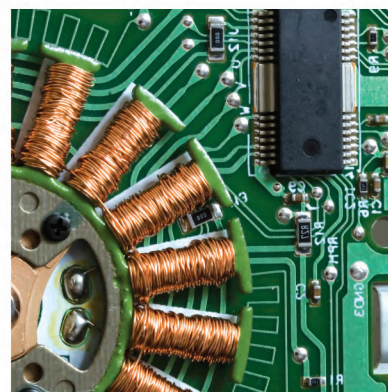
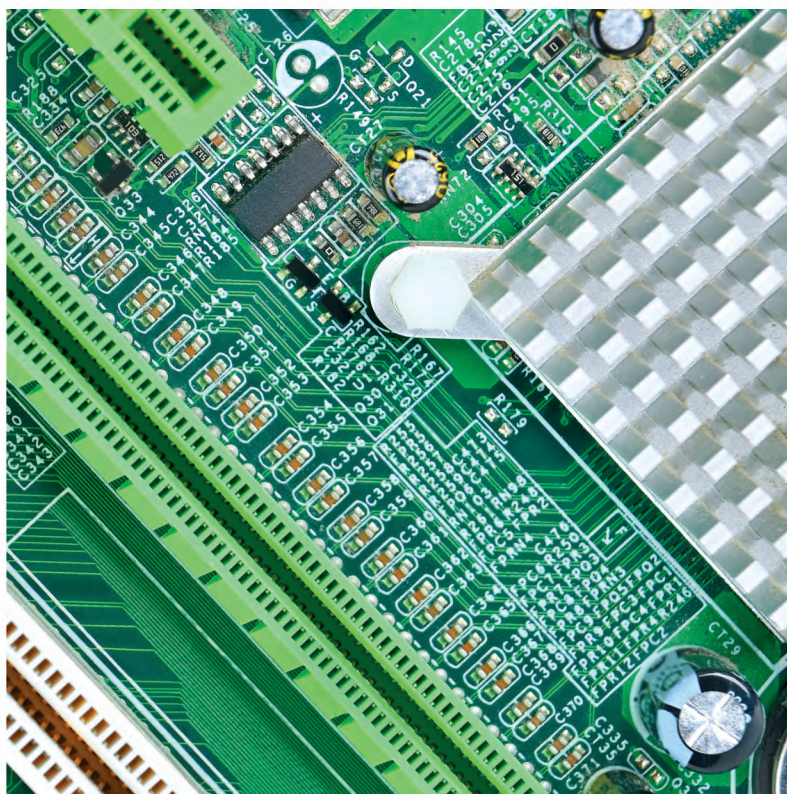


Ufi
Approved
Event

**15-17
апреля
2019**

Москва,
Крокус Экспо

Самая крупная в России
выставка электронных
компонентов, модулей
и комплектующих



Участники:

431 из 14 стран

Посетители:

11 073

из 66 регионов
России

Совместно с выставкой



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

Забронируйте стенд
expoelectronica.ru



Нет ничего невозможного!



Подробности скоро на www.rohde-schwarz.com/ru