

СОВРЕМЕННАЯ ЭЛЕКТРОНИКА

3 2016



В НОМЕРЕ:

- Решения и технологии для создания «умного» производства
- Телематические ГЛОНАСС приборы для «умного» страхования
- Перспективы мощных светодиодов
- Российское средство измерений параметров п/п приборов
- Выявление проблем целостности сигналов в системах питания
- Инструмент для анализа устойчивости СВЧ-цепей
- Итоги форума «Радиоэлектроника. Приборостроение. Автоматизация»

и многое другое...

INDUSTRIE 4.0



App Store



Google Play



КРЭТ

РАДИОПРИБОРСНАБ

НАДЁЖНОСТЬ
ДОВЕРИЕ
ПАРТНЁРСТВО

МЫ ПОМОГАЕМ СОЗДАВАТЬ
ЭФФЕКТИВНУЮ СИСТЕМУ
ЗАКУПОК ЭКБ


КВСистемы



ОФИЦИАЛЬНЫЙ ДИСТРИБЬЮТОР
ИСТОЧНИКОВ ЭЛЕКТРОПИТАНИЯ

 АЕДОН

 НАУЧНО ПРОИЗВОДСТВЕННОЕ ОБЪЕДИНЕНИЕ
ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ
ЭЛЕКТРОНИКА

АО «РАДИОПРИБОРСНАБ»
www.crpribor.ru / mail@crpribor.ru / (495) 926-07-78
141002, МО, Мытищи, ул.Ядреевская, д. 4

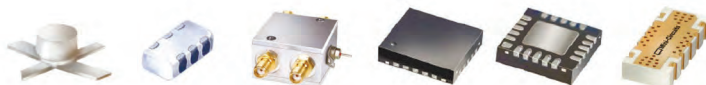
Реклама

ВЧ-СВЧ КОМПОНЕНТЫ

от официального дистрибьютора
ЮЕ-Интернейшнл



Адаптеры / Аттенюаторы / ВЧ кабели / ВЧ трансформаторы / Детекторы мощности / Делители / Сумматоры / Инжекторы смещения / Модуляторы / Нагрузки / Ответвители / ГУНы / Переключатели / Сенсоры мощности / Синтезаторы / Смесители частоты / Умножители частоты / Усилители / Фазовращатели / Фазовые детекторы / Фильтры



Пассивные ВЧ-СВЧ компоненты с коаксиальными разъемами

Нагрузки / СВЧ переключатели / Делители мощности / Аттенюаторы / Системы для тестирования беспроводной связи



ВЧ-СВЧ полупроводники

Мощные транзисторы для радиолокации и авионики (Si, SiC, GaN) / Согласованные транзисторные сборки / Диоды / Усилители



Termopad® Аттенюаторы с коэффициентом передачи, зависым от температуры, для термостабилизации усилителей / Аттенюаторы / Резисторы / Согласованные нагрузки / HybriX® Ответвители и делители / Компоненты для специальных применений / Коаксиальные кабельные сборки

- измерительные коаксиальные кабельные сборки /
- кабели для тестовых портов VNA /
- Высоконадёжные коаксиальные кабельные сборки для спецприменений



Комплексные решения для тестирования и характеризации полупроводников

Наборы для калибровки векторных анализаторов цепей / Прецизионные метрологические компоненты / Тюнеры импеданса / Системы для характеристики параметров СВЧ устройств / ПО IVCAD для измерения и моделирования СВЧ устройств



Главный редактор

Алексей Смирнов

Заместитель главного редактора

Александр Хлынов

Редакционная коллегия

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

Литературный редактор

Ольга Семёнова

Вёрстка

Марина Петрова

Обложка

Дмитрий Юсим

Распространение

Ирина Лобанова
(info@soel.ru)

Реклама

Ирина Савина
(advert@soel.ru)

Издательство «СТА-ПРЕСС»

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



Производственно-практический журнал

Выходит 9 раз в год

Тираж 10 000 экземпляров

Журнал зарегистрирован в Федеральной службе

по надзору за соблюдением законодательства

в сфере массовых коммуникаций

и охране культурного наследия

(свидетельство ПИ № ФС77-18792

от 28 октября 2004 года)

Свидетельство № 00271-000

о внесении в Реестр надёжных партнёров

Торгово-промышленной палаты Российской Федерации

Цена договорная

Отпечатано: ООО «МЕДИАКОЛОР»

Адрес: 105187, г. Москва, ул. Вольная, д. 28, стр. 10

Тел./факс: (495) 786-7714

Перепечатка материалов допускается только
с письменного разрешения редакции.

Ответственность за содержание рекламы
несут рекламодатели.

Ответственность за содержание статей
несут авторы.

Материалы, переданные редакции,
не рецензируются и не возвращаются.

© СТА-ПРЕСС, 2016

3/2016 Contents

MARKET

Russian Market News	4
---------------------------	---

MODERN TECHNOLOGIES

Selective Laser Soldering: Universal Solution for SMT and THT Technologies	12
<i>Valeriy Efanov</i>	
HARTING Solutions and Technologies for Creating «Smart» Manufacturing	16
<i>Olga Romanovskaya</i>	
Modern LC-Matrix: IPS Technology	22
<i>Igor Mateshev</i>	
Nanodiamonds in Composite Electroplating Coatings	28
<i>Leonid Safonov</i>	
Obtain a Granulate Pressing for Bulk Products from Ceramics Based on Aluminum Nitride	32
<i>Yuriy Nepochatov, Anastasia Denisova, Ivan Krasnyi, Vladimir Khakhalkin, Anton Bandin</i>	
«Smart» Telematic Devices with GLONASS	36
<i>Svetlana Khadonova, Maksim Lysochenko</i>	

ELEMENTS AND COMPONENTS

Quick Start with STM32 Microcontrollers	42
<i>Andrey Antonov</i>	
Powerful Light-Emitting Diodes and Products on Their Basis in a View of the Relevant Fields of Their Application	48
<i>Andrey Turkin</i>	

DEVICES AND SYSTEMS

FORMULA® TT2 – the Russian ATE for Semiconductors	56
<i>Natalya Eliseeva, Viktor Popov, Aleksandr Shustov, Oleg Grigoryev</i>	
Modular System Supersedes Single-Device Solution	62
<i>Jan Maksel, Aleksandr Ason</i>	

ENGINEERING SOLUTIONS

Active Filter Based on the Powerful Field-Effect Transistor	68
<i>Aleksey Kuzminov</i>	
«Dodging a Bullet...», or Practical Application of SPD	76
<i>Aleksandr Sokolov</i>	

DESIGN AND SIMULATION

Harmonic Analysis: Identify Signal Integrity Issues in Your Electronic Power Systems	80
<i>Simran Nanda</i>	
STAN Circuit Stability Analysis Tool	86

EVENTS

The Results of the Forum «Electronics. Instrumentation. Automation»	90
---	----

COMPETENT OPINION

Letter to the Editorial: Role of Capacitive Storages in the Design of Power Supply System	94
---	----

Содержание 3/2016

РЫНОК

- 4 Новости российского рынка

СОВРЕМЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

- 12 Лазерная селективная пайка: универсальное решение для SMT- и THT-технологий
Валерий Ефанов
- 16 Решения и технологии компании HARTING для создания «умного» производства
Ольга Романовская
- 22 Современные ЖК-матрицы: технология IPS
Игорь Матешев
- 28 Наноалмазы в композиционных гальванических покрытиях
Леонид Сафонов
- 32 Получение гранулята для производства керамических изделий на основе нитрида алюминия
Юрий Непочатов, Анастасия Денисова, Иван Красный, Владимир Хахалкин, Антон Бандин
- 36 «Умные» телематические приборы с ГЛОНАСС
Светлана Хаданова, Максим Лысоченко

ЭЛЕМЕНТЫ И КОМПОНЕНТЫ

- 42 Быстрый старт с микроконтроллерами STM32
Андрей Антонов
- 48 Мощные светодиоды и изделия на их основе в свете актуальных областей их применения
Андрей Туркин

ПРИБОРЫ И СИСТЕМЫ

- 56 Тестер FORMULA® TT2 – российское средство измерений параметров полупроводниковых приборов
Наталья Елисеева, Виктор Попов, Александр Шустров, Олег Григорьев
- 62 Модульные корпуса на DIN-рейку: гибкость, универсальность и функционал
Ян Максел, Александр Асон

ИНЖЕНЕРНЫЕ РЕШЕНИЯ

- 68 Активный фильтр на мощном полевом транзисторе
Алексей Кузьминов
- 76 «Вот пуля пролетела...», или О практическом применении УЗИП
Александр Соколов

ПРОЕКТИРОВАНИЕ И МОДЕЛИРОВАНИЕ

- 80 Гармонический анализ: выявление проблем целостности сигналов в системах питания
Симран Нанда
- 86 STAN – инструмент для анализа устойчивости СВЧ-цепей

СОБЫТИЯ

- 90 Итоги форума «Радиоэлектроника. Приборостроение. Автоматизация»

КОМПЕТЕНТНОЕ МНЕНИЕ

- 94 Письмо в редакцию: роль ёмкостных накопителей в проектировании системы электропитания

ПОДПИСКА 2016

Концепция распространения журнала – БЕСПЛАТНАЯ подписка для специалистов.

Условие сохранения такой подписки – своевременное её продление на каждый последующий год.

Для удобства читателей и оперативного доступа к информации предусмотрен выбор бумажной или электронной версии журнала.

Редакция напоминает о необходимости продления подписки на 2016 год.

Электронная версия для мобильных устройств

Скачивайте бесплатное приложение «Современная электроника»

в **Google Play** для пользователей устройств на платформе Android (в разделе «Приложения/Бизнес») и **App Store** для пользователей iOS (в разделе «Бизнес»).

С помощью этого приложения можно бесплатно читать с экрана номера наших журналов. К новым номерам журнала доступ в приложении платный.

ПЛАТНАЯ ПОДПИСКА

Преимущества:

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

«Роспечать»

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

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

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

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

«Урал-Пресс»

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

Читатели из дальнего зарубежья могут оформить подписку через агентство

«МК-Периодика»

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

Новости российского рынка

СОБЫТИЯ

Третья Всероссийская научно-техническая конференция «Технологии, измерения и испытания в области электромагнитной совместимости»

С 19 по 20 апреля 2016 года состоится научно-техническая конференция «Технологии, измерения и испытания в области электромагнитной совместимости – ТехноЭМС-2016», которая пройдёт в МИЭМ НИУ ВШЭ (ул. Таллинская, д. 34). В программе конференции предполагается заслушать и обсудить доклады ведущих специалистов предприятий, организаций, вузов в области ЭМС, представителей Ростехрегулирования и других федеральных органов исполнительной власти.

Организаторы конференции: Федеральное агентство по техническому регулированию и метрологии, ТК 30 «Электромагнитная совместимость», Московский институт электроники и математики НИУ «Высшая школа экономики», АО «НПФ «Диполь», АО «НИЦ «САМТЭС», TESEQ.

К обсуждению предлагаются следующие вопросы:

- Требования новых нормативно-правовых актов, национальных стандартов к ЭМС технических средств и проблемы их реализации.
- Применение современных методов исследований ЭМС, конструирования и моделирования аппаратуры. Развитие методов прогнозирования и оценки ЭМС технических устройств.
- Организационные, методические, системотехнические и технологические мероприятия обеспечения ЭМС объектов атомной энергетики, подвижных и стационарных морских объектов, бортовой авиационной аппаратуры, наземной и бортовой аппаратуры космической техники, автомобильной электроники.
- Развитие испытательной базы для оценки показателей ЭМС в натурных и лабораторных условиях.



- Метрологическое обеспечение испытаний в области ЭМС, применение современных мобильных измерительных комплексов, проведение межлабораторных сличений, калибровка и аттестация средств испытаний.
- Устойчивость технических объектов к электростатическим явлениям и современные способы защиты электронных устройств от электростатических разрядов.
- Развитие способов молниезащиты технических объектов.
- Устойчивость технических средств к искажениям питающей сети и снижению качества электрической энергии.

Участие в конференции платное. Формы участия в конференции: пленарный и секционный доклады, стендовый доклад, а также в качестве слушателя.

www.technoemc.ru

V Всероссийская научно-техническая конференция ЭМС

18 мая 2016 года ЗАО «ТЕСТПРИБОР» приглашает принять участие в конференции на тему «Электромагнитная совместимость (ЭМС)».

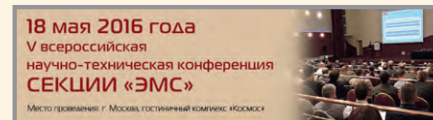
Мероприятие проводится совместно с Международной ассоциацией участников космической деятельности (МАКД) и Ассоциацией «Электропитание».

Для обсуждения будут предложены следующие темы:

- Испытания радиоэлектронного оборудования на ЭМС.
- Защита РЭА от ЭМИ.
- Оборудование для испытаний на ЭМС.

- Нормативно-правовая база испытаний ТС на ЭМС.
- Метрологическое обеспечение испытаний в области ЭМС.
- Аттестация измерительного оборудования, применяемого при оценке соответствия оборонной продукции.
- Вопросы конструирования радиоэлектронной аппаратуры с учётом требований ЭМС.
- СВЧ-компоненты.

В ходе конференции прозвучат доклады инженеров и исследователей из Минобороны РФ, Госкорпораций «Роскосмос» и «Росатом», фирм разработчиков



РЭА, авиационных предприятий, испытательных центров, изготовителей и разработчиков испытательного и измерительного оборудования.

Конференция пройдёт в Москве на базе гостиничного комплекса «Космос» (ВДНХ).

Чтобы принять участие в конференции, необходимо направить заявку в организационный комитет по адресу tp@test-expert.ru.

www.test-expert.ru

Тел.: (495) 657-8737

РЫНОК

Эффективная система закупок ЭКБ

Компания АО «Радиоприборснаб» входит в акционерное общество «Концерн Радиоэлектронные технологии» (КРЭТ). На рынке комплексных поставок АО «Радиоприборснаб» является крупным квалифицированным поставщиком электронной и компонентной базы отечественного и иностранного производства. С полным перечнем групп и подгрупп поставляемых изделий можно ознакомиться на сайте компании.

АО «Радиоприборснаб» — основной поставщик предприятий, входящих в КРЭТ. Компания сотрудничает более чем с 70 предприятиями, в том числе такими крупными производителями, как: АО «НПО

им. М.В. Фрунзе», АО «УКБП», АО «БЭМЗ», ПАО «Электроприбор», ПАО «Сигнал», АО «НПО «Радиоэлектроника им. Шимко», АО «УППО», АО «НПП «Измеритель», АО «НПО «Квант», АО «ППО ЭВТ», АО «ТНИИС», АО «ГРПЗ».

АО «Радиоприборснаб» постоянно расширяет рынок поставок, увеличивая число клиентов вне рамок предприятий, входящих в КРЭТ. Компания активно участвует в электронных торгах.

Компания предлагает клиентам качественное обслуживание, удобные сроки поставок, гибкие цены и взаимовыгодные условия расчётов по платежам.



АО «Радиоприборснаб» активно сотрудничает более чем с 300 различными компаниями, как в России, так и за рубежом. Компания является официальным дистрибьютором ООО «АЕДОН», ОАО «ВЗРД «Монолит», АО «Протон». Эксклюзивные отношения с поставщиками позволяют компании выстраивать гибкую ценовую политику и сокращать сроки поставок.

Компания приглашает поставщиков и производителей к сотрудничеству.

www.crpribor.ru

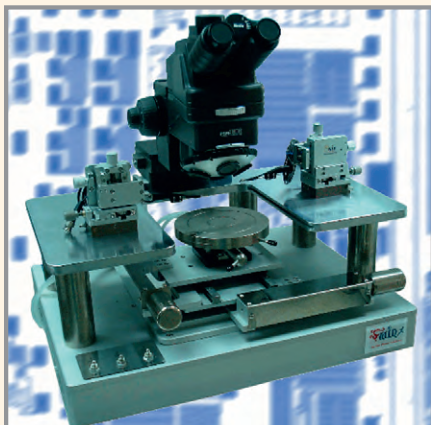
Тел.: (495) 926-0778, (495) 926-0779

Новости российского рынка

ИНСТРУМЕНТЫ И ОБОРУДОВАНИЕ

Зондовые станции компании 3-S для предприятий ОПК

Решения тайваньской компании 3-S (Super Solutions & Services Co., Ltd.) ориентированы на научные и исследовательские центры в области микроэлектроники, которым важно обеспечить гибкость и функциональность.



Индивидуальный подход к каждому заказчику позволяет решить практически любую поставленную задачу, ориентируясь на специфику конкретного проекта.

Компания 3-S лояльна к области применения измерительных систем и открыта для сотрудничества с предприятиями оборонно-промышленного комплекса России.

Ключевые особенности:

- держатель пластин от 100 до 300 мм;
- термоопция +200 или +300°C;

- большой выбор микроскопов (в том числе микроскопы высокого разрешения);
- низкая цена.

В офисе ЗАО «Компания СКАН» в Москве, являющейся официальным дистрибьютором компании 3-S, можно ознакомиться с выставочным образцом зондовой станции серии SPS.

Более подробную информацию по представленному оборудованию и организации демонстраций и презентаций на территории заказчиков можно получить у специалистов компании.

www.companyscan.ru

Тел.: (495) 227-6485

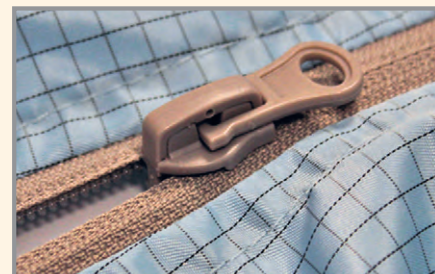
Термостойкая молния для технологической одежды

ООО «Лаборатория технологической одежды» холдинга LAMSYSTEMS перешло на использование молнии с новым типом слайдера, изготовленного из термостойкого пластика, что позволило почти в четыре раза увеличить срок службы одежды для чистых помещений.

Химозащищенный термостойкий пластик, из которого изготовлена фурнитура, не подвержен коррозии, стоек к химическим растворам, концентрированным кислотам и щелочам, а кроме этого имеет небольшой вес и высокую прочность. Проведенные многочисленные тестовые испытания

уже подтвердили, что новые молнии стали выдерживать более 200 циклов обработки. Для сравнения, средний срок службы металлической фурнитуры рассчитан на 40–50 циклов.

Металлические слайдеры имеют небольшой ресурс, меняют форму, ломаются и рвут ткань. Слайдеры из нержавеющей стали достаточно тяжелы и сильно подвержены износу в процессе эксплуатации. К тому же ношение одежды с металлической фурнитурой получает всё больше ограничений по допуску, например в специализированных производственных помещениях, оборудованных детекторами металлов.



По словам директора ООО «Лаборатория технологической одежды» Александра Тараканова, у клиентов компании появилась возможность получить не только более долговечное изделие, но и значительно сэкономить на его приобретении, так как пластиковая фурнитура значительно дешевле металлической.

www.lamsystems-lto.ru

ПРИБОРЫ И СИСТЕМЫ

Тестовый модуль от ABI Electronics для поиска неисправностей

Модуль Multiple Instrument Station 4 (MIS4) обеспечивает разработчиков всеми инструментами, необходимыми для тестирования и измерения параметров электронных компонентов и плат. Это портативное устройство может быть установлено в корпус ABI Multilink со связью с ПК по шине USB, в корпус SYSTEM 8 или в слот для CD-привода ПК.

Модуль MIS4 объединяет в себе 8 приборов в одном компактном корпусе: 3-канальный цифровой осциллограф, 2-канальный генератор сигналов произвольной формы, 4-каналь-

ный универсальный счётчик-частотомер, 2-канальный вольтметр, амперметр, омметр, 4-канальный источник питания и восемь каналов универсальных входов/выходов.

Модуль MIS4, поставляемый с программным обеспечением SYSTEM 8 Ultimate – это более гибкое и экономичное решение, чем использование традиционного осциллографа и других лабораторных измерительных приборов. При этом система может осуществлять тестирование по настраиваемому пользователем критерию «годен/не годен» и выводить эти или другие тестовые результаты на экран. Используя устройство совместно с генератором интерактивных пошаговых последовательностей TestFlow Manager, входящим в пакет SYSTEM 8 Ultimate, риск некорректных измерений значительно уменьшается. TestFlow сопровождает оператора в процессе поиска неисправностей и сохраняет все тестовые параметры для их последующего вывода в тестовом отчёте.

www.elm.ru

Тел.: (499) 218-2360



Малогабаритный СВЧ-синтезатор 10–20 ГГц с шагом перестройки 1 кГц

ООО «АДВАНТЕХ» (Advantex), российский разработчик и производитель СВЧ-узлов и систем, представляет малогабаритный синтезатор частот LCS-20M-RF в герметичном исполнении с уменьшенным шагом перестройки и низким уровнем побочных спектральных составляющих за счёт встроенной системы перестройки опорной частоты.



Основные характеристики:

- диапазон частот 4–8 или 5–10 ГГц, 6–12 ГГц и 10–20 ГГц;
- шаг перестройки 1 кГц;

Новости российского рынка

- уровень фазового шума –100 дБн/Гц при отстройке 20 кГц @ 10 ГГц;
- уровень ПСС (SFDR) при шаге 10 МГц не более –80 дБн, при шаге 1 кГц не более –50 дБн;
- время перестройки менее 500 мкс (с любой частоты на любую);
- выходная мощность от 0 до +7 дБм (фиксированная, выбирается при заказе);
- опорный генератор внешний 100 МГц с уровнем от –5 до +5 дБм;
- полнодуплексный интерфейс управления RS-485, 921 600 бит/с;
- диапазон рабочих температур –40...+50°C;
- габаритные размеры (В × Ш × Г): 13 × 66 × 91 мм, вес 130 г.

www.advantex.ru
Тел.: (495) 721-4774

20 ГГц автоматический калибровочный модуль от ООО «ПЛАНАР»

Известный российский производитель оборудования для высокочастотных измерений ООО «ПЛАНАР» приступает к выпуску нового автоматического калибровочного модуля ACM2520 (далее – АКМ).



АКМ является прецизионным средством калибровки векторных анализаторов цепей (далее – ВАЦ). Он обеспечивает высокую производительность работы и в то же время снижает нагрузку на персонал. За счёт уменьшения числа подключений мер в процессе калибровки увеличивается ресурс измерительных портов ВАЦ. В отличие от механического набора АКМ более стабилен к изменению температуры окружающей среды благодаря функции термокомпенсации. Широкие возможности автоматизации позволяют использовать АКМ для калибровки специализированных приборов по алгоритмам пользователя.

Диапазон рабочих частот модуля составляет от 100 кГц до 20 ГГц, а эффективная направленность – 47 дБ (до 10 ГГц), 42 дБ (от 10 до 20 ГГц).

www.planar.chel.ru
Тел.: (351) 729-9777

90-ваттные выносные ИП для IT и медицинских применений

Компания XP Power объявила о начале поставок низкопрофильных 90-ваттных одноканальных выносных источников питания AC/DC. Соответствуя новым требованиям Level VI министерства энергетики США к потребляемой мощности в режиме холостого хода и дежурном режиме, а также значению КПД в активном режиме, модули питания серии AJM90 потребляют менее 0,21 Вт в режиме холостого хода. Модули питания имеют высокое значение КПД 89% (тип.), измеренное при 25-, 50-, 75- и 100-процентной нагрузке, что значительно превышает требование к энергетической эффективности, оговорённое в технических требованиях Level VI.



Сертифицированные на соответствие требованиям международно признанных стандартов безопасности для IT-оборудования и медицинской аппаратуры EN/UL 60950-1 и ANSI/AAMI/EN 60601-1, обеспечивая изоляцию 2×MOPP (два средства защиты пациента), устройства могут содействовать подтверждению безопасности конечного оборудования. Защита от поражения электрическим током по классу II справедлива только для применений в медицинском оборудовании.

Ряд AJM90 предлагает три модели с выходными напряжениями 12, 18 и 24 В. Упакованные в тонкие корпуса (22 × 140 × 71 мм) со степенью защиты IP32, источники питания защищены от попадания внутрь твёрдых посторонних тел и жидкостей. Полная мощность в нагрузке обеспечивается до температурного порога +40°C. Модули AJM90 могут работать в диапазоне температур 0...+60°C с понижением выходной мощности на 50% при температуре +60°C.

Соответствуя уровню В стандарта EN55011 к уровню кондуктивных помех и помех излучения, модули также соответствуют строгим требованиям к защищённо-

сти от воздействия помех (последнее четвертое издание Медицинских стандартов по ЭМС).

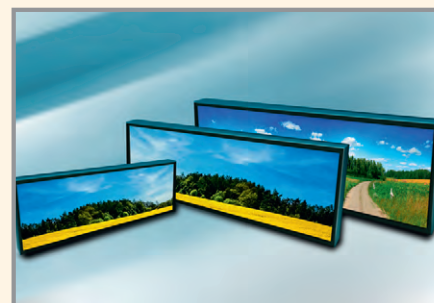
Серия AJM90 является идеальной для производителей оборудования, желающих гарантировать соответствие требованиям нового стандарта по энергетической эффективности Level VI, который начал действовать с 10 февраля 2016 года.

Все приборы серии ALM90 обеспечиваются трёхлетней гарантией от производителя.

www.prosoft.ru
Тел.: (495) 234-0636

Обновление модельного ряда PID-дисплеев AUO

Компания AU Optronics, один из мировых лидеров в производстве ЖК-матриц, проводит обновление модельного ряда продукции в сегменте информационных дисплеев (PID). Согласно дорожной карте производителя до конца первого квартала 2016 года планируется снять с производства следующие дисплеи: P320HVN01.1; P420HVN02.0; P420HVN03.0; P460HVN02.0; P460HVN03.0; P650HVN02.4.



В качестве замены ПРОЧИП рекомендует рассмотреть следующие дисплеи:

Модель, снимаемая с производства	Современный аналог
P320HVN01.1	P320HVN02.0
P420HVN02.0	P420HVN02.1
P420HVN03.0	P420HVN03.1
P460HVN02.0	P460HVN02.1
P460HVN03.0	P460HVN03.1
P650HVN02.4	T650HVN03.1*

* В разработке

Напоминаем, что после истощения запасов на складе производителя, снятые с производства модели будут недоступны к заказу. В случае если модель дисплея, используемая в оборудовании, была снята с производства, рекомендуется рассмотреть возможности её замены на современный аналог либо своевременной закупки необходимого количества.

www.prochip.ru
Тел.: (495) 232-2522

Новости российского рынка

Защищённый монитор для транспорта от компании Boser

Компания Boser – производитель мониторов для жёстких условий эксплуатации разработал монитор с рабочей температурой до -40°C .



Одним из важнейших рынков для защищённых мониторов является транспорт, особенно железнодорожный. Но и требования для таких решений повышенные. Специально для российского рынка, который предъявляет высокие требования по температуре, компания Boser разработала монитор, способный работать при температуре -40°C – BPD-8312-UW.

Монитор защищён корпусом из алюминия (степень защиты IP65), выполнен с использованием яркой светодиодной подсветки (яркость изображения 1000 кд/м^2) и показывает контрастную картинку (контрастность – 800:1).

Благодаря применённым компонентам, монитор выдерживает пониженные температуры до -40°C (рабочая температура) и высокую вибрацию. Разрешение монитора стандартное для диагонали 12,1 дюйма – 1024×768 .

Входные интерфейсы монитора: DVI, CRT и HDMI. Устройство комплектуется встроенной OSD-панелью для управления.

Как и для остальных продуктов Boser, доступна доработка под нужды заказчика: возможна поставка монитора со встроенным сенсорным экраном, в исполнении Open-Frame и с другими (в том числе и более глубокими) доработками, которые могут понадобиться, чтобы интегрировать монитор в решение.

Краткие характеристики BPD-8312-UW:

- корпус алюминиевый, фронтальная защита IP65;
- габаритные размеры $345 \times 265 \times 53 \text{ мм}$;
- размер по диагонали 12,1";
- разрешение 1024×768 ;
- яркость 1000 кд/м^2 ;
- контрастность 800:1;
- диапазон рабочих температур $-40...+65^{\circ}\text{C}$;
- подсветка LED.

www.prochip.ru

Тел.: (495) 232-2522

Новинка от AUO – дисплей G150XTN06.3

Специально для устройств, работающих под прямым освещением, компания AUO выпускает новый яркий ЖК-дисплей с популярной диагональю 15" – G150XTN06.3.



В последнее время транспорт и промышленность всё чаще требуют включать в состав решений средства полноценной визуализации информации. Маленькие бук-

венно-цифровые и традиционные стрелочные индикаторы уже не способны выводить всю требуемую информацию. Решение – промышленные мониторы с относительно большой (от 10") диагональю, полноцветным дисплеем и высоким разрешением. Такие мониторы позволяют выводить любую картинку, независимо от сложности изображения.

Однако есть и определённые требования, которым обычный монитор соответствовать не может, например устойчивость к низким температурам или возможность работать при прямом солнечном свете. Основным элементом монитора, который должен обеспечивать соответствие таким требованиям, – дисплей.

Дисплеи от компании AU Optronics (AUO) давно известны на рынке средств визуализации для промышленности, авиации, железнодорожного транспорта и других ответственных применений. Кроме того, их дисплеи применяются и в рекламных модулях.

Новый дисплей G150XTN06.3 призван, прежде всего, расширить линейку дисплеев для ответственных применений. Среди его отличительных особенностей – высокая яркость (1600 кд/м^2) и устойчивость к низким температурам (до -30°C). Удобство применения в условиях прямого освещения, помимо яркости, дисплею дают антибликовое покрытие вкупе с высокой контрастностью (800:1).

Такая высокая яркость обеспечивается светодиодной подсветкой (что дополнительно продлевает срок службы, по сравнению с подсветкой на лампах). Огромным плюсом является тот факт, что драйвер питания подсветки уже встроен – нехарактерное решение для дисплеев со столь высокой яркостью. Как следствие – дополнительная экономия и упрощение разработки.

Atmel®

Микроконтроллеры Atmel® | SMART™

Компания Rainbow предлагает со склада и под заказ новейшие микроконтроллеры Atmel на базе высокопроизводительной и энергоэффективной архитектуры ARM Cortex-M0+

SAM D09/D10/D11 – низкой стоимости

- оптимальное соотношение цена / функционал
- до 16 КБ FLASH, 3 USART/SPI/I2C, USB 2.0

SAM D20/D21 – общего применения

- до 256 КБ FLASH, 32 КБ ОЗУ, 6 USART/SPI/I2C
- USB 2.0 Full Speed Host/Device
- контроллер емкостных сенсоров касания



SAM L21/L22 – с малым энергопотреблением

- идеальны для батарейного питания
- 35 мкА/МГц в активном режиме
- 200 нА в режиме глубокого сна

SAM C20/C21 – промышленного назначения

- напряжение питания до 5,5 В
- интерфейсы CAN, LIN, SMBus, RS485
- диапазон рабочих температур до $+105^{\circ}\text{C}$

RAINBOW
www.rtcs.ru

Москва
+7 (495) 665-0201
info@rtcs.ru

Екатеринбург
+7 (343) 272-0020
eburg@rtcs.ru

Санкт-Петербург
+7 (812) 324-0902
spb@rtcs.ru

Новосибирск
+7 (383) 211-9087
nsk@rtcs.ru

Киев
+38 (044) 520-0478
chip@rainbow.com.ua

Минск
+375 (17) 219-7667
chip@rainbow.by

Новости российского рынка

Краткие характеристики дисплея G150XTN06.3:

- размер рабочей области 304,128 × 228,096 мм;
- габаритные размеры 326,5 × 253,5 × 13,0 мм;
- размер по диагонали 15,0";

- разрешение 1024 × 768;
- яркость 1600 кд/м²;
- контрастность 800:1;
- диапазон рабочих температур -30...+70°C;
- подсветка дисплея LED, встроенный драйвер.

По вопросу приобретения дисплеев G150XTN06.3, а также для получения технической документации обращайтесь к дистрибьютору продукции AUO – в компанию ПРОЧИП.

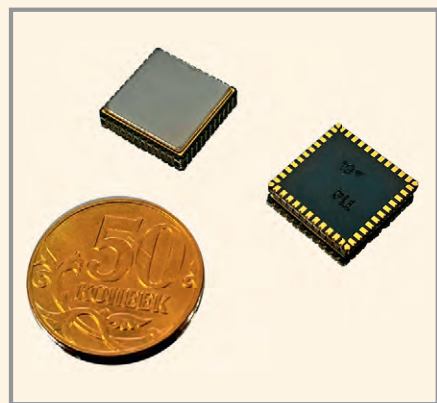
www.prochip.ru

Тел.: (495) 232-2522

ЭЛЕМЕНТЫ И КОМПОНЕНТЫ

Отечественная ИМС для микроминиатюрных датчиков

Дизайн-центр «Система» завершил разработку интегральной микросхемы, предназначенной для создания микроминиатюрных интеллектуальных датчиков.



Разработанная микросхема позволяет создавать датчики с существенно низкими габаритно-массовыми характеристиками, сравнимыми с зарубежными аналогами, а в ряде случаев превосходящими их. Микросхема имеет цифровой выход, что позволяет строить на основе датчиков, в которых она применяется, распределённые системы с минимальным количеством подверженных шумам аналоговых трактов. Вход микросхемы – мостовая схема, в одно из плеч которой может быть включён чувствительный элемент.

В микросхему интегрирован микроконтроллер x8051, обеспечивающий гибкий алгоритм обработки информации.

Разработка микросхемы проводилась в интересах крупного промышленного предприятия Уральского федерального округа. В связи с этим микросхема спроектирована под нормы и библиотеки передовой отечественной фабрики (г. Зеленоград).

ДЦ «Система» – центр по проектированию интегральных микросхем, специализированных под требования заказчика. В спектр выполняемых работ входит разработка проектов для программируемых логических интегральных схем (ПЛИС, FPGA), полумасштабных и заказных интегральных микросхем (ASIC).

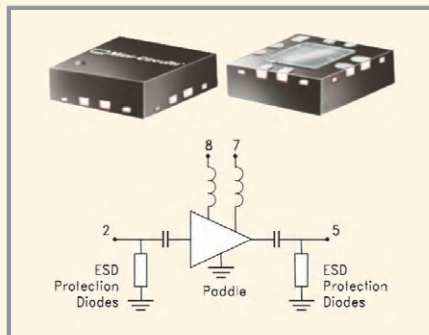
Задача центра проектирования – сделать применение специализированных интегральных схем простым и доступным каждому производителю электроники.

www.dc-systema.com

Тел.: (343) 288-5345

Новая СВЧ ИМС MNA-4W+ от Mini-Circuits

Компания Mini-Circuits выпустила новую СВЧ ИМС усилителя мощности MNA-4W+ с очень высокой активной направленностью (сумма усиления и изоляции выхода от входа).



Усилитель предназначен для работы в полосе частот от 0,5 до 4,5 ГГц, имеет встроенные цепи согласования и смещения, благодаря чему микросхема проста в использовании. Компонент способен работать при напряжении питания от 2,8 до 5 В, согласован на 50 Ом по входу и выходу. Используется миниатюрный 8-выводной корпус MCLP 3 × 3 мм.

www.yeint.ru

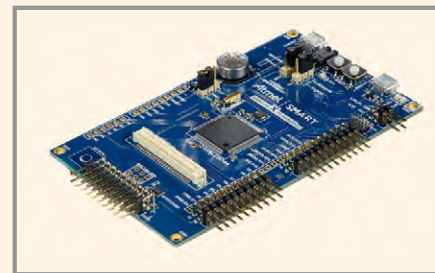
Тел.: (812) 313-3440

Новые серии микроконтроллеров Atmel на базе архитектуры ARM Cortex-M0+

В семействе Atmel® I SMART™ – микроконтроллеров с ядром ARM Cortex-M0+ – пополнение. Появились дешёвые микроконтроллеры начального уровня – SAM D09, а также микроконтроллеры с пониженным энергопотреблением и контроллером ЖКИ – SAM L22.

Серия SAM D09 дополняет SAM D10/D11 и является наиболее экономной версией

МК на базе ядра ARM Cortex-M0+ от компании Atmel, ориентированной на применение в приложениях с жёстким ограничением конечной стоимости в промышленной и коммерческой электронике. Новые устройства совместимы по назначению выводов с МК SAM D10, имеют сбалансированный набор периферии и доступны в двух вариантах по объёму памяти (8 и 16 Кб FLASH) и типу корпуса (SOIC14 и QFN24). При этом в SAM D09 реализованы инновации Atmel: два универсальных SERCOM-модуля (USART/SPI/I²C) и 6-канальная система событий, также в наличии 12-разрядный АЦП и контроллер DMA.



Серия SAM L22 дополняет SAM L21 и предназначена для реализации человеко-машинных интерфейсов с использованием ЖКИ в таких областях, как автоматизация зданий, приборы учёта (счётчики воды, газа и электричества), портативная измерительная аппаратура, контроль доступа, а также в других приложениях, где необходимы визуальная обратная связь и сверхнизкое энергопотребление одновременно с широким функционалом и высоким уровнем защиты.

Оптимизированные для применения в малопотребляющих устройствах с питанием от аккумуляторной батареи, новые МК SAM L22 имеют до 256 Кб FLASH и 32 Кб SRAM памяти и доступны в корпусах от 48 до 100 выводов, работают на тактовой частоте до 32 МГц с энергопотреблением менее 39 мкА/МГц в активном режиме при исполнении теста EEMBC CoreMark и 490 нА в режиме резервного питания с работающими часами реального времени.

Получить консультацию, приобрести микросхемы и отладочные комплекты можно в компании Rainbow.

www.rtcs.ru

Тел.: (495) 665-0201

Новости российского рынка

Датчики УФ-диапазона

УФ-свет расположен в электромагнитном спектре между видимым светом и рентгеновскими лучами и занимает диапазон от 400 до 100 нм, в котором различают четыре поддиапазона:

- УФ-А (длинноволновый УФ) – 315–400 нм;
- УФ-В (средневолновый УФ) – 280–315 нм;
- УФ-С (коротковолновый УФ) – 200–280 нм;
- вакуумный УФ – 100–200 нм.



Датчики УФ-диапазона широко применяются для обеззараживания воды. Метод дезинфекции с использованием УФ-излучения доказал свою эффективность при дезактивации переносимых водой болезнетворных микроорганизмов и вирусов без ухудшения вкуса и запаха воды и без внесения в воду нежелатель-

ных побочных элементов (например, хлора). Обеззараживание с помощью УФ-излучения привлекает своей безопасностью, экономичностью и эффективностью.

Южнокорейская компания GenUV уже много лет специализируется на производстве датчиков на основе нитрида галлия GaN, InGaN и AlGaIn. Основными направлениями производства являются датчики на A-, B- и C-диапазоны – серии GUVa, GUVB и GUVc, соответственно. Датчики выпускаются в стандартных корпусах TO-5, TO-39 и TO-46 и уже сегодня доступны со склада в Москве.

www.platan.ru

Тел.: (495) 970-0099

Ультростабильный миниатюрный термостатированный кварцевый генератор MXODR

Разработана и запущена в серийное производство новая версия ультростабильного миниатюрного кварцевого генератора MXODR в корпусе 20 × 20 × 12,6 мм.

Кварцевый генератор построен на основе кварцевого резонатора с внутренним подо-



гревом (КРВП) и внешней системы термостатирования, обеспечивающей подогрев электронной схемы и КРВП. Благодаря улучшенной электронной схеме и конструкции КРВП новый генератор обеспечивает в интервале –40...+80°C стабильность частоты до 1×10^{-10} , старение до $1,5 \times 10^{-8}$ в год, вариацию Аллана – $1,5 \times 10^{-12}/1$ с. Фазовый шум генераторов MXODR на рабочей частоте 10 МГц составляет –105 дБс/Гц @ 1 Гц, –135 дБс/Гц @ 10 Гц, –160 дБс/Гц @ 1 кГц, –170 дБс/Гц @ 10 кГц.

Генератор работает на частотах 8–300 МГц, потребляет <1 Вт и предназначен для широкого круга электронных устройств с предельно высокими требованиями к стабильности опорного сигнала.

www.mxtal.ru

Тел.: (3812) 433-967, (3812) 433-968

www.npoalmaz.ru



ООО «Научно-производственное объединение «Алмаз»
620102, г. Екатеринбург, ул. Волгоградская, д. 193, оф. 203
Телефон: (343) 344-50-82, факс (343) 344-50-80
E-mail: info@npoalmaz.ru



Разрабатываем измерительные оснастки любой сложности для любого измерительного оборудования

Дорабатываем и поставляем контактные устройства



Новости российского рынка

Новая серия микромощных высоковольтных стабилизированных DC/DC-преобразователей с низким уровнем пульсаций

Компания XP-EMCO представила новую серию Р микромощных (выходная мощность 2,4 мВт) преобразователей постоянного напряжения (от 5 до 12 В) в высоковольтное напряжение. Преобразователи серии Р отличаются чрезвычайно низкими пульсациями выходного напряжения (<100 мкВ) и низким уровнем излучаемых электромагнитных помех, что обусловлено уникальной конструкцией без индуктивных элементов (трансформаторов и катушек индуктивности). Весьма низкая потребляемая мощность и небольшой вес модуля с высотой корпуса 6,2 мм, делают эти модули, предназначенные для монтажа на печатную плату, идеальными для применения в портативном оборудовании, работающем от аккумулятора.

Стабилизированные и программируемые выходные напряжения от 0 до 1200 В

и от 0 до 2000 В доступны с положительной и отрицательной полярностью. Стабильное опорное напряжение и высокоимпедансный вход программируемого напряжения делают возможным простое встраивание в конструкции. Функция контроля выходного напряжения является стандартной. Схема плавного включения высокого напряжения с отслеживанием скорости нарастания выходного напряжения защищает чувствительные детекторы и обеспечивает длительный срок работы.

Основные функциональные возможности:

- конструкция без индуктивных элементов с ультранизкой пульсацией выходного напряжения;
- стабилизированный выход;
- миниатюрные размеры (35,5 × 17,27 × 6,2 мм);
- заземлённый металлический корпус;

- выходное напряжение, программируемое от 0 до 100%;
- широкий диапазон входного напряжения от 5 до 12 В;
- пульсация выходного напряжения <100 мкВ;
- низкий уровень генерируемых помех;
- монитор выходного напряжения;
- регулирование выходного напряжения внешним напряжением или потенциометром;
- небольшая потребляемая мощность;
- встроенный источник опорного напряжения;
- плавный запуск;
- диапазон рабочих температур от -10 до +70°C (на поверхности корпуса) или от -55 до +85°C (опция -Т);
- высокая надёжность (значение MTBF > 1,6 млн часов, рассчитанная по Bellcore TR-332).

Применения:

- маломощные электростатические приложения;
- маломощное электрическое смещение;
- пьезоэлектрические устройства;
- аэрозольные приборы.

Заказать высоковольтные преобразователи DC/DC можно у официального дистрибьютора продукции XP-EMCO – компании ПРОСОФТ.

www.prosoft.ru

Тел.: (495) 234-0636



Таблица моделей серии Р

Модель	Выходное напряжение	Выходной ток
P12P	0...+1200 В	2 мкА
P12N	0...-1200 В	2 мкА
P20P	0...+2000 В	1 мкА
P20N	0...-2000 В	1 мкА

Высоковольтные 1-ваттные преобразователи напряжения

Компания XP-EMCO представляет серию СВ, включающую миниатюрные высоковольтные источники питания со стабилизированным выходным напряжением, выполненные в экранированных корпусах для монтажа на печатную плату. Выходное напряжение программируется от 0 до 100% номинального напряжения посредством напряжения ЦАП от 0 до +5 В через высокоимпедансный вход. Модули серии СВ имеют контроль выходного напряжения и тока, встроенную защиту от перенапряжения и защиту от перегрева. Встроенный источник опорного напряжения может использоваться вместо напряжения программирования. Серия СВ демонстрирует очень низкую пульсацию выходного напряжения и уровень генерируемых помех благодаря применению генератора с квазисинусоидальной формой напряжения, экранированию трансформатора, превосходной технике фильтрации и изолиро-



Таблица моделей серии СВ

Модель	Выходное напряжение	Выходной ток	Пульсация
CB101	0...+10 кВ	0...100 мкА	< 0,1%
CB101N	0...-10 кВ	0...100 мкА	< 0,1%

ванному стальному корпусу, имеющему отдельный вывод для заземления. Доступный снаружи потенциометр обеспечивает подстройку коэффициента передачи, позволяя индивидуальную калибровку устройств. Патентованный процесс герметизации и высокотехнологический состав используются для достижения отличного высокого напряжения и тепловых свойств.

Применения:

- электрофорез;

- зарядка конденсатора;
- спектрометрия;
- отклоняющие обкладки;
- испытательное оборудование;
- усилитель яркости изображения.

Заказать высоковольтные преобразователи DC/DC можно у официального дистрибьютора продукции XP-EMCO – компании ПРОСОФТ.

www.prosoft.ru

Тел.: (495) 234-0636



*Производство электроники ответственного применения
для сложных условий эксплуатации*



[WWW.FACTORY.DOLOMANT.RU](http://www.FACTORY.DOLOMANT.RU)



СОВРЕМЕННОЕ ПРОИЗВОДСТВО —

универсальный инструмент для индивидуальных проектов

- **15 лет импортозамещения:** контрактное производство в России на европейском уровне
- **Весь цикл производства:** от образцов и макетов изделий до серийной партии, от модуля до блока
- **Полный комплекс услуг:** участие в ОКР, поддержание склада для серийных программ, сервисное обслуживание, все виды работ по стандартам ГОСТ, ОСТ и рекомендациям IPC

ИМПОРТОЗА- и СОВМЕЩЕНИЕ
ГОСТ, ОСТ, рекомендации IPC

Лазерная селективная пайка: универсальное решение для SMT- и THT-технологий

Валерий Ефанов (г. Курск)

Статья посвящена технологии автоматической пайки плат с комбинированной элементной базой из THT- и SMD-компонентов и отечественных планарных компонентов с использованием системы лазерной селективной пайки FireFly T60 итальянской фирмы Seica.

Продолжающийся процесс интеграции и миниатюризации электронных устройств приводит к усложнению задачи совместного монтажа THT- и SMD-компонентов на одной печатной плате. К этому добавляется специфика, обусловленная требованиями по ограничению применения вредных веществ в электронных устройствах. В результате на рынке формируется потребность в системах селективной пайки, которые смогут работать с высокоплотными, сложной конструкции электронными модулями со смешанной комплектацией, не задевая смежные компоненты даже в самых труднодоступных местах, и при необходимости для пайки могли бы использовать неагрессивные бессвинцовые сплавы.

ТЕХНОЛОГИИ СМЕШАННОГО МОНТАЖА

В промышленности широко применяется целый ряд технологий для пайки печатных модулей, содержащих как компоненты, монтируемые в отверстия (THT – Through Hole Technology),

так и компоненты поверхностного монтажа (SMD – Surface Mounted Device). Каждой из них присущи те или иные недостатки либо ограничения. При ручной пайке даже высокая квалификация монтажника не гарантирует строгого соблюдения режимов пайки. Пониженная температура приводит к плохому смачиванию паяемых поверхностей, её превышение вызывает преждевременное испарение флюса. Эти ошибки, ухудшая качество паяных соединений, в конечном итоге ведут к снижению надёжности продукции. Ручная пайка обычно неэффективна с точки зрения производительности и рентабельности, она не безвредна для монтажника, поскольку он работает в контакте с различными химическими соединениями, и некоторые из них могут негативно воздействовать на здоровье.

Пайка волной обеспечивает высокую производительность при хорошем качестве соединений, но применима не во всех случаях. Так, при использовании этой технологии не рекомендуется устанавливать в изделие SMD-компоненты высотой более 3,5 мм из-за эффекта затенения контактных площадок. Для SMD-компонентов с малым шагом выводов (менее 0,8 мм) повышается вероятность образования паразитных перемычек между контактами. Естественно, на омываемой волной стороне платы невозможно применение элементов, не выдерживающих температуры расплавленного припоя. Топология печатной платы должна быть адаптирована к направлению её движения относительно волны. Для компенсации эффекта затенения необходимо проектировать контактные площадки увеличенных размеров, а для минимизации замыканий между контактами – вводить в топологию так называемые крадущие контактные площадки.

Таким образом, пайка волной накладывает ряд ограничений на конструкцию монтируемых изделий, что не всегда приемлемо для их разработчика. Помимо этого, она не даёт возможности организовать специальные условия для отдельных элементов, так как все компоненты паяются в одном режиме. Также могут возникать проблемы с монтажом тонких плат. Наконец, для пайки волной в некоторых случаях нужны специальные паяльные маски, на разработку и изготовление которых затрачиваются значительные средства, и она требует сравнительно большого расхода флюса.

При интрузивной пайке (паста в отверстие) возможно неравномерное распределение тепла по площади платы, что создаёт предпосылки к неоднородности качества пайки различных типов компонентов. Селективная пайка мини-волной, свободная от большинства перечисленных недостатков, всё же требует соблюдения при проектировании изделия специальных правил в части минимально допустимого расстояния между соседними компонентами.

Существует технология, исключая перечисленные производственные проблемы и конструктивные ограничения – это технология селективной лазерной пайки. Сегодня она достаточно широко применяется при монтаже THT-компонентов, а специалисты ООО «Совтест АТЕ» нашли способ её адаптации для решения задачи смешанного монтажа.

ЛАЗЕРНАЯ СЕЛЕКТИВНАЯ ПАЙКА И ЕЁ ПРЕИМУЩЕСТВА

Паяльная головка в установках селективной лазерной пайки состоит из двух основных узлов. Первый – лазерный источник, производящий энергию, необходимую для расплавления припоя и нагрева точки пайки и вывода. Основными требованиями к нему являются управление выходной мощностью и обеспечение её непрерывности. Второй узел – подвижная оптическая система, фокусирующая излучение в конический пучок с сечением в виде круга (см. рис. 1). Система позволяет



Рис. 1. Управление положением оптики позволяет регулировать точку наведения конического пучка лазерного излучения

регулировать диаметр пятна лазерного излучения на печатной плате и обеспечивает точное позиционирование пятна на месте пайки. В схеме управления мощностью излучения используется обратная связь по температуре для прямого контроля за соблюдением температурного режима в области пайки, а высокое быстродействие пирометра (датчика температуры), производящего измерение менее чем за 10 мс, делает затраты времени на контроль практически незаметными в общем времени цикла пайки.

Весь комплекс технических решений, реализованных в лазерных системах, гарантирует высокое качество и воспроизводимость паяльных операций и обуславливает целый ряд свойств, дающих им преимущества перед другими технологиями селективной пайки:

- **Высокая точность позиционирования зоны нагрева и контроля её размера** – важнейшее свойство для работы с монтажом высокой плотности. Это даёт возможность паять компоненты, в том числе с минимальным шагом выводов, на площадках весьма ограниченных размеров, рядом с высокими комплектующими и элементами, чувствительными к тепловому воздействию – в частности, с изделиями в пластмассовых корпусах (см. рис. 2). Исключает механические напряжения в материале платы, которые возникают при пайке в классических системах волновой и селективной пайки.
- **Управляемость процесса нагрева** – наличие обратной связи по температуре позволяет с высокой точностью выдерживать правильный температурный профиль (см. рис. 3, лиловая линия – заданный температур-

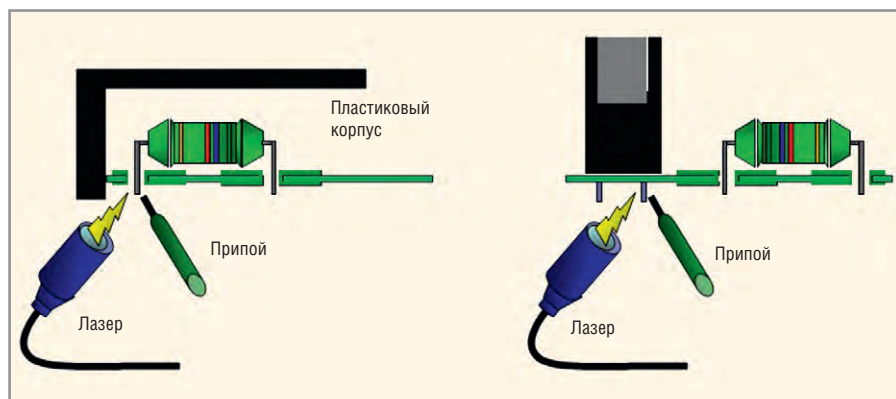


Рис. 2. Достоинства лазера: аккуратный (точный) нагрев, возможность паять компоненты на площадки малых размеров с малым шагом, вблизи пластмассового корпуса

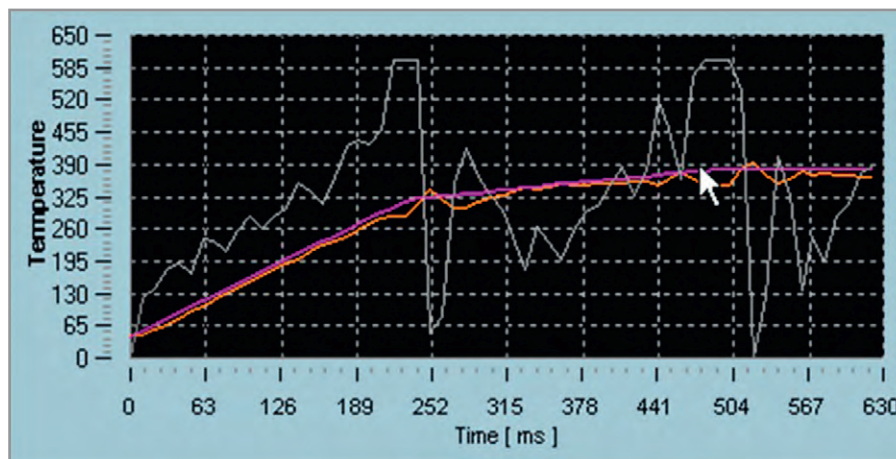


Рис. 3. Точная отработка температурного профиля пайки

ный профиль, серая линия – мгновенные значения мощности лазера, оранжевая линия – реальный температурный профиль, измеренный в точке пайки), предотвращая такие дефекты, как образование пустот или «холодная» пайка, в том числе в особых случаях. Например, когда контактные площадки присоединены к земляной шине, когда выполняется пайка многослойных плат или когда велика теплоёмкость паяемых компонентов. Возможность регу-

лирования мощности излучения и положения оптики в сочетании с быстродействием системы управления даёт возможность оптимизировать лазерный пучок для каждого паяного соединения без снижения темпа монтажа.

- **Технологичность** – нагрев лазерным пучком не требует механического контакта источника тепла и области пайки, поэтому отсутствует необходимость фиксировать компоненты на печатной плате. Предва-



ВАШ ПАРТНЕР ПО КАЧЕСТВУ

Серия FIREFLY

Системы лазерной селективной пайки компонентов

25 лет

Успешной работы





305000, Россия, г. Курск, ул. Володарского, д.49А
 тел.: (4712) 54-54-17
 факс: (4712) 70-88-85
www.sovtest.ru info@sovtest.ru

Пайка THT компонентов

Пайка SMD компонентов

Пайка планарных микросхем отечественного производства

Реклама

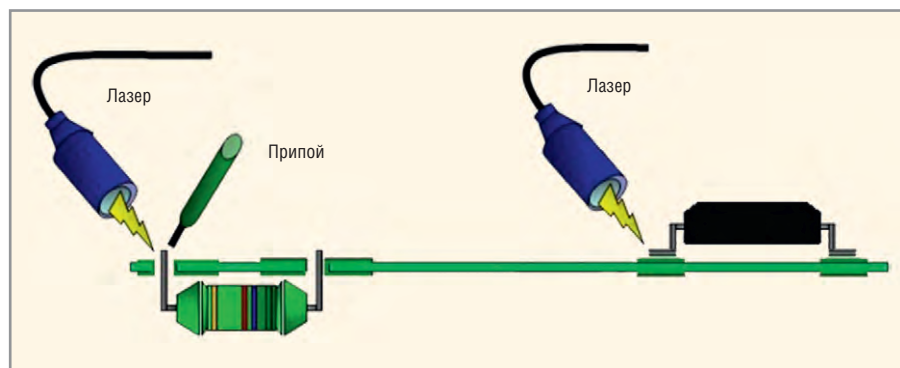


Рис. 4. Пайка THT-компонента (слева) и пайка планарного компонента (справа)

рительная формовка выводов не требуется. Наличие пирометра ускоряет процесс пайки, а также кардинально снижает вероятность ошибок операторов, плохо знакомых с температурными профилями.

- **Экономичность** – лазерные системы не нуждаются в подаче в зону пайки инертного газа, для них характерно умеренное потребление электроэнергии, дополнительно снижающееся за счёт отсутствия необходимости предварительного прогрева. Бесконтактный принцип нагрева значительно упрощает и удешевляет техническое обслуживание функциональных узлов системы. Не требуется дополнительная оснастка, материалы и операции, такие как маски, клей и его дозирование и сушка.
- **Гибкость и универсальность** – лазерная пайка применима для монтажа плат с двусторонней установкой элементов. Программируемый и автоматически контролируемый температурный профиль может быть с одинаковым успехом разработан как для свинцовосодержащих, так и для бессвинцовых паст и припоев. Наконец, на установках лазерной пайки можно паять не только выводы THT-компонентов, но и выводы SMD-компонентов.

О способности лазерных систем паять планарные компоненты надо рассказать подробнее, потому что это качество имеет важнейшее значение для внутреннего российского рынка электронной аппаратуры.

THT- и SMT-монтаж на одной установке

Одна из типичных групп компонентов, которые российские производители электроники устанавливают в свою продукцию, – планарные микросхемы отечественного производства, не допускающие приме-

ния технологий автоматизированного монтажа с групповой пайкой. Как правило, они устанавливаются вручную на завершающей фазе сборки изделия. Распространённость такой ситуации делает проблему автоматизации монтажа этих микросхем крайне актуальной. Специалисты из Курска предлагают проверенное на практике решение этой проблемы, основанное на использовании установки селективной лазерной пайки. Разработанная технология представляет собой эффективный и удобный процесс автоматического монтажа плат как с элементной базой в планарных корпусах, так и с комбинированной комплектацией из THT- и SMD-компонентов.

Установка, на которой была реализована инновационная идея, – это система лазерной селективной пайки FireFly T60 итальянской компании Seica. В ней применён источник лазерного излучения мощностью 60 Вт, имеется датчик деформации платы, используемый для точной фокусировки луча. Время единичной пайки не превышает 1,2 с, подвижность паяльной головки достаточна для доступа к участкам печатной платы с высокой плотностью монтажа. Имеется встроенная система периодической проверки работы лазера и пирометра.

Температурный профиль пайки в этой установке состоит из трёх этапов. На первом при минимальной мощности излучения производится нагрев вывода и контактной площадки. На втором этапе мощность увеличивается до максимума для данной точки пайки – это основная фаза формирования паяного соединения. Наконец, на третьем этапе мощность уменьшается до величины, удерживающей припой (пасту) в расплавленном состоянии для завершения смачивания.

Суть идеи, позволившей паять планарные компоненты, состоит в том, что из процесса исключается подача припоя, использование которого обязательно при монтаже THT-компонентов. Вместо этого на контактные площадки для планарных компонентов наносится паяльная паста – совершенно так же, как это делается в линиях поверхностного монтажа. Дальнейшие действия также повторяют последовательность операций SMT-монтажа – установка микросхем и оплавление пасты, с той лишь разницей, что оплавление производится не групповым методом в печи, а при помощи лазерной паяльной головки, индивидуально для каждой точки пайки.

Важно отметить, что такое использование установки не требует изменения её конструкции. Питатель для припоя остаётся, и, таким образом, достигается не смена функционала машины, а его расширение: теперь можно одновременно, без переналадки оборудования, паять и THT-, и SMD-компоненты (см. рис. 4). Задача, обозначенная в начале статьи, решена, причём решена даже без какой-либо доработки штатного программного обеспечения системы.

Результаты внедрения лазерной селективной пайки

Разработанная в ООО «Совтест АТЕ» технология, насколько можно судить, является на данный момент единственным способом автоматизации пайки отечественных планарных компонентов. Она не только исключает ручной монтаж, как медленный и дорогостоящий способ сборки, но и обеспечивает высокое и стабильное качество паяных соединений, поскольку автомат принципиально реже совершает ошибки, чем человек, а также вследствие описанных ранее достоинств селективной лазерной пайки. Предложенное решение снимает ключевую проблему потребителей отечественных микросхем, открывает путь для дальнейшего совершенствования сборочных линий путём введения в их состав автоматов для нанесения паяльной пасты и установки компонентов.

Технология успешно внедрена на нескольких российских предприятиях, и результаты уже достаточно продолжительной эксплуатации подтвердили ожидания как разработчиков, так и пользователей.





СВЯЗЬ

10–13.05

2016

Международная выставка
информационных
коммуникационных
технологий.



Организатор: ЗАО «Экспоцентр»

При поддержке:

- Министерства связи и массовых коммуникаций РФ
- Министерства промышленности и торговли РФ
- Федерального агентства связи (Россвязь)
- Правительства Москвы

Под патронатом
Торгово-промышленной палаты РФ



12+

Реклама



Россия, Москва, ЦВК «Экспоцентр»

www.sviaz-expo.ru

Решения и технологии компании HARTING для создания «умного» производства

Ольга Романовская (Москва)

Сегодня всё чаще употребляют термины «умный дом», «Интернет вещей» и в последнее время «четвёртая промышленная революция». Первые три промышленные революции были связаны с изобретением парового двигателя, электрификацией и развитием информационных технологий и электроники для дальнейшей автоматизации производства. Четвёртая промышленная революция (Industry 4.0) приведёт к полной автоматизации производства, внедрению киберфизических систем и подстраиванию «умного» производства под быстроменяющиеся задачи и индивидуальные требования. В данной статье рассказывается об аспектах Industry 4.0, а также о технологиях и решениях компании HARTING Technology Group для построения эффективного и «умного» производства.

Industry 4.0 базируется на следующих основных аспектах: модульность исполнения объектов и систем, миниатюризация и компактность оборудования, индивидуальный подход ко всем производственным процессам, идентификация и встраивание RFID и Auto-ID в интерфейсы решений для контролируемости и прозрачности процессов и состояний, переход на цифровой формат и полная системная интеграция на всех уровнях системы.

Идеологом развития Industry 4.0, или четвёртой промышленной революции, стало правительство Германии при сотрудничестве с институтами прикладных исследований и средними бизнес-структурами. В 2011 году на Ганноверской промышленной выставке инициативная группа учёных, политиков и бизнесменов высказала идею о необходимости создания плана по развитию немецкой промышленности и повышению её конкурентоспособности путём интеграции киберфизических систем в заводские процессы. Предложенные варианты стратегии получили общее название High-Tech Strategy 2020 Action Plan. На реализацию этой стратегии правительство Германии ежегодно выделяет до \$10 млрд. Последний опубликованный документ был посвящён описанию базовой платформы Industry 4.0. В 2011 году вокруг этой концепции объединились 57 немецких компаний. По плану немецких промышленников и государства в 2016 году должны быть разработаны первые работающие производственные кейсы, а к 2030 году в Германии должна функционировать

полноценная система «интернетизированной» промышленности.

Компания HARTING проводит исследования основных направлений развития Industry 4.0, определяет их значимость для различных проектов и областей применения, а также предлагает свои разработки для реализации экспериментальных проектов Industry 4.0. HARTING Technology Group обладает обширными компонентными и интеллектуальными ресурсами, так как является ведущим в мире поставщиком технологии промышленной связи для трёх серий продукции: Power, Signal и Data. Кроме того, она производит кассовые зоны, компоненты для электромобилей, аппаратное и программное обеспечение, используемое в системах автоматизации, робототехнике и на транспорте.

«Мы провели анализ технологических трендов и теперь реализуем их, предлагая конкретные решения. В нашем решении HARTING Integrated Industry for You для HAN4You Factory мы реализуем концепцию Integrated Industry. В этой готовой системе для промышленных предприятий, основанной на подходе Industry 4.0, мы синтезировали свой опыт разработки компонентов, программного обеспечения и систем», – говорит Филип Хартинг (Philip Harting), первый вице-президент и председатель правления компании.

На выставке Hannover Messe в апреле 2016 года компанией HARTING будут представлены сразу несколько вертикальных концептов в области автоматизации:

новые компонентные продукты, новая технология HARTING MICA, которая используется в флагманском автомобиле «Etos» от компании Rinspeed, а также демонстрационные автоматизированные производственные блоки HARTING Smart Factory.

Из компонентной базы будут продемонстрированы новинки соединителей: миниатюрный Har-Flex THR и мощный M12 Power L-Code Slim Design. Серия Har-Flex представляет собой соединители общего назначения для печатных плат с шагом контактов 1,27 мм и SMT-технологией монтажа. Существуют прямые и угловые версии этих соединителей, а также модификации для подключения кабелей, что позволяет использовать соединители Har-Flex для организации соединений типа плата–плата и кабель–плата. Мезонинные соединители позволяют создавать стеки различной высоты и подключать к ним кабели IDC различной длины, что обеспечивает значительную степень свободы при проектировании систем. Число контактов таких соединителей может варьироваться от 6 до 100. Аббревиатура THR означает «пайка сквозных отверстий» и служит для описания технологии заделки, применяемой для удерживающих прижимов, монтируемых по бокам разъёма. Таким образом, миниатюрные Har-Flex THR с шагом 1,27 мм (см. рис. 1) сочетают в себе механически устойчивые соединения, выполненные по технологии сквозной пайки, и преимущества автоматизированной сборки, которую обеспечивают SMD-компоненты.

В семействе цилиндрических разъёмов M12 Slim Design, используемых для передачи данных, сигналов и энергии, акцент сделан на компактность исполнения для удобства эксплуатации в ограниченном пространстве, а также на прочность и виброустойчивость конструкции. Последнее является принципиально важным в таких областях, как транспорт и робототехника. На выставке Hannover Messe будет представлен новый соединитель M12 для подачи питания с L-кодированием (см. рис. 2). Этот соединитель на 5 контактов рассчитан на мощность 0,75 кВт

при значениях напряжения и тока 63 В / 16 А и подойдёт для небольших серводвигателей, цеховых распределительных коробок, управляемых через промышленную шину устройств ввода/вывода, сетевых устройств. Соединитель отличается простотой установки и универсальностью, так как кабельная часть идёт в привычных исполнениях: Naraх IDC (разрез изоляции) или с обжимными контактами. Кроме этого, предлагаются версии сборок на кабель и на панель с различными длинами. Считается, что M12 с L-кодировкой полностью заменит часто используемые сегодня стандарты для подачи питания: M12 A-код и 7/8".

HARTING SMART FACTORY и HAI4YOU Factory

Применение концепции Industry 4.0 на производстве становится всё более привлекательным и актуальным для многих компаний, но в то же время остаётся много вопросов по внедрению этой системы на отдельно взятом предприятии: «Как реализовать Industry 4.0?»; «С чего начать внедрение?»; «Как стандартизировать процессы?»; «Как измерить эффективность от применения новых технологий?». Вместе с компанией HARTING и другими партнёрами немецкая компания SAP (Systems, Applications and Products in Data Processing) разработала стартовый (начальный) комплект

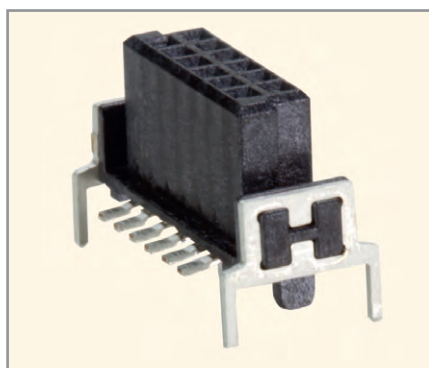


Рис. 1. Соединитель Har-Flex THR для печатных плат



Рис. 2. Разъём M12 Power для подачи питания

Industry 4.0. На реально работающем оборудовании можно не только оценить эффективность новых технологий, но и получить ответы на многие вопросы (см. рис. 3).

Стартовый комплект был разработан, чтобы оптимизировать процесс, который является самым значимым для многих компаний – прогнозирование технического обслуживания. Наиболее простая «Опция 1» предусматривает подключение только одного счётчика электроэнергии к главной линии электропередачи. Интеллектуальный анализ электропотребления позволяет идентифицировать каждое устройство-потребитель, например, определяется энергия, потребляемая каждой осью 5-осевого фрезерного станка. Более сложная «Опция 2» подразумевает установку датчиков на оборудо-

вание. Датчики позволяют контролировать вибрации и производить анализ и прогнозирование работоспособности оборудования. Датчики подключаются к микрокомпьютеру MICA ПС от HARTING, который выполняет агрегирование данных, их первичную обработку и сжатие. Начальный комплект доступен по фиксированной цене и включает три месяца использования платформы SAP.

На выставке Hannover Messe компания HARTING представит демонстрационное «умное» производство – HAI4YOU Factory (см. рис. 4). Это производство уже внедрено в некоторые производственные процессы на заводах HARTING, получены первые оценки эффективности. В качестве наглядного примера представлена система из нескольких боксов для автоматиче-

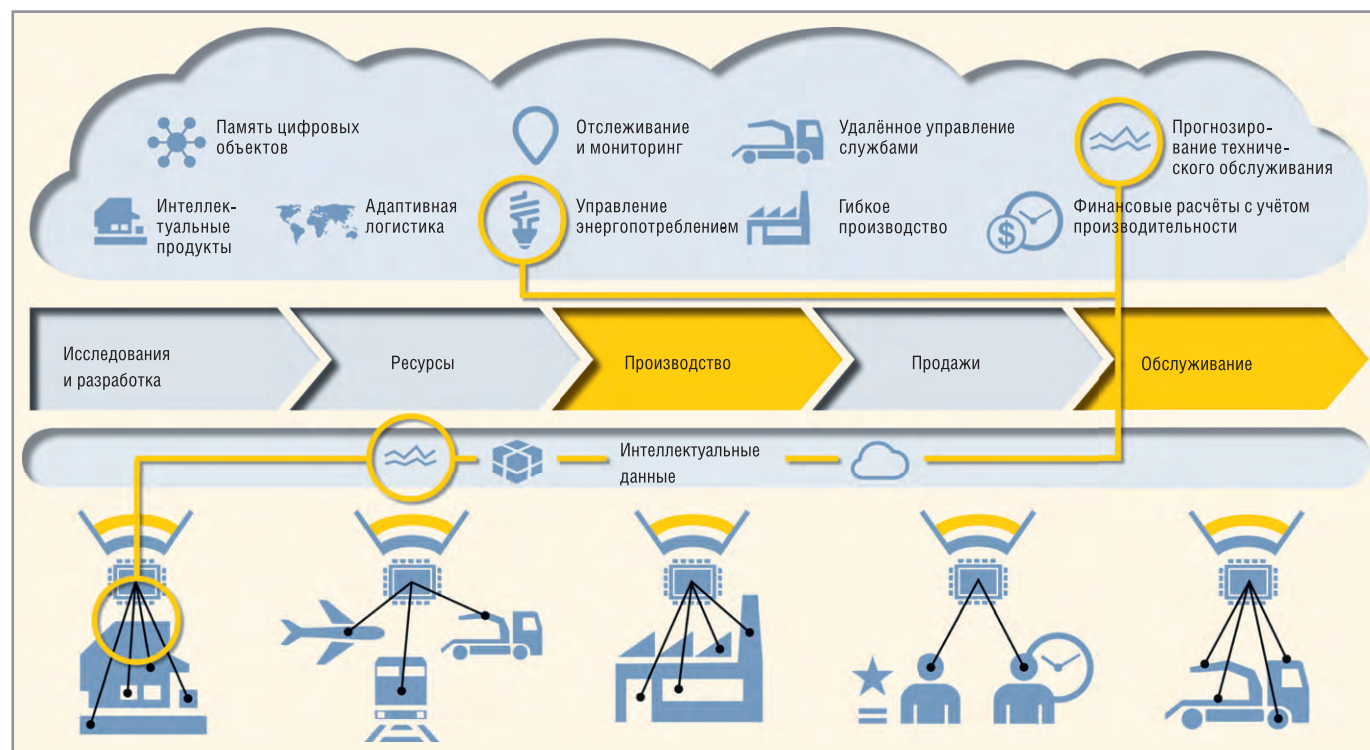


Рис. 3. Стартовый комплект Integrated Industry 4.0

ской сборки модульного соединителя Nan-Modular. На первом этапе производится конфигурация соединителя и размещается заказ в интернет-магазине. После этого все данные обрабатываются в SAP для полностью автоматизированного производства. Производственная линия включает в себя три автоматизированных бокса, каждый из которых соответствует основным трендам Industry 4.0: модульность, миниатюризация, получение данных в цифровом формате и отслеживание состояния процессов через устройства RFID. Каждый из боксов имеет собственные системы управления, действующие по алгоритму в зависимости от типа производимого продукта и имеющейся информации. Перемещения между боксами (ячейками) производится посредством транспортёра. Для идентификации изделия в ячейке используются технологии RFID и ИС MICA. Производственные боксы имеют модульную структуру и могут быть изменены в зависимости от требуемой конфигурации. С помощью HAI4YOU компания HARTING реализовала уже не один проект. Благодаря внедрению этих технологий удастся добиться снижения производственных издержек и простоя оборудования, повысить качество исполнения операций (повторяемость) и сократить расходы.

Так, например, специалисты HARTING подсчитали, что интеграция HAI4YOU Factory в процесс упаковки соединителей, предназначенных для эксплуатации в жёстких условиях, позволила сэкономить не менее €157 000 в год. При этом время обработки каждого заказа сократилось примерно на четыре минуты. В результате окупаемость конкретно этого проекта составила один год.

MODULAR INDUSTRY COMPUTING ARCHITECTURE

На Ганноверской выставке 2016 года всеобщему вниманию будет представлен концепт-кар «Etos» от швейцарской фирмы Rinspeed, в котором используется технология Modular Industry Computing Architecture (ИС MICA) для контроля выбросов. На этом примере HARTING демонстрирует универсальность своих технологий для применения не только в промышленности, но и в автомобилестроении и на транспорте.

ИС MICA (см. рис. 5) – это промышленный микрокомпьютер повышенной прочности, степень защиты IP67. Он позволяет временно хранить, анализировать (оценивать) и обрабатывать данные в непосредственной близости от устройств. Благодаря открытой модульной платформе, в MICA может применяться пользователь-

ское оборудование, программное обеспечение и интерфейс – всё с учётом индивидуальных пожеланий заказчика. Система позволяет использовать её в качестве компьютера, и, в то же время, обмениваться данными с центральными ИТ-системами и облачным сервисом. Она позволяет осуществлять быстрый анализ исходных данных и принятие решений на уровне своих задач. Промежуточное хранение и агрегирование данных снимает большую нагрузку с центральных вычислительных центров. MICA представляет собой модульную платформу из открытых аппаратных и программных компонентов. В отличие от одноплатных компьютеров (например, Raspberry Pi) печатная плата в MICA делится на три части. Любая из этих частей может быть изменена. Форм-фактор и степень защиты остаются неизменными после внесения корректив. Программное обеспечение работает на базе ОС Linux с конфигурацией, оптимизированной для встроенных приложений. Все приложения MICA запускаются в контейнерах LXC в изолированных программных средах. Все необходимые программные библиотеки и драйверы содержатся в соответствующих контейнерах. Это способствует независимости пакетов программ и решает проблемы несовместимости. Открытый и модульный подход позво-



Рис. 4. «Умное» производство HARTING Integrated Industry for You (HAI4You Factory)

ляет пользователю выбрать язык программирования и среду разработки.

Размеры блока MICA составляют всего $13 \times 8 \times 3,5$ см, он может быть закреплён на DIN-рейке в шкафу управления. Прочный, виброустойчивый и влагозащищённый корпус позволяет использовать эту систему на транспорте. Ещё одна особенность – многозадачность. MICA оснащён мощным 1 ГГц процессором ARM, 1 Гбайт оперативной памяти и 4 Гбайт флэш-памяти EMMC (дополнительно до 32 Гбайт на microSD-карте). Технология виртуальных вычислений позволяет нескольким программам работать параллельно в пределах создаваемых виртуальных контейнеров. Сенсорный оптимизированный интерфейс для конечных пользователей и администраторов реализован полностью на HTML5 и JavaScript. Он может быть настроен разработчиками без специальных инструментов.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Цель компании HARTING – быть первопроходцем в развитии технологий и надёжным поставщиком компонентов, приложений и систем.

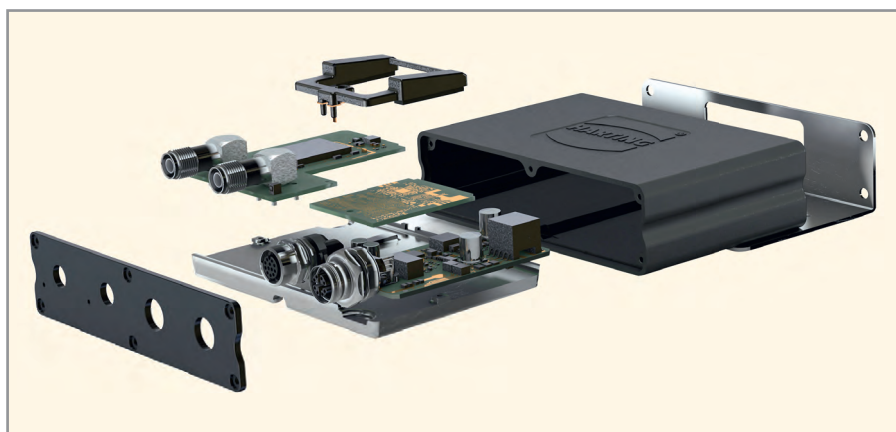


Рис. 5. Модульная архитектура компьютерных систем IIC MICA

«Industry 4.0 в последние два года развивается всё быстрее. Основываясь на развитии цифровых технологий, эта концепция изменит производственные процессы, бизнес-модели и коммерческую сферу во всём мире», – заключает Филипп Хартинг.

ЛИТЕРАТУРА

1. TecNews. 2015. Ноябрь. №29.
2. The M12 Power L-Coded Offers More Power in the Well-Known Format. Пресс-релиз компании Хартинг. 2016. Февраль.

3. HARTING Technology Group продвигает цифровые технологии. Пресс-релиз компании Хартинг. 2016. Январь.
4. HARTING представляет новое исполнение соединителя для печатных плат. Пресс-релиз компании Хартинг. 2016. Январь.
5. www.harting-mica.com/en/home.
6. www.bycars.ru/journal/rinspeed-predstavilo-umopomrachimelnyy-kontsept-etos_2365.
7. www.hi-news.ru/business-analytics/industriya-4-0-chto-takoe-chetvertaya-promyshlennaya-revolyuciya.html.



ЖАЖДА СКОРОСТИ

РАЗЪЁМ HAR-SPEED M12 В SLIM-КОРПУСЕ
ДЛЯ ПЕРЕДАЧИ ДАННЫХ

КОМПАКТНЫЙ КОРПУС РАЗЪЁМА
ДИАМЕТР КАБЕЛЯ 4,5–8,8 мм

Х-КОДИРОВКА В СООТВЕТСТВИИ С IEC 61076-2-109
СКОРОСТЬ ПЕРЕДАЧИ ДО 10 ГБИТ/С

ПОЛНОЕ ЭКРАНИРОВАНИЕ,
ЗАЩИТА ОТ ВИБРАЦИЙ, ПЫЛИ И ВЛАГИ

ИП65 ИП67

ОФИЦИАЛЬНЫЙ ДИСТРИБЬЮТОР ПРОДУКЦИИ HARTING

Активный компонент вашего бизнеса

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

Новости мира News of the World Новости мира

В 2016 году рынок гибких OLED-дисплеев обещает удвоиться

Всего месяц назад аналитическая компания IHS скептически оценивала рынок гибких и изогнутых дисплеев в 2016 году. В частности, рыночные наблюдатели полагали, что 2017 год станет наиболее вероятным периодом для появления на рынке смартфонов с по-настоящему гибкими и сгибаемыми экранами. Пока же мы видим единичные устройства с изогнутыми дисплеями, профиль которых нельзя изменить по своему желанию. Свежий прогноз IHS гласит, что 2016 год всё-таки станет точкой для взрывного роста глобального рынка гибких дисплеев на основе матриц OLED. Уточним, что сюда же относятся дисплеи и телевизоры с изогнутыми экранами, спрос на которые стал заметен ещё в прошлом году.

По оценкам IHS, в 2015 году было продано 55 млн устройств с изогнутыми дисплеями на общую сумму порядка \$2,4 млрд. Среди изогнутых дисплеев экраны на OLED занимают 99% рынка. Фактически «гнутые» дисплеи – это сплошной OLED. В 2016 году рынок гибких дисплеев обещает вырасти до \$5,26 млрд. Иначе говоря, он более чем удвоится за один год. Соответственно, число проданных устройств с гибкими экранами также удвоится и достигнет 122 млн устройств. Высокий спрос на гибкие OLED в обозримом будущем приведёт к росту объ-



ёмов продаж устройств до 353 млн единиц продукции в год или до \$15,7 млрд в виде годового оборота на данном рынке.

Лидерами рынка гибких OLED-дисплеев были и остаются южнокорейские компании Samsung и LG. Они обе высоко оценивают потенциал гибких OLED и готовы строить новые заводы по выпуску интересных дисплеев даже несмотря на общие негативные финансовые показатели как свои, так и наблюдаемые в мировой экономике. И Samsung, и LG утвердили на этот и ближайшие годы огромные инвестиции в производство OLED и гибких дисплеев. Каждая из компаний потратит до \$8 млрд на развитие этого направления. Без твёрдого расчёта на получение прибыли это было бы немыслимо.

www.english.yonhapnews.co.kr

XP Power приобретает корпорацию EMCO High Voltage

Компания XP Power объявила, что она приобрела бизнес и активы корпорации EMCO High Voltage (EMCO), являющейся разработчиком и изготовителем высоковольтных силовых модулей. Стоимость сделки составила

\$12 млн (£7,8 млн). EMCO находится в Северной Калифорнии, располагает производственными мощностями в Неваде и осуществляет поставки широкого спектра стандартных, модифицируемых и заказных высоковольтных изделий для применения в различных отраслях промышленности и в медицине.

На протяжении более четырёх десятилетий корпорация EMCO является ведущим разработчиком и производителем высоковольтных DC/DC-преобразователей, с акцентом на сверхминиатюрные, высоконадёжные устройства для монтажа на печатную плату. Работа EMCO над созданием инновационной и надёжной продукции отмечена многочисленными наградами, среди которых «Изделие года» от журнала Electronic Product (дважды) и от Калифорнийского университета в Дэвисе, «Бизнес года» Торгово-промышленной палаты в Карсон-Вэлли и «Ключевой партнёр» от университета Висконсина за проект ICECUBE.

www.xppower.com

Настольный RFID-считыватель для меховых изделий

Российский разработчик систем дистанционной радиочастотной идентификации «РСТ-Инвент» запускает серийное производство настольного RFID-считывателя для меховых изделий Bookos 2.0 FE (Furs Edition). Новое устройство представляет собой усовершенствованный считыватель Bookos 2.0. Модель разработана в России и сегодня уже применяется в проекте создания Единой системы маркировки товаров в ЕАЭС.

Специалисты «РСТ-Инвент» существенно переработали внутреннюю архитектуру, увеличив уровень интеграции устройства с программным обеспечением – это необходимо для его использования при маркировке шуб и других меховых изделий. Антенна нового RFID-считывателя оптимизирована так, чтобы исключить «паразитные» считывания меток. В усовершенствованное программное обеспечение добавлен более эффективный алгоритм обработки событий – он снижает влияние человеческого фактора на работу устройства. Как и предыдущая модель, Bookos 2.0 FE не требует подключения к сети питания и способен работать от USB.

Устройство соответствует всем требованиям постановления Правительства РФ о введении маркировки контрольными (идентификационными) знаками товаров категории «предметы одежды, принадлежности к одежде и прочие изделия из натурального меха».

www.rusnano.com

digital electronic gmbh

КНОПКИ И ПЕРЕКЛЮЧАТЕЛИ



- Tact Switches & Phone Jacks
- AC Rocker & Micro Switches
- Push & Slide Switches
- USB & HDMI Connectors
- Encoder

...большой выбор,

смотри на нашем сайте!

www.digitallehrer.de • digital@digitallehrer.de

+49 8221 708-0 • факс +49 8221 708-80



Единый центр закупки и сертификации электронных компонентов для предприятий ракетно-космической промышленности АО «ЭХО»



Приглашаем Вас посетить наш стенд В335 в павильоне 2,
зале 8 на выставке «Экспо Электроника», 15-17 марта.

E·X·P·O
ELECTRONICA

Единый Центр Закупки и Сертификации АО «ЭХО» осуществляет снабжение предприятий ракетно-космической промышленности надежными электрорадиоизделиями иностранного и отечественного производства, сырьем, материалами, оборудованием и другими материальными ценностями. Главная задача АО «ЭХО» – полное и своевременное обеспечение потребностей заказчиков качественной продукцией в рамках законодательства Российской Федерации. Компания открыта к сотрудничеству со всеми заинтересованными сторонами.

Современные ЖК-матрицы: технология IPS

Игорь Матешев (Москва)

В статье приведён обзор технологий изготовления IPS-матриц. Перечислены основные наследники IPS-матриц, их краткие характеристики и современные тенденции развития IPS-матриц на рынке жидкокристаллических дисплеев.

ВВЕДЕНИЕ

При выборе жидкокристаллического дисплея необходимо учитывать множество характеристик. Одна из них, возможно, самая главная, – технология изготовления матрицы. Различаются они геометрией субпикселей, управляющей пластины и электродов. Этими различиями обусловлены характеристики дисплеев, например, цветопередача, контрастность, время отклика, углы обзора и другие.

Многие производители матриц стремятся выделиться на рынке, поэтому они объявляют о создании (зачастую исключительно в маркетинговых целях) технологий, на самом деле незначительно отличающихся друг от друга. Именно этим и обусловлено огромное количество типов матриц на современном рынке жидкокристаллических дисплеев, разобраться в которых подчас очень непросто. В данной статье мы рассмотрим матрицы, которые произошли от базовой технологии IPS (In Plane Switching, планарная коммутация) и стали весьма популярны в решениях, требующих широких углов обзора и качественной цветопередачи.

Технология IPS (также известная как Super TFT) была разработана Hitachi в 1996 году с целью снять два основных ограничения TN-матриц, а именно – небольшие углы обзора и низкое качество цветопередачи. Название In-Plane Switching обусловлено расположением кристаллов в ячейках IPS-матрицы – они всегда лежат в одной и той же плоскости и всегда параллельны плоскости панели (если не брать во внимание незначительные помехи от электродов) [1]. Когда в ячейке прикладывается напряжение, все кристаллы внутри неё поворачиваются на 90° (см. рис. 1). Этим обусловлен тот факт, что при выходе из строя тонкоплёночного транзистора соответствующий пиксель всегда будет оставаться чёрным (а не белым, в отличие от TN-матрицы), поскольку IPS-панель пропускает свет от подсветки, будучи в активном состоянии, и блокирует его, когда не приложено напряжение. Матрицы IPS отличаются от плёночных панелей TN не только структурой кристаллов, но и размещением электродов – оба электрода находятся на одной пластине и занимают больше места, чем электроды TN-матрицы. Это приводит к более низкой контрастности и яркости матрицы [1].

Изначально технология IPS была разработана для создания цветных профессиональных дисплеев, поскольку обеспечивает широкие углы обзора, хорошую цветопередачу и стабильное качество изображения. Тем не менее, первоначально время отклика было очень медленным, что делало IPS-панели непригодными для динамического контента. Однако это не остановило производителей, а привело к созданию множества наследников IPS-технологии, рассмотренных далее.

SUPER-IPS (S-IPS)

Оригинальная технология IPS стала основой для нескольких улучшенных технологий: Super-IPS (S-IPS), Dual

Domain IPS (DD-IPS), а также Advanced Coplanar Electrode (ACE). Последние две технологии принадлежат IBM (DD-IPS) и Samsung (ACE). Производство ACE-панелей остановлено. DD-IPS-панели разрабатывались компанией IDTech, которая превратилась в Chi Mei Optoelectronics и вошла в холдинг Sony. NEC также производит IPS-матрицы под такими марками, как A-SFT, A-AFT, SA-SFT и SA-AFT, но, на самом деле, это не более чем вариации и незначительные улучшения технологии S-IPS.

Производство панелей Super-IPS началось в 1998 году. К сегодняшнему дню технология прошла уже через несколько стадий обновления. Изначально S-IPS создавалась с целью использовать сильные стороны IPS-матрицы в сочетании с передовой технологией мультидоменной ориентации жидкокристаллических ячеек. Технология S-IPS широко используется в современных дисплеях и поныне, но технически есть небольшие различия между S-IPS, e-IPS, H-IPS или p-IPS. Эти технологии мы рассмотрим подробнее в следующих разделах.

Первоначально производство панелей S-IPS в 1998 году получило широкое признание из-за их относительной дешевизны и при этом высокого качества. Серьёзным недостатком IPS-технологии было значительное время отклика (первые дисплеи только по официальным данным совершали переход «чёрный–белый» за 60 мс, а переход «серый–серый» и того медленнее). К счастью, разработчики довели полное время отклика до 25 мс, а затем и до 16 мс, и это время поровну делится между активацией и выключением пикселей.

Технология IPS всегда была лучшей по цветопередаче. Даже в современных дисплеях матрица IPS по этому показателю может превзойти аналоги TN и VA. Важная составляющая цветопередачи – это углы обзора, а в IPS-матрицах они намного лучше, поскольку в них отсутствует нецентральный контрастный сдвиг – главная проблема VA-дисплеев (см. рис. 2). IPS считается предпочтительным выбором для задач, где качество цветопередачи критично, а также в профессиональных цветных дисплеях, поскольку сочетает безупречную

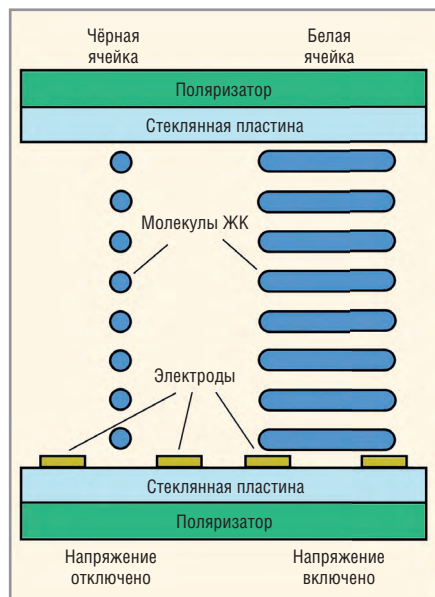


Рис. 1. Принцип работы IPS-матрицы

цветопередачу с очень широкими углами обзора ($178^\circ/178^\circ$).

Одной из главных проблем технологии S-IPS традиционно был низкий коэффициент контрастности. Проблемой была и глубина чёрного. В итоге контрастность ранних моделей S-IPS не превышала 500:1–600:1. Однако они были значительно улучшены, и значения контрастности в современных поколениях IPS-матриц гораздо выше (у некоторых матриц AU Optronics они составляют около 1500:1). S-IPS панели иногда критикуют за их антибликовое покрытие (Anti-Glare, AG), которое может оказаться несколько зернистым и грязным на вид, особенно при просмотре белого/светлого фона в офисных приложениях. Однако эта незначительная проблема была недавно решена.

И ещё одна важная особенность IPS-матриц – при нажатии на дисплей изображение не «залипает» и не идёт рябью, как в VA-матрицах.

ENHANCED и ADVANCED S-IPS (E-IPS и AS-IPS)

Хотя многие производители не выделяют эти технологии в отдельное

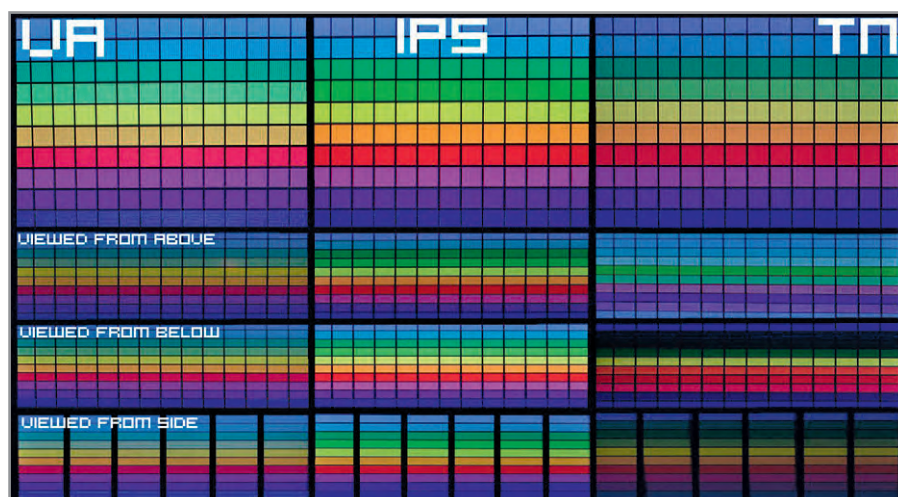


Рис. 2. Сравнение углов обзора матриц VA, IPS и TN по центру, сверху, снизу и сбоку

семейство и по-прежнему обобщают их под маркировкой S-IPS, некоторые (например, LG) всё-таки используют эти термины. В 2002 году технология Advanced Super IPS (AS-IPS) увеличила количество проходящего от ламп света примерно на 30% по сравнению со стандартной технологией Super IPS. Благодаря этому удалось повысить контрастность, но она всё равно не выдерживала конкуренции с VA-матрицами.

В 2005 году с внедрением в производство технологий динамической контрастности и ODC (Overdrive Circuitry, технология разгона) появились матрицы, произведённые по схеме Enhanced IPS (E-IPS, не путать с e-IPS). Время отклика пикселя было снижено (для переходов «серый – серый») до величины в 5 мс (согласно документации).

Enhanced S-IPS базируется на технологии S-IPS, обеспечивая тот же угол

AUO

LCD-панели AU Optronics

Высокое качество по лучшим ценам

Области применения:

- Промышленное оборудование
- Банкоматы и терминалы оплаты
- Торговые терминалы (POS)
- Мультимедиа-системы
- Промышленные компьютеры (IPC)
- Системы безопасности
- Игровые автоматы
- Медицинское оборудование
- Системы автоматизации производственных процессов
- Информационные панели (PID)





POWERED BY PROSOFT

Активный компонент вашего бизнеса

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



Реклама

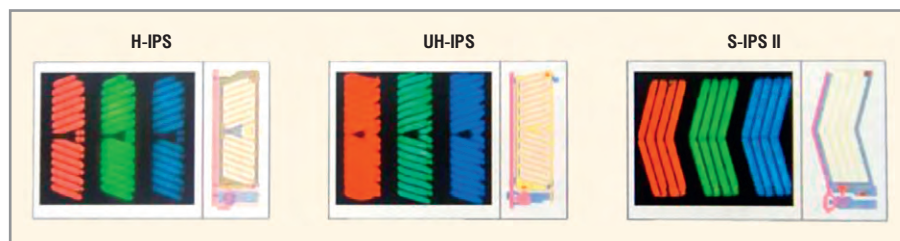


Рис. 3. Сравнение субпиксельной структуры матриц H-IPS, UH-IPS и S-IPS

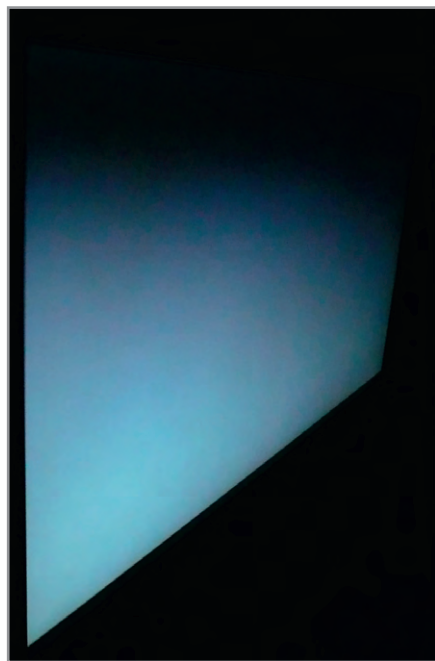


Рис. 4. IPS-свечение при взгляде под углом

обзора в 178° сверху, снизу и по бокам, но значительно улучшает качество просмотра в промежуточных положениях, обеспечивая чёткие изображения с минимальным сдвигом цвета, даже если смотреть под углом 45°.

Термин E-IPS используется редко, поскольку технология недалеко ушла от родительской S-IPS. Иногда можно увидеть название Advanced S-IPS (AS-IPS), но в основном это связано с тем, что некоторые производители, в частности NEC, предпочитали маркировать так свои дисплеи, сделанные на основе E-IPS матрицы, в маркетинговых целях. Кроме того, дополнительную путаницу создаёт тот факт, что название AS-IPS использовалось и создательницей IPS – Hitachi. Например, в некоторых предыдущих поколениях IPS, выпущенных компанией до 2003 года.

Horizontal-IPS (H-IPS)

В 2006-2007 годах компания LG Display изменила расположение пикселей в IPS-матрице, что положило начало панелям с «горизонтальным-IPS» (H-IPS). Производитель уменьшил ширину электрода, чтобы умень-

шить рассеяние светового потока, и это, в свою очередь, привело к созданию новой структуры пикселей. Данная структура характеризуется вертикальным расположением субпикселей, в отличие от старых панелей с S-IPS, где субпиксели имеют форму стрелки (см. рис. 3).

При взгляде на матрицу невооружённым глазом довольно трудно заметить разницу, но при внимательном изучении обнаруживается менее «блестящий» внешний вид и слегка улучшенный коэффициент контрастности. Некоторые пользователи также видят разницу в отображении текста и относят её к этой новой структуре пикселя, но и в обычной матрице S-IPS текст остаётся чётким и резким. При взгляде на тёмное изображение под большим углом сбоку на матрицах H-IPS также проявляется белое свечение, в отличие от фиолетового отлива, наблюдаемого в тех же условиях у матриц S-IPS (см. рис. 4). Поскольку это явление замечают чаще, то даже появился термин «IPS-свечение». Некоторые IPS-панели в дорогих дисплеях комплектуются поляризатором A-TW (Advanced True Wide), который помогает улучшить чёрный цвет на широких углах обзора и уменьшает бледное свечение. Тем не менее, это заслуга именно поляризатора A-TW, не включённого в каждый дисплей с матрицей H-IPS.

E-IPS

В 2009 году начало развиваться новое поколение матриц под названием e-IPS. По сути своей это подкатегория H-IPS. Субпиксельная структура была упрощена по сравнению с H-IPS, что увеличило прозрачность матрицы, поскольку матрица фактически получила более широкую диафрагму для пропускания света. Производственные затраты на создание матрицы уменьшились, так же как и энергопотребление элементов подсветки (поскольку для достижения той же яркости картинка стало достаточно меньшей яркости подсветки).

Недостатком e-IPS (по сравнению с S-IPS) является тот факт, что углы обзора несколько уменьшились. При взгляде на e-IPS матрицу со стороны заметно, что изображение теряет свою контрастность, так как чёрный цвет превращается в серый. С другой стороны, такого тонального сдвига (как в случае с матрицами TN и CPVA) нет, а углы обзора, особенно вертикальные, по-прежнему значительно больше, чем у TN-матриц. Многие панели e-IPS фактически 6-битные со встроенными AFRC-модулями, что объясняет низкие затраты на производство, хотя на практике алгоритм контроля частоты кадров реализован очень хорошо – никаких явных побочных эффектов не видно.

Интересный факт: аббревиатура e-IPS не расшифровывается ни в одном официальном документе, однако можно предположить, что она означает «economic», поскольку основное преимущество этих матриц, по сравнению с аналогами, – сниженная себестоимость при сохранении большинства параметров.

UH-IPS и H2-IPS

Названия UH-IPS и H2-IPS некоторые производители активно продвигали в 2009-2010 годах. Было заявлено, что эти «новые» матрицы обеспечивают повышенную энергоэффективность. На самом деле, это слегка обновлённые версии панелей H-IPS, по сути своей похожие на e-IPS. Есть вероятность, что UH-IPS – это та же технология e-IPS, но выпущенная под другим названием, чтобы не вызвать нежелательных вопросов со стороны правообладателя патента на e-IPS.

В некоторых спецификациях дают различия матриц UH-IPS и H-IPS. По данным LG, линии, разделяющие субпиксели в панелях с UH-IPS, – меньше, что приводит к увеличению светосилы на 18% (см. рис. 3). Однако это увеличение светосилы используется не для увеличения яркости картинки, а для снижения затрат на систему подсветки (так же как и в случае с e-IPS).

S-IPS II

S-IPS II – обозначение, появившееся на рынке в 2010 году. Матрица S-IPS II имеет ещё более высокую светосилу, чем UH-IPS (на 11,6%), улучшенную яркость и контрастность и помогает экономить энергию. Кроме того, пиксельная структура матриц S-IPS II вернулась к традиционной для IPS стрелоч-

видной форме, а не вертикальной, как в случае с H-IPS.

PERFORMANCE IPS (P-IPS)

Новое название Performance IPS было объявлено компанией NEC в начале 2010 года, одновременно с презентацией новой серией дисплеев. Это название – всего лишь маркетинговый ход корпорации, призванный отличить их новые матрицы от матриц конкурентов. На самом деле, эти матрицы всего лишь подкатегория обычных матриц H-IPS, отличающиеся «10-битностью». Если внимательно посмотреть на спецификацию этих дисплеев, становится ясно, что в этих матрицах на каждый субпиксель приходится по 8 бит и «виртуальные» биты от FRC-модуля. Таким образом, можно получить цветовую гамму в 1,07 млрд цветов, но это вовсе не «честные» 10 бит на субпиксель, поскольку они получены с использованием FRC-технологии.

«Честных» 10-битных панелей на рынке вообще не очень много, в основном из-за их высокой стоимости.

Важно также помнить, что далеко не все применения требуют такого боль-

шого количества цветов, а самое главное – такое количество цветов поддерживают далеко не все интерфейсы. На данный момент DisplayPort и Dual-Link DVI являются единственными вариантами, которые могут работать с таким количеством цветов. Поэтому полный 10-битный поток по-прежнему крайне редок на рынке.

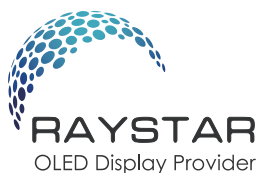
ADVANCED HIGH-PERFORMANCE IPS (AH-IPS)

Термин Advanced High-Performance был введён LG в 2011 году и используется, в основном, когда речь идёт о небольших дисплеях, используемых в планшетах и мобильных устройствах. Термин «Retina» (введён Apple), также используемый для описания этих матриц, распространён среди потребителей ещё больше. Это название намекает на главное достоинство данных дисплеев – повышенную разрешающую способность и большое количество пикселей на дюйм (PPI – Pixels per Inch) [2]. Именно на этих преимуществах акцентировалось внимание при первом появлении дисплеев AH-IPS. Помимо этого в них увеличен размер диафрагмы,

что способствует большему светопропусканию и низкому энергопотреблению (в результате они оказались удачным выбором для планшетов). Чуть позже, в 2012 году, были внедрены новые изменения в IPS-матрицы, среди которых подсветка GB-R, а также новое антибликовое покрытие. Последнее появилось потому, что во многих предыдущих моделях (S-IPS/H-IPS) использующееся антибликовое покрытие давало ощутимое «зерно». В новой технологии этого недостатка нет.

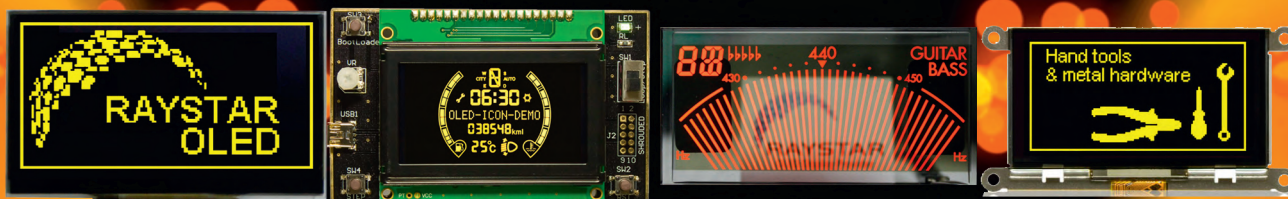
В целом характеристики новых матриц очень похожи на характеристики старших технологий H-IPS и e-IPS. Время отклика у современных матриц вышло на очень хороший уровень и показатель в 5 мс («серый-серый») встречается повсеместно. Однако они всё ещё не такие быстрые, как современные TN-матрицы. Единственный производитель, добившийся значительного улучшения времени отклика, – компания AU Optonics (AUO) с их новой технологией AHVA (Advanced Hyper-Viewing Angle).

Сейчас контрастность AH-IPS матриц составляет в среднем 700:1–800:1,



Лучшая замена ЖК-панелям

OLED-дисплей Raystar



Специсполнение по ТЗ заказчика

Прозрачные модели

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

Характеристики

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

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

ОФИЦИАЛЬНЫЙ ДИСТРИБЬЮТОР ПРОДУКЦИИ RAYSTAR

PROSOFT® 25 лет

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



Реклама

а лучшие образцы показывают значения в 1000:1–1100:1. В этом отношении VA-матрицы по-прежнему превосходят матрицы IPS. Но, как и раньше, козырями AH-IPS остаются более широкие, чем у матриц VA и TN, углы обзора, а также меньший сдвиг цветности и контрастности на поверхности матрицы. Кроме того, в отличие от VA-матриц, при смещении от центра контрастность дисплея не уменьшается. Однако, если наблюдать изображение под углом, тёмные участки могут отображаться более бледно или с небольшой белёсой засветкой, как и у предшественника – матрицы H-IPS. Это «IPS-свечение» (см. рис. 4) может создать определённые проблемы на экранах с большой диагональю, особенно если работать приходится в тёмном помещении или с большим количеством тёмных изображений. Его часто путают с прорывом света от ламп подсветки, но, в отличие от него, при изменении угла обзора или удалении от дисплея IPS-свечение меняется. К 2015 году технология AH-IPS набрала популярность и, скорее всего, останется популярной в ближайшем будущем.

PLANE TO LINE SWITCHING (PLS) / SUPER-PLS (S-PLS)

PLS-матрица была разработана компанией Samsung в конце 2010 года. Она призвана конкурировать с традиционными IPS-технологиями. На самом деле – это всё тот же IPS, просто выпускаемый под другим названием. Samsung утверждает, что они добились снижения издержек производства, по сравнению с IPS, примерно на 15%. В самом начале компания называла данную технологию S-PLS (Super-PLS), но название очень быстро сократилось до PLS. На массовом рынке первые PLS-матрицы стали появляться в 2011 году.

Время отклика у PLS-матриц сопоставимо с этим показателем у матриц IPS (около 5 мс, согласно документации). На данный момент матрицы от Samsung не поддерживают частоту обновления выше 60 Гц. Контрастность, как правило, на практике составляет около 700:1–900:1, хотя может доходить и до 1000:1. Углы обзора также сопоставимы с углами обзора IPS-матриц, как и широкая область обзора. Изменение контрастности, наблюдаемое в VA-матрицах при удалении взгляда от центра, в PLS-матрицах отсутствует. IPS-свечение в этой матрице никуда не делось, раз-

ве что его название сменилось на «PLS-свечение». Антибликовое покрытие также практически не отличается от покрытия на современных матрицах AH-IPS.

В целом, появление PLS-технологии говорит о том, что Samsung, ранее сконцентрировавшийся на производстве PVA-матриц, стал диверсифицировать свою продукцию и сейчас сконцентрировался на производстве PLS-матриц, чтобы ликвидировать своё отставание в этой области. Максимальная диагональ PLS-матрицы, выпускаемой в данный момент, составляет 31,5" с UHD-разрешением (3840 × 2160). Несмотря на своё продвижение изогнутых экранов, Samsung пока не выпускает PLS-матриц в таком форм-факторе.

ADVANCED PLS (AD-PLS)

В 2012 году некоторые PLS-матрицы начали поступать в продажу с маркировкой AD-PLS. Однако о каких-то изменениях в технологии производства не сообщается. Это даёт основание предполагать, что новое обозначение – это исключительно маркетинговый ход Samsung. Эксплуатационные характеристики остаются теми же, что и у обычных PLS-матриц.

ADVANCED HYPER-VIEWING ANGLE (AHVA)

Ещё один крупный игрок на рынке дисплеев – компания AU Optronics – также инвестировала в разработку собственных матриц IPS-типа [3]. Новая разработка получила название AHVA. Важный момент: эту технологию не стоит путать с AMVA-технологией (от той же компании), которая является дальнейшим развитием VA-матриц [4]. Среди матриц, изготовленных по данной технологии, – широкоформатные дисплеи G156HAN01.0 и G230HAN01.0, применяемые как в промышленных, так и в потребительских мониторах.

Производитель заявляет время отклика в 4 мс при переходе «серый–серый», что является рекордом для IPS и производных от них матриц. Контрастность достигает заявленных значений в 1400:1, а углы обзора, традиционно для подобных матриц, доходят до 178°/178°. Как и у аналогичных дисплеев других производителей, AHVA-матрицы выгодно отличаются от VA отсутствием изменения контрастности, наблюдаемого в VA-матрицах при удалении взгля-

да от центра. Антибликовое покрытие на данных матрицах очень лёгкое, с небольшим глянцем.

В конце 2015 года AU Optronics первой объявила о выпуске панелей с матрицей AHVA-типа с поддержкой высокочастотного обновления экрана (144 Гц). Эта технология была оценена даже производителями мониторов для геймеров: ранее IPS-матрицы ими традиционно игнорировались из-за большого времени отклика и невысокой частоты обновления.

Уже сейчас AU Optronics выпускает AHVA-дисплеи с размерами диагонали от 13 до 32 дюймов. В планах также стоит производство матриц с меньшими диагоналями (от 5 дюймов). Разрешения, предлагаемые AUO, достигают 3840 × 2160 пикселей (UHD), однако пока на рынке нет поддержки форматов 4K или 5K. В настоящее время также планируется к выпуску модель с изогнутым 27" дисплеем с AHVA-матрицей – первая модель с изогнутой матрицей IPS-типа. Следующим шагом в производстве AHVA-матриц должны стать широкоэкранные матрицы формата 21:9.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

На современном рынке IPS-матрицы прочно заняли сегмент дисплеев для решений, связанных с высокими требованиями к цветопередаче и нуждающихся в широких углах обзора. Многие производители, разрабатывая новые подвиды этой технологии, стремятся показать, что их технологии более инновационные, но, к сожалению, в большинстве случаев это не более чем маркетинговый трюк. Однако есть и отдельные прорывы, которые расширяют области применения IPS-матриц, сохраняя при этом их традиционные плюсы.

ЛИТЕРАТУРА

1. Матешев И., Туркин А. Обзор современных технологий производства ЖК-матриц. Современная электроника. 2014. №8.
2. Самарин А. Лауреаты премии «Дисплей года 2011». Компоненты и Технологии. 2011. №8.
3. Наймушин А., Самарин А. Производитель TFT LCD матриц AU Optronics (AUO). Будущее и настоящее. Компоненты и Технологии. 2014. №8.
4. Туркин А., Матешев И. Sharp и AU Optronics диктуют правила игры на мировом рынке ЖК-дисплеев. Электроника НТБ. 2015. Т. 148. №8.





SPANPIXEL™ — новаторские, сверхширокие, с высокой яркостью, нестандартные ЖК-дисплеи со светодиодной подсветкой

- ✓ Поддержка ландшафтного и портретного режимов
- ✓ Наилучший выбор для специфических промышленных применений
- ✓ Наиболее привлекательный для глаз ЖК-дисплей

Основные свойства

- Сверхширокий экран
- Безвентиляторная конструкция
- Светодиодная подсветка обеспечивает считывание изображения при солнечной засветке
- Яркость 1000 кд/м²
- Устойчивость к воздействию ударов и вибрации
- Высокая контрастность
- Широкий угол обзора
- Длительный срок службы, низкая потребляемая мощность

Применения



ОФИЦИАЛЬНЫЙ ДИСТРИБЬЮТОР ПРОДУКЦИИ LITEMAX ELECTRONICS

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

Тел.: (495) 234-0636 • Факс: (495) 234-0640 • info@prosoft.ru • www.prosoft.ru
 Тел.: (812) 448-0444 • Факс: (812) 448-0339 • info@spb.prosoft.ru • www.prosoft.ru
 Тел.: (727) 329-5121; 320-1959 • sales@kz.prosoft.ru • www.prosoft-kz.com
 Тел.: (8442) 260-048 • volgograd@prosoft.ru • www.prosoft.ru
 Тел.: (343) 376-2820; 356-5111 • Факс: (343) 310-0106 • info@prosoftsystems.ru • www.prosoftsystems.ru
 Тел.: (843) 203-6020 • info@kzn.prosoft.ru • www.prosoft.ru
 Тел.: +38 (044) 206-2343; 206-2478 • info@prosoft-ua.com • www.prosoft-ua.com
 Тел.: (861) 224-9513 • Факс: (861) 224-9513 • krasnodar@prosoft.ru • www.prosoft.ru
 n.novgorod@prosoft.ru • www.prosoft.ru
 Тел.: (383) 202-0960; 335-7001/7002 • Факс: (383) 230-2729 • info@nsk.prosoft.ru • www.prosoft.ru
 Тел.: (3812) 286-521 • Факс: (3812) 315-294 • omsk@prosoft.ru • www.prosoft.ru
 Тел.: (846) 277-9166 • Факс: (846) 277-9165 • info@samara.prosoft.ru • www.prosoft.ru
 Тел.: (347) 292-5216/5217 • Факс: (347) 292-5218 • info@ufa.prosoft.ru • www.prosoft.ru
 Тел.: (351) 239-9360 • chelyabinsk@prosoft.ru • www.prosoft.ru

Наноалмазы в композиционных гальванических покрытиях

Леонид Сафонов (г. Карачев, Брянская обл.)

Применение детонационных наноалмазов в качестве добавки при нанесении гальванических металлических покрытий открывает новые горизонты в деле получения поверхностей с уникальными свойствами для промышленных применений.

Ресурс большинства пар трения и контактных пар электрических соединителей определяется способностью их поверхностей сохранять свои эксплуатационные свойства. Один из самых известных способов улучшения физико-механических свойств поверхности – гальваническая (электрохимическая) модификация осаждением инородной металлической плёнки с необходимыми для эксплуатации параметрами. Наиболее важными из них для технологической оснастки и контактных пар являются износостойкость, коррозионная стойкость, равномерность покрытия по толщине, а также обеспечение необходимых электрических свойств – низкого стабильного переходного сопротивления при малом контактном давлении.

Одним из основных способов улучшения гальванических покрытий, а фактически – создания нового вида покрытий, является гальванизация с добавлением частиц другой фазы. Известно, что введение твёрдых дисперсных частиц (оксидов, нитридов, боридов, карбидов, классических алмазов) в электрохимические покрытия повышает их микротвёрдость и износостойкость.

Возможность соосаждения наноалмазов с различными металлами была обнаружена ещё в начале 80-х годов XX века: за счёт внедрения этих частиц

в кристаллическую решётку металлов получают композиционные электрохимические покрытия с уникальными свойствами.

В 90-х годах XX века в России был освоен новый способ получения искусственных алмазов методом детонационного (взрывного) синтеза ультрадисперсных (кластерных) алмазов. Под наноалмазами детонационного синтеза понимают как собственно продукт детонации углеродосодержащих взрывчатых веществ – алмазосодержащую шихту, так и получаемые из неё после химической обработки очищенные алмазы.

Наноалмазы (или ультрадисперсные алмазы, УДА) получили своё название по размеру частиц, составляющих в среднем 4–6 нм – их можно различить только в мощном электронном микроскопе (см. рисунок). Наноалмазы имеют аномально высокие адсорбционные характеристики (от 1 до 10 мкг-экв/м²) и очень большую удельную поверхность (450–600 м²/г). Получаемые в крайне нестационарном режиме во фронте детонационной волны и за очень короткое время (менее 1 мкс), нанокристаллы алмазов обладают большим количеством поверхностных дефектов. Из-за этого приповерхностные атомы углерода в наночастицах не успевают стабилизировать свою электронную оболочку стандартным образом – замыканием своих неспаренных электронов на соответствующие связи с внутренними атомами углерода кристаллической решётки, что придаёт им ряд уникальных свойств.

Наноалмазы отличаются уникальным сочетанием свойств, присущих, собственно, алмазу: высокая твёрдость и износостойкость с чрезвычайно высокой поверхностной активностью и структурообразующими качествами, характерными для ультрадисперсной среды. Отличитель-

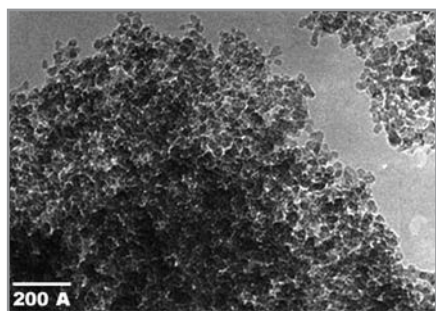
ной чертой наноалмазов детонационного синтеза является их способность содержать на поверхности различные функциональные группы, состав которых можно регулировать путём соответствующей химической обработки, обеспечивая при этом получение необходимых свойств.

Несмотря на широкий круг научных исследований в области наноалмазов, точная структура их кристаллов и свойства поверхности до конца не изучены. Материалы разных производителей наноалмазов различаются в зависимости от применяемых ими систем синтеза и методов химической очистки, что обуславливает актуальность изучения свойств наноалмазов для расширения областей их эффективного практического использования.

С 2004 года началось активное внедрение технологии получения наноуглеродных гальванических покрытий в промышленности. В настоящее время нанесению таких покрытий уделяется повышенное внимание, так как они обладают улучшенными физико-химическими и механическими свойствами по сравнению с традиционными покрытиями: износостойкостью, микротвёрдостью, плотностью, коррозионной стойкостью, более низким коэффициентом трения. При этом они сохраняют электрические параметры основного металла покрытия.

Наноалмазы относятся к классу углеродных наноматериалов, которые сейчас особенно популярны во всём мире. И одним из примеров реализации углеродных нанотехнологий на практике является разработка детонационного синтеза наноразмерных алмазов и их применение для получения покрытий различного функционального назначения с улучшенными эксплуатационными свойствами.

Так, наноалмазы являются перспективными компонентами для гальванических покрытий нового поколения. В настоящее время разработаны технологии промышленного производства хромовых, никелевых, серебряных и золотых гальванических покрытий с наноалмазами, созданы технологии получения модифицированных

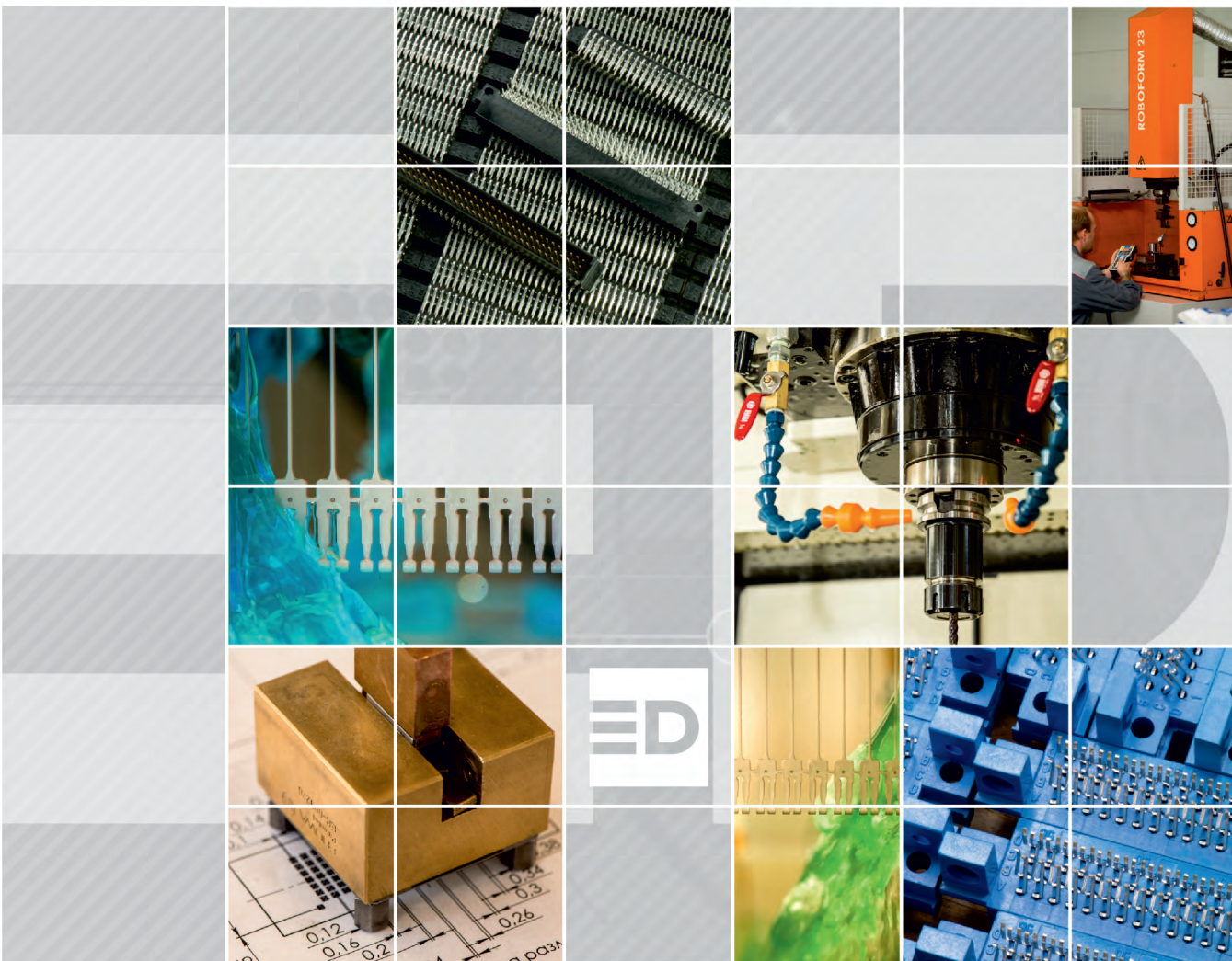


Микрофотография наноалмазов с размером частиц 4–10 нм



АО «Карачевский завод «Электродеталь» -

производит полные и функциональные аналоги импортных соединителей, в том числе украинских производителей, с качеством приемки "ОТК" и "ВП": низкочастотные, радиочастотные, комбинированные, СВЧ, межплатные компрессионные с витым контактом, модульные высокоскоростные.



ВОЗМОЖНОСТЬ ОКАЗАНИЯ ПОЛНОГО КОМПЛЕКСА УСЛУГ ОТ РАЗРАБОТКИ ДО ИЗГОТОВЛЕНИЯ ВЫСОКОТЕХНОЛОГИЧНЫХ ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКИХ ИЗДЕЛИЙ С ПРИМЕНЕНИЕМ:

- ≡ ЛИТЬЯ ИНЖЕНЕРНЫХ И СУПЕРПЛАСТИКОВ
- ≡ ПРЕЦИЗИОННОЙ ХОЛОДНОЙ ЛИСТОВОЙ ШТАМПОВКИ СЛОЖНЫХ ИЗДЕЛИЙ
- ≡ ПОКРЫТИЯ ВСЕХ ОСНОВНЫХ ВИДОВ ЗАЩИТНЫХ И ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ ПОКРЫТИЙ

242500, Россия, 
Брянская область,
г. Карачев, ул. Горького, 1

 8 (48335) **2-61-75**

e-mail inbox@elektrodetal.com

www.elektrodetal.com

полимерных композитов и нанесения полимерных покрытий, выпускаются присадки к маслам и модифицированные пластичные смазки. Область применения УДА постоянно расширяется.

Существующие технологии нанесения покрытий на поверхности деталей характеризуются большим разнообразием применяемых материалов, отличающихся как по своим структурным и химическим свойствам, так и по способам нанесения. Варьируя химический состав и структуру покрытия, можно получить поверхности с необходимыми физико-механическими свойствами: заданной коррозионной стойкостью, электропроводностью, коэффициентом трения, микротвёрдостью, интенсивностью изнашивания и тому подобными.

Появление новой разновидности алмазного материала – УДА детонационного синтеза – позволяет значительно расширить диапазон применяемых частиц дисперсной фазы (оксидов, карбидов, сульфидов и так далее) для формирования композиционных электрохимических покрытий. Использование УДА в качестве дисперсной фазы, вводимой в различные электролиты, расширяет область разработки и совершенствования технологии нанесения нанопорошковых покрытий путём осаждения широкого спектра металлов: хрома, никеля, меди, серебра, золота и других.

Наиболее востребованным в промышленности в последние десятилетия является хромовое металл-алмазное покрытие (ХМАП). По сравнению с классическим твёрдым хромированием, ХМАП имеет более высокие технические характеристики: износостойкость увеличивается в 1,8–2,4 раза, коэффициент трения снижается на 40–55%. А благодаря менее пористой структуре и высокой адгезии к основному металлу, нанопорошковое хромирование имеет более высокую коррозионную стойкость.

Получение композиционных покрытий методом гальванического соосаждения мелкодисперсных частиц с металлом (хромом и другими) известно давно. Однако, поскольку электролиты хромирования являются мощными окислителями, выбор материала для соосаждения с хромом достаточно узок. УДА является наиболее перспективным материалом, благодаря таким свойствам алмаза, как сверхтвёрдость, низкий коэффициент трения, высокая теплопроводность и химическая инертность. Эти свойства алмаза очень важны, но всё ещё недостаточны для выбора его в качестве модификатора покрытий.

Две основные характеристики нанопорошков детонационного синтеза – малый размер частиц (то есть их большая удельная поверхность) и очень высокая поверхностная активность функциональных групп – определяют способность нанопорошка модифицировать различные материалы, в которых они распределены, изменяя физико-химические и механические свойства этих материалов. Получение алмазно-кластерного покрытия основано на способности УДА соосаждаться с металлами при их электрохимическом и химическом восстановлении из растворов солей. Это приводит к образованию двухфазного композиционного электрохимического покрытия, состоящего из металлической матрицы и внедрённых в неё дисперсных частиц нанопорошка, которое характеризуется повышенной твёрдостью и обладает высокоизносными и триботехническими характеристиками. Именно это и положено в основу технологии получения композиционных нанопорошковых хромовых покрытий.

Кластерные материалы (нанопорошки) существенно меняют процесс осаждения металлов, что, в свою очередь, меняет структуру износостойкого покрытия на мелкозернистую с высокой адгезией. Вследствие это-

го качественно улучшается укрывистость и достигается полное копирование микрорельефа покрываемой поверхности, что значительно увеличивает предельные напряжения сдвигового и нормального отрыва гальванического покрытия от основы.

На сегодняшний день актуальной задачей во всём мире является создание инновационных упрочняющих покрытий, которые смогли бы объединить в себе такие качества, как высокая стойкость к износу и коррозионная стойкость (особенно в условиях абразивного износа и в узлах трения), а также низкий коэффициент трения, высокую технологичность и низкую стоимость. Одним из вариантов решения этой задачи можно предложить использование композиционных гальванических покрытий с применением нанопорошков детонационного синтеза. Сегодня никакой другой материал лучше, чем нанопорошки, не позволяет увеличить микротвёрдость поверхностного слоя металла, его износостойкость, коррозионную стойкость, равномерность покрытия сложнопрофильной поверхности и одновременно улучшить её антифрикционные свойства в различных условиях трения.

ЛИТЕРАТУРА

1. ГОСТ 9.301-86. Покрытия металлические и неметаллические органические. Общие требования.
2. *Вережгин А.Л.* Свойства детонационных нанопорошков. Издательство АлГТУ. Барнаул. 2005.
3. *Долматов В.Ю.* Ультрадисперсные алмазы детонационного синтеза. Получение, свойства, применение. СПб ГТУ. СПб. 2003. С. 344.
4. *Исаков В.П., Лямкин А.И., Никитин Д.Н.* Структура и свойства композиционных электрохимических покрытий хрома с нанопорошками. Физикохимия поверхности и защита материалов. 2010. Т. 46. № 5. С. 506–509.



Новости мира News of the World Новости мира

Microchip подписала контракт на покупку Atmel

Microchip Technology Inc., производитель микроконтроллеров, аналоговых устройств и памяти (Чандлер, штат Аризона.), согласовала покупку Atmel Corp. (Сан-Хосе, штат Калифорния.). Сумма покупки оценивается в \$3,56 млрд. Компания Dialog Semiconductor,

с которой Atmel ранее договаривалась о покупке, получила \$137,3 млн отступных.

Atmel разорвала предыдущее соглашение с компанией Dialog Semiconductor PLC (Лондон, Англия) и выплатила \$137,3 млн отступных. Сделка была согласована советами директоров обеих компаний. Ожидается, что сделка будет окончательно закры-

та во II квартале 2016 г., при одобрении акционерами компании Atmel, регулирующими органами и при соблюдении остальных стандартных условий закрытия.

Microchip собирается осуществить покупку за счёт комбинации из средств на собственном балансе и займов.

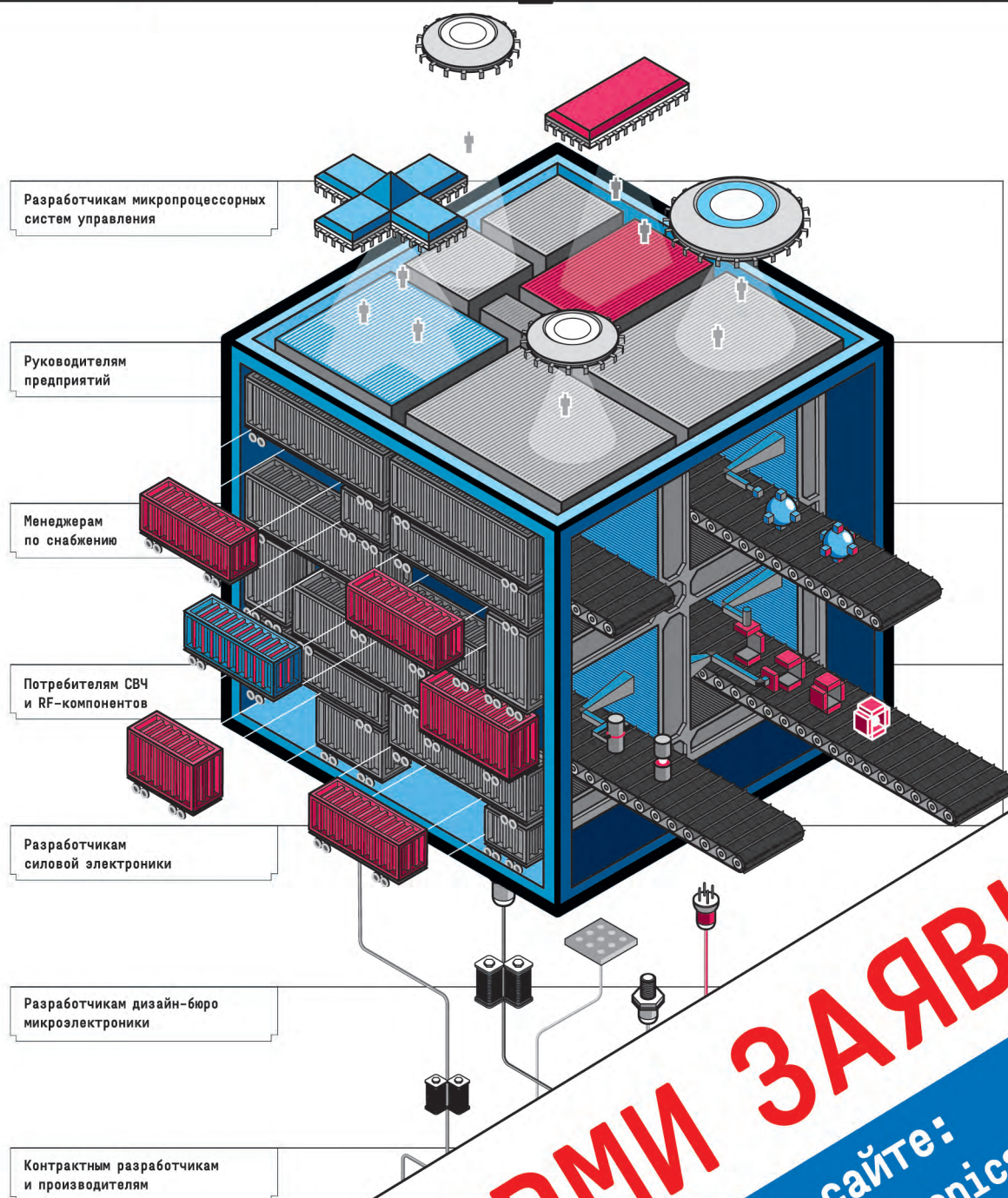
www.edn-europe.com

НОВАЯ ЭЛЕКТРОНИКА / РОССИЯ

13–15 АПРЕЛЯ 2016

МОСКВА
ЭКСПОЦЕНТР
НА КРАСНОЙ ПРЕСНЕ

главная российская выставка электронных компонентов и модулей



ОФОРМИ ЗАЯВКУ
на сайте:
www.new-electronics.info

Получение гранулята для производства керамических изделий на основе нитрида алюминия

Юрий Непочатов, Анастасия Денисова, Иван Красный, Владимир Хахалкин, Антон Бандин (г. Новосибирск)

Для решения отвода тепла от теплонагруженных кристаллов мощных полупроводниковых устройств требуются высокотеплопроводящие керамические материалы, такие как оксид бериллия и нитрид алюминия. В статье описываются состав и технология изготовления гранулята для производства подобных материалов из нитрида алюминия.

ВВЕДЕНИЕ

В конструкциях твердотельных и электронно-вакуумных СВЧ-приборов, силовой электроники, фотovoltaики, оптоэлектроники, а также в радиоэлектронных устройствах для отвода тепла от изолированных кристаллов и конструктивных элементов широко применяется теплопроводящая керамика, изготавливаемая из оксида бериллия (BeO). Единственный производитель изделий из бериллиевой керамики на постсоветском пространстве – это ТОО «КазМетизПром», который находится в г. Усть-Каменогорске (Республика Казахстан). Производственные мощности ТОО «КазМетизПром» не в состоянии обеспечить требования потребителей ни по объёмам, ни по уровню качества продукции, к тому же цены на изделия из BeO достаточно высоки. В России отсутствуют предприятия, способные выпускать изделия из бериллиевой керамики. Ввод в действие новых производственных мощностей в России, ориентированных на выпуск бериллиевой керамики и деталей из неё, не планируется.

Учитывая, что допустимые рабочие температуры полупроводнико-

вых приборов ограничены, следует предусматривать сведение к минимуму выделения тепла, защиту от тепловых перегрузок и применение эффективных методов отвода тепла. Эти требования особенно существенны для мощных полупроводниковых приборов, которые работают при больших уровнях мощности на полупроводниковом переходе. При конструировании радиоэлектронной аппаратуры малые температурные изменения параметров мощных приборов могут быть достигнуты эффективным охлаждением транзистора. Правильный выбор теплового режима работы полупроводникового прибора не только обеспечивает стабильность параметров работы радиоэлектронной аппаратуры, но и значительно снижает интенсивность отказов полупроводниковых приборов.

Такие важные параметры электронных устройств, как выходная СВЧ-мощность, коэффициент полезного действия, рабочие токи и напряжения, а также надёжность, зависят от конструкции корпуса, его теплоотводящих свойств, диэлектрических свойств и теплопроводности материалов теплоотводящих конструктивных элементов.

Существенным недостатком оксида бериллия является значительное снижение величины теплопроводности с ростом температуры, а также необходимость разработки особых мер по обеспечению безопасных условий работы персонала и его высокая стоимость, что не позволяет считать этот материал универсальным.

Алюмонитридная керамика (см. рис. 1) является высокоперспективным материалом для применения в раз-

личных областях – от производства огнеупоров, композиционных материалов для оборудования и инструмента до устройств микроэлектроники. Она характеризуется стабильностью диэлектрических свойств, высокой механической прочностью, термостойкостью, химической стойкостью в различных средах. Преимущество нитрида алюминия перед другими материалами обеспечивается уникальным сочетанием его физических и электрических характеристик: высоких электроизоляционных свойств, умеренного коэффициента теплового расширения, высокой теплопроводности при относительно невысокой стоимости.

Керамика из нитрида алюминия является идеальным конструкционным материалом для приборов и устройств на основе кремниевых кристаллов, так как коэффициенты температурного линейного расширения нитрида алюминия и кремния практически совпадают в широком температурном диапазоне.

Переход на использование в производстве электронно-вакуумных СВЧ-приборов, силовой электроники и фотovoltaики изделий из твердотельной керамики на основе нитрида алюминия вместо керамики на основе оксида бериллия – это серьёзный вклад в решение вопросов импортозамещения и освобождения от зависимости от иностранных поставщиков.

Потребности отечественного рынка в алюмонитридной керамике определяются выпуском изделий СВЧ и силовой электронной компонентной базой и могут составлять более одного миллиона изделий в год.

Производство изделий из керамики на основе нитрида алюминия

Целью данной работы является разработка технологии получения керамических объёмных изделий из керамики на основе нитрида алюминия с высоким значением теплопроводности



Рис. 1. Объёмные изделия из алюмонитридного гранулята

в соответствии со следующими основными техническими требованиями:

- средняя крупность частиц порошка (D_{50}) – 0,8...1,2 мкм;
- средний размер гранул пресс-порошка – 180...250 мкм.

Существует много методов формования изделий из нитридной керамики: осевое, изостатическое и горячее прессование; литьё на основу, инъекционное литьё и литьё из термопластичных шликеров.

Метод формования прессованием наименее трудоёмкий и наиболее экономически эффективный. При формировании изделий методом прессования необходимо разработать технологию изготовления гранулята с хорошей сыпучестью и прессуемостью.

В качестве исходных материалов были использованы промышленные порошки нитрида алюминия grade B и оксида иттрия grade C производства фирмы H.C. Starck.

Для получения гранулята в качестве связующего материала широко используются полиэтиленгликоль (ПЭГ), поливиниловый спирт (ПВС), поливинилпирролидон (ПВП). Производителя-

ми связующих органических добавок (Zschimmer & Schwarz) также рекомендован OPTAPIX PAF 35. На основе анализа литературных данных [1, 2, 3] было разработано и опробовано несколько составов пресс-порошка нитрида алюминия:

- AlN + связка 2...10% ПЭГ 4000;
- AlN + связка 2...5% ПВС;
- AlN + связка 0,7...5% ПЭГ + 0,7...2,5% ПВП.

Наиболее распространены два метода получения пресс-порошка нитрида алюминия:

1. Ручной метод гранулирования.
2. Метод распыления в сушиле.

В ходе исследовательской работы были опробованы оба метода.

Ручной метод гранулирования пресс-порошков

Ручной метод гранулирования пресс-порошков включает в себя следующие стадии:

- растворение связующего вещества в спирте;
- смешивание спекающей добавки с основным веществом в барабан-

ной мельнице с использованием мелющих тел;

- сушка полученной смеси в сушильном шкафу;
- протирание высохшей смеси порошка и связки через сита, имеющие разный размер ячеек.

Были приготовлены и опробованы составы пресс-порошков нитрида алюминия различной дисперсности:

1. AlN + связка 8% ПЭГ.
2. AlN + связка 5% ПЭГ.
3. AlN + связка 1,8% ПЭГ.
4. AlN + связка 2% ПВС.
5. AlN + связка 0,7% ПЭГ + 0,7% ПВП.
6. AlN + связка 1% ПЭГ + 0,5% ПВП.
7. AlN + связка 5% ПЭГ + 2,5% ПВП.

Использовали оборудование: смеситель СЛ/3-Z, сито протирочное ПС-1.

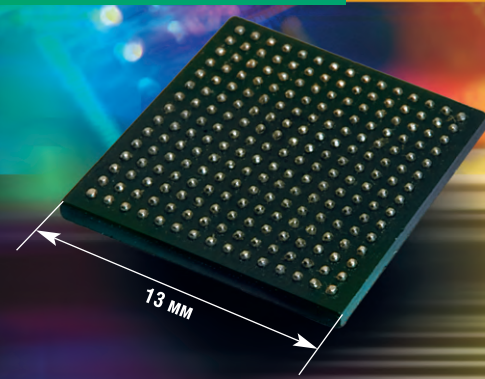
Установлено, что смеситель СЛ/3-Z способен за одну загрузку смешивать до 1,5 кг порошка и связывающего вещества благодаря использованию двух вращающихся в противоположных направлениях с разной скоростью Z-образных лопастей.

Экспериментальное время смешивания составляло 20 минут с двумя стадиями добавки связующего вещества:

НОВЫЙ



X86 МИКРОКОНТРОЛЛЕР RDC HB301



Основные достоинства

- Совместимость с популярной x86-архитектурой
- Обширные периферийные возможности
- Низкие затраты на разработку ПО
- Невысокая стоимость

Области применения

- Промышленные компьютеры
- Системы сбора данных
- Оборудование для коммуникаций: коммутаторы пакетов, точки доступа, локальные маршрутизаторы

Технические характеристики

- 300 МГц 32-бит ядро (архитектура 80486SX)
- Двухпортовый хост-контроллер USB 2.0
- Контроллер PCI rev. 2.1
- 2 контроллера Fast Ethernet MAC
- Встроенный контроллер памяти DR/DDR/DDR2

- Интегрированная периферия
 - контроллер прерываний
 - контроллер DMA
 - таймеры
- 25 портов ввода-вывода общего назначения
- Поддержка Windows, DOS, Linux и других ОС



POWERED BY ProSOFT

Активный компонент вашего бизнеса

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



Реклама



Рис. 2. Распылительное сушило для получения пресс-порошка нитрида алюминия



Рис. 3. Изделия из пресс-порошка нитрида алюминия, полученного на распылительном сушиле

на 1-й и 5-й минутах смешивания для равномерного распределения связки. При этом на 10-й минуте происходило требуемое смешивание, а дальнейшее увеличение времени не приводило к изменению внешнего вида консистенции смеси.

Полученная смесь порошка и связующего вещества ПЭГ 5% загружалась в протирочное сито ПС-1. После

изготовления гранулята со связкой ПЭГ была получена смесь порошка и связки, состоящей из ПЭГ и ПВП. Параметры смешивания не изменялись. Смеситель СЛ/3-Z обладает высокой производительностью и способен эффективно смешивать порошки со связкой.

Метод распыления в сушиле

Методом распыления в лабораторном распылительном сушиле были изготовлены два состава пресс-порошка нитрида алюминия с различными органическими связками:

- пресс-порошок со связкой ПЭГ;
- пресс-порошок со связкой ПЭГ+ПВП.

Процесс получения пресс-порошка включал следующие основные технологические операции:

- 1) смешивание порошка нитрида алюминия различных фракций со спекающей добавкой оксида иттрия;
- 2) приготовление пресс-порошка из полученной смеси со связующим материалом.

Для изготовления пресс-порошка использовали распылительное сушило XLB-3 (см. рис. 2) с производительностью 1 кг/ч. Было получено три вида пресс-порошка влажным методом:

- AlN + 1% ПЭГ + 0,5% ПВП;
- AlN + 5% ПЭГ + 2,5% ПВП;
- AlN + 6% ПЭГ.

Пресс-порошки вручную просеивались через три разных сита, разделяясь на три вида, отличающихся размерами гранул. Выход годного пресс-порошка составил 80...90%. В распылительных сушилах имеется возможность регулировки большого числа параметров, что позволило отработать технологию получения пресс-порошка. Гранулы пресс-порошка, изготовленного сухим и влажным методами, имеют преимущественно сферическую форму.

Пресс-порошок, полученный на распылительном сушиле, соответ-

ствует техническим требованиям, а сам процесс гранулирования, по сравнению с процессом на другом оборудовании, происходит быстрее. На рисунке 3 показаны образцы изделий из пресс-порошка нитрида алюминия, изготовленного на распылительном сушиле.

Выводы

В таблице представлены характеристики пресс-порошков, полученных в ходе исследовательской работы: средний размер гранул и влажность. Последняя характеристика существенно влияет на плотность прессовок и образование трещин в результате прессования. Из приведённой таблицы видно, что разработанные составы полностью соответствуют техническим требованиям по среднему размеру гранул.

Проведённый анализ изготовленных пресс-порошков показал, что наиболее высокие потребительские свойства имеет гранулят №6, изготовленный с использованием распылительного сушила. Он обладает наилучшей прессуемостью, что позволяет изготавливать из него керамические изделия (диски, балочки и стержни), которые по своим физико-механическим характеристикам соответствуют лучшим зарубежным аналогам.

В целом гранулирование позволило улучшить технологические свойства порошков (насыпная плотность, сыпучесть, прессуемость) и повысить качество отпрессованных заготовок. Практические эксперименты показали, что использование распылительного сушила позволяет получать гранулят с большей производительностью и выходом годного продукта по сравнению с изготовлением ручным методом. Поэтому для промышленного производства рекомендуется применять распылительные сушила.

ЛИТЕРАТУРА

1. Потильский Р.Я., Кондрашов Ф.В. Прессование керамических порошков. М. Металлургия. 1968.
2. Потильский Р.Я., Пивинский Ю.Е. Прессование порошковых керамических масс. М. Металлургия. 1983.
3. Заявка на патент № 2012127207 Российская Федерация, МПК C04B35/581. Экструзируемые функциональные формовочные изделия из керамики с высокой теплопроводностью. Заявитель КЕРАМТЕК ГМБХ (DE). Заявл. 02.12.2010. Опубл. 02.07.2014.



Характеристики изготовленных пресс-порошков

Номер состава	Пресс-порошок	Средний размер гранул, мкм	Влажность, %
1	AlN + связка 8% ПЭГ	250	3,45
2	AlN + связка 5% ПЭГ	250	0,56
3	AlN + связка 1,8% ПЭГ	500	5,5
4	AlN + связка 2% ПВС	250	0,46
5	AlN + связка 0,7% ПЭГ + 0,7% ПВП	250	0,47
6	AlN + 1% ПЭГ + 0,5% ПВП	200	0,6
7	AlN + 1% ПЭГ + 2,5% ПВП	300	0,74
8	AlN + связка 6% ПЭГ	250	0,58



ADLINK
TECHNOLOGY INC.

Высокопроизводительное PXI/PXIe-оборудование ADLINK для тестирования и измерений



PXIe-
контроллеры

HDMI-модули
видеоахвата

Высокоскоростные
модули АЦП

Модули
сбора данных

Коммутаторы

PXI Express-шасси



PXI Express-платформа



NEW

PXES-2590+PXIe-3985

3U, полностью гибридное
9-слотовое шасси,
PXIe-контроллер
с процессором Intel Core i7

Высокоскоростной модуль АЦП

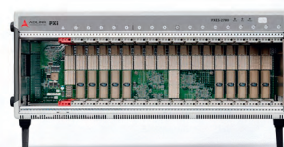


NEW

PXIe-9852

2 канала аналогового ввода,
частота опроса 200 МГц,
разрешение 14 бит,
встроенная память 1 Гбайт

18-слотовое 3U PXI Express-шасси



PXES-2780

10 гибридных
и 6 PXI Express-слотов,
системная пропускная
способность до 8 Гбайт/с

HDMI-модули видеоаудиозахвата



NEW

PXIe-HDV62A

Одноканальный модуль
видеоаудиозахвата
высокого разрешения



ОФИЦИАЛЬНЫЙ ДИСТРИБЬЮТОР ПРОДУКЦИИ ADLINK

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

Тел.: (495) 234-0636 • Факс: (495) 234-0640 • info@prosoft.ru • www.prosoft.ru
Тел.: (812) 448-0444 • Факс: (812) 448-0339 • info@spb.prosoft.ru • www.prosoft.ru
Тел.: (727) 329-5121; 320-1959 • sales@kz.prosoft.ru • www.prosoft-kz.com
Тел.: (8442) 260-048 • volgograd@prosoft.ru • www.prosoft.ru
Тел.: (343) 376-2820; 356-5111 • Факс: (343) 310-0106 • info@prosoftsystems.ru • www.prosoftsystems.ru
Тел.: (843) 203-6020 • info@kzn.prosoft.ru • www.prosoft.ru
Тел.: +38 (044) 206-2343; 206-2478 • info@prosoft-ua.com • www.prosoft-ua.com
Тел.: (861) 224-9513 • Факс: (861) 224-9513 • krasnodar@prosoft.ru • www.prosoft.ru
n.novgorod@prosoft.ru • www.prosoft.ru
Тел.: (383) 202-0960; 335-7001/7002 • Факс: (383) 230-2729 • info@nsk.prosoft.ru • www.prosoft.ru
Тел.: (3812) 286-521 • Факс: (3812) 315-294 • omsk@prosoft.ru • www.prosoft.ru
Тел.: (846) 277-9166 • Факс: (846) 277-9165 • info@samara.prosoft.ru • www.prosoft.ru
Тел.: (347) 292-5216/5217 • Факс: (347) 292-5218 • info@ufa.prosoft.ru • www.prosoft.ru
Тел.: (351) 239-9360 • chelyabinsk@prosoft.ru • www.prosoft.ru

PROSOFT® 25 ЛЕТ

«Умные» телематические приборы с ГЛОНАСС

Светлана Хадонова, Максим Лысоченко (Москва)

Одним из новых рынков развития микроэлектроники в России стали «умные» автомобильные телематические приборы с ГЛОНАСС, предназначенные для «умного» страхования. В данной статье речь пойдёт именно об этих «умных» устройствах.

«Умное» страхование – это российская реализация европейского принципа Pay-As-You-Drive (плати, как едешь). Принцип работы технологии «умного» страхования заключается в том, что на транспортное средство устанавливается специализированный электронный прибор. Это высокотехнологичное телематическое устройство отслеживает действия водителя за рулём, контролирует превышение скорости, резкие ускорения и торможения, а также прочие параметры, определяющие характер вождения автомобиля. Далее прибор передаёт данные о местоположении и направлении движения на телематический сервер страховой компании или оператора, предоставляющего телематические услуги по хранению, обработке данных и передачи их в диспетчерский центр оператора.

И, в зависимости от манеры вождения, которую дистанционно в автоматиче-

ском режиме может оценить страховая компания с помощью полученных данных, авто владельцу либо даётся скидка, определённая от страхового тарифа, или же он наоборот платит за КАСКО больше, потому что ездит неаккуратно. По статистике 30–35% дорожно-транспортных происшествий (ДТП) случается из-за невнимательности или усталости водителя, а это 60 000 ДТП в год.

Об «умных» приборах для «умного» страхования стоит рассказать подробнее, как о новинках рынка электроники в России, объединяющих в себе навигационные и телекоммуникационные технологии. Рассмотрим их на примере телематического OBD-трекера (On-Board Diagnostics Parameter Identification) «Гранит-Навигатор-6.17» российского разработчика профессиональных навигационно-связных автомобильных устройств «Сантэл-Навигация».

«Гранит-Навигатор-6.17» с технологией Dead Reskoning

Автомобиль оборудуется специальным телематическим устройством (OBD-трекером), которое определяет местоположение транспортного средства при помощи ГЛОНАСС/GPS-приёмника, его скорость, пробег и главное – резкие ускорения, торможения, перестроения. На рисунках 1–2 показан внешний вид OBD-трекера, а на рисунке 3 трекер представлен в разобранном виде. Такое устройство, как правило, выполняется в форм-факторе разъёма OBD-II. Разъём OBD-II является диагностическим и имеется в большинстве современных транспортных средств. Установка устройства достаточно проста – нужно просто вставить его в диагностический разъём. Процесс установки не требует специальной квалификации и может быть выполнен владельцем автомобиля в течение 10 минут.

Никаких дополнительных проводов не требуется – питание и данные из бортовой системы автомобиля электронное устройство получает из разъёма. Передача данных в страховую компанию осуществляется по каналу GSM/GPRS любого сотового оператора связи. Для этого OBD-трекер оборудован модемом и специальным слотом для SIM-карты.

На рынке представлено множество OBD-трекеров с разным функционалом, но для использования в системах «умного» страхования подойдут лишь единицы.

Стоит отметить, что в разработке электронного прибора использована новейшая высокоинтегрированная платформа, которая позволяет создавать надёжные недорогие устройства. Отличительной особенностью трекера является интеграция различных инновационных технологий, позволяющих кроме выполнения базовых телематических функций получать из информационной шины автомобиля данные о пробеге, расходе топлива, состоянии основных узлов и систем, определять код неисправности (например, Check Engine) и многое другое. Таким образом, «Гранит-Навигатор-6.17» выполняет функции сразу нескольких устройств:



Рис. 1. OBD-трекер «Гранит-Навигатор-6.17», вид спереди



Рис. 2. OBD-трекер «Гранит-Навигатор-6.17», вид сзади

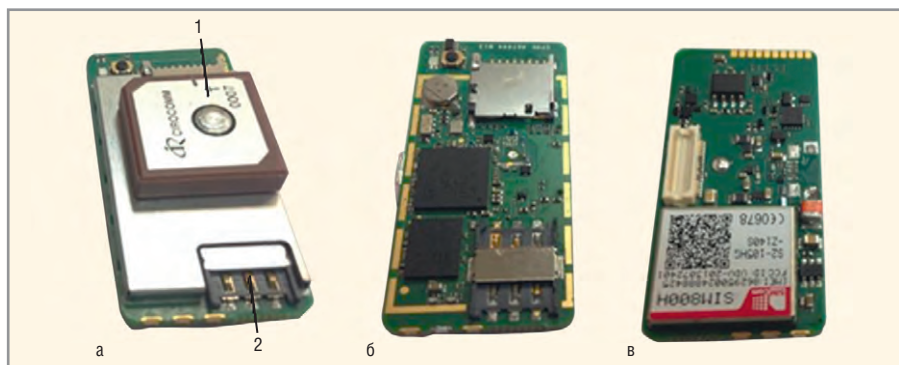


Рис. 3. OBD-трекер «Гранит-Навигатор-6.17» в разобранном виде:

а – вид со снятым корпусом (1 – слот SIM-карты, 2 – антенна ГЛОНАСС/GPS); б – основная плата со снятым экраном; в – обратная сторона основной платы

- терминала для страховой телематики (Pay-As-You-Drive) – мониторинг местоположения, пробега, расхода топлива, чтение и сброс кодов диагностики;
- телематического терминала для мониторинга транспорта – оценка стиля вождения: резкие ускорения/торможения/повороты, движение по неровной дороге, детектирование фактов и степени тяжести ДТП;
- устройства автосигнализации – информирование владельца о попытке угона/вскрытия автомобиля;
- противоугонного устройства – умное блокирование работы двигателя при движении автомобиля без радиометки и командой из диспетчерского центра.

Ключевой особенностью «Гранит-Навигатор-6.17» являются его габариты (см. табл.). Благодаря компоновке и применению миниатюрных радиоэлементов, корпус устройства получился очень компактным. Большинство существующих подобных трекеров имеют большие размеры, что не совсем удобно при использовании, так как диагностический разъём располагается

Технические характеристики OBD-трекера «Гранит-Навигатор-6.17»

Параметр	Значение
Диапазон рабочих температур, °C	–40...+85
Напряжение питания, В	10...30
Габаритные размеры, мм	52 × 35 × 28
Встроенный аккумулятор, мАч	110
Потребляемый ток в спящем режиме, мА	7
Навигационный приёмник	GLONASS/GPS/GALILEO
Встроенные микроэлектромеханические системы	6D-акселерометр + гироскоп
Связь	GSM/GPRS/Bluetooth
Голосовая связь	Да (Bluetooth)
Интерфейсы	OBD-II: ISO-9141-2, ISO-14230 KWP2000, ISO-15765 CAN, USB

в районе рулевой колонки и педального блока, где не так много лишнего пространства. Если в этот разъём вставлено крупногабаритное устройство, то водитель будет его постоянно задевать. В этом случае возникает риск поломки устройства или разъёма. Конструкция «Гранит-Навигатор-6.17» полностью исключает эти риски.

Другой интересной особенностью электронного устройства является наличие микроэлектромеханической системы (МЭМС) состоящей из 6D-акселерометра и гироскопа. Дан-

ные элементы активно применяются, например, в смартфонах, для определения положения в пространстве. Применение этой технологии в автомобильном OBD-трекере для страховой телематики позволяет существенно повысить точность определения местоположения, более детально различать разгоны, торможения, перестроения, проезд неровностей. Также МЭМС позволят восстановить трек (историю перемещения) в тех местах, где затруднён или невозможен приём сигналов с навигационных спутников. Это дости-



АО «Воронежский Завод Полупроводниковых Приборов - Сборка»

ПЛИС K5576XC1T2

Корпус - RQFP240, 240-выводной, планарный,
металлопластмассовый

Типовая логическая емкость - 50 000 вент.

Функциональный аналог - EPF10K50

Диапазон рабочих температур: -60...+100°C



ПЛИС K5576XC4T1

Корпус - RQFP256, 256-выводной, планарный,
металлопластмассовый

Типовая логическая емкость - 200 000 вент.

Функциональный аналог - EPF10K200S(E)

Диапазон рабочих температур: -60...+125°C





Более подробная информация: www.vzpp-s.ru, (473) 223-69-51, (473) 223-69-16

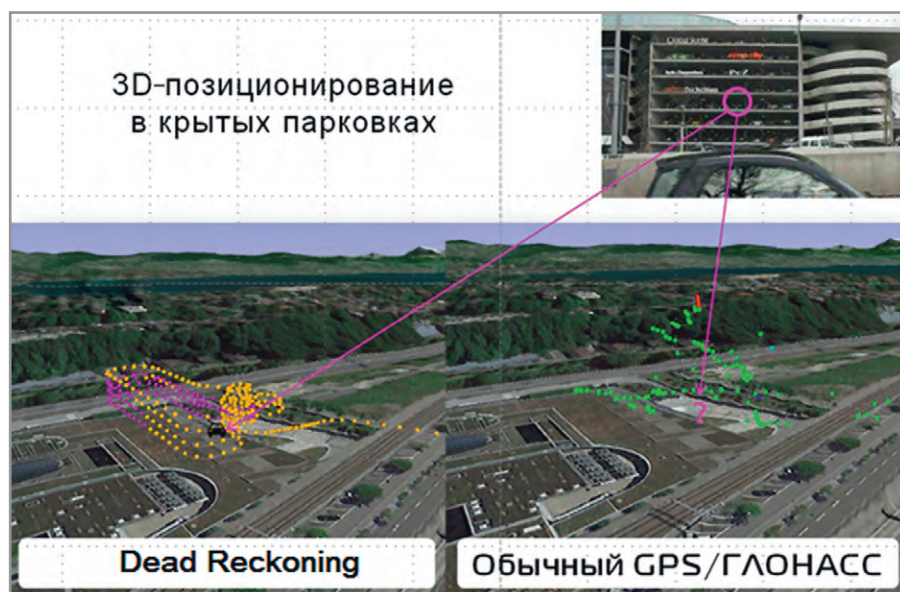


Рис. 4. Сравнение технологий позиционирования в местах, где затруднён или невозможен приём сигналов с навигационных спутников ГЛОНАСС и GPS (зелёные точки – позиционирование по навигационным спутникам; оранжевые и фиолетовые – позиционирование по технологии Dead Reckoning)

гается за счёт использования технологии Dead Reckoning (см. рис. 4) – считывание координат. Даже если автомобиль проехал по тоннелю, под мостом, или заехал в подземный паркинг, история его движения в этих местах не пропадёт.

Встроенный в электронное устройство акселерометр предназначен, в первую очередь, для определения силы удара при ДТП с одновременным автоматическим вызовом экстренных служб.

«Гранит-Навигатор-6.17» полезен ещё и тем, что встроенный модуль Bluetooth позволяет подключить этот трекер к смартфону владельца автомобиля и использовать его в качестве автосигнализации. В данном случае смартфон является радиометкой, идентифицирующей владельца. В случае отсутствия радиометки в радиусе действия, трекер не разрешит запуск двигателя и отправит тревожное сообщение владельцу или в диспетчерский центр.

Ещё недавно системы «умного» страхования были чем-то диковинным и непонятным как для страховых компаний, так и для потребителей их услуг. Но прошло совсем немного времени, и понятие «телематика» прочно вошло в терминологию рынка страховых услуг. Сегодня эксперты называют страхование с телематикой одним из драйверов роста отрасли.

Снижение стоимости телематических электронных устройств ведёт к коммерциализации и повсеместному распространению телематических систем и пакетов услуг, предоставляе-

мых страховщиками. По мнению экспертов, к 2020 году услугами страховой телематики в России будут пользоваться более 5 млн владельцев транспортных средств. Водители, которые ездят мало и безопасно, перестанут спонсировать мошенников, дорожных хулиганов и опасных водителей, а также сэкономят до 50% на своих страховых премиях.

Основные принципы, по которым страховая компания проводит анализ данных, поступающих с телематического устройства, следующие:

Pay-As-You-Drive – плати, сколько едешь. Согласно этому принципу контролируется пробег автомобиля. Чем больше пробег, тем больше риски, и тем больше стоимость страховки. Существуют вариации, которые учитывают управление автомобилем в определённое время (день, ночь, час-пик, время года и другое) и в определённом месте (город, трасса и другое).

Pay-How-You-Drive – плати, как едешь. Согласно этому принципу контролируется стиль управления автомобилем: скорость, ускорения при совершении манёвров, разгоны, торможения и повороты. На основании поступающих с электронного трекера данных рассчитываются баллы. Чем аккуратнее и безопаснее водитель управляет автомобилем, тем больше скидка, которую он получает при заключении договора.

Manage-How-You-Drive – отслеживание стиля управления автомобилем водителем и предоставление водителю

обратной связи, что позволяет снизить риски аварии. Если водитель аккуратно и безопасно управляет автомобилем, то получает скидку от страховщика.

Законодательные аспекты «умного» страхования

В завершение хочется обратить внимание на законодательство, которое предусматривает обязательное использование телематических устройств на борту транспортного средства.

В первую очередь речь идёт о развитии услуг «умного» страхования как коммерческого сервиса государственной автоматизированной информационной системы экстренного реагирования при авариях ГАИС «ЭРА-ГЛОНАСС». То есть о своевременном оказании помощи пострадавшим путём использования телематических терминалов с поддержкой «ЭРА-ГЛОНАСС», которые уже устанавливаются на сходящие с конвейеров автомобили. С 1 января 2015 года вступил в силу Технический регламент Таможенного союза «О безопасности колёсных транспортных средств», устанавливающий, в том числе, требования по оснащению транспортных средств системой/устройством вызова экстренных оперативных служб.

Техническим регламентом ТР ТС 018/2011 предусмотрены сроки оснащения транспортных средств системами/устройствами вызова экстренных оперативных служб.

Драйвером роста рынка «умного» страхования также стали изменения в Законе №40-ФЗ об ОСАГО, касающиеся Европротокола, которые вступили в силу 2 августа 2014 года. Изменения упрощают урегулирование дорожного происшествия (без вмешательства ГИБДД) и увеличивают лимит выплат до 400 000 руб. Если владельцы претендуют на максимальную сумму выплаты в 400 000 руб., то транспортное средство должно быть оснащено спутниковым оборудованием (телематическим устройством с поддержкой ГЛОНАСС).

С 1 января 2016 года вступают в силу требования к техническим средствам контроля и правила предоставления информации о ДТП страховщику, утверждённые постановлением Правительства Российской Федерации от 1 октября 2014 года №1002, предписывающие использование ГАИС «ЭРА-ГЛОНАСС» для фиксации оформляемых по процедуре Европротокола ДТП.





LAMSYSTEMS

ОСНАЩЕНИЕ ПРОИЗВОДСТВ
И ЛАБОРАТОРИЙ
С ВЫСОКИМИ ТРЕБОВАНИЯМИ
К ЧИСТОТЕ ВОЗДУШНОЙ СРЕДЫ



Реклама

ИНДИВИДУАЛЬНОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ

ЛАМИНАРНЫЕ БОКСЫ
ВЫТЯЖНЫЕ ШКАФЫ
ЧИСТЫЕ ЗОНЫ
ЧИСТЫЕ ПОМЕЩЕНИЯ

+7 (3513) 255 - 255 sale@lamsys.ru
www.lamsys.ru

ОДЕЖДА ДЛЯ ЧИСТЫХ ПОМЕЩЕНИЙ
АНТИСТАТИЧЕСКАЯ ОДЕЖДА
СРЕДСТВА ИНДИВИДУАЛЬНОЙ ЗАЩИТЫ
РАСХОДНЫЕ МАТЕРИАЛЫ

+7 (3513) 257 - 257 mail@lamsystems-lto.ru
www.lamsystems-lto.ru

Новости мира News of the World Новости мира

«Новая электроника-2016» в Экспоцентре

В Москве 13–15 апреля 2016 года в Павильоне Форум ЦВК «Экспоцентр» пройдёт выставка по электронике, электронным компонентам и модулям «Новая электроника-2016».

Выставка «Новая электроника-2016» – яркое, интересное мероприятие, которое проводится с 2003 года, насыщенное событиями, важными для отрасли, эффективными деловыми встречами и переговорами.

Высокий интерес к мероприятию вызван тем, что выставка отражает реальное состояние рынка электроники России.

В 2016 году она пройдёт в четырнадцатый раз и соберёт крупнейшие компании радиоэлектронной отрасли и компании, обеспечивающие основную долю поставок электронных компонентов и модулей на российский рынок.

Главными партнёрами выставки являются департамент радиоэлектронной промышленности Минпромторга России, про-

фильные комитеты Государственной Думы, Правительство Москвы, госкорпорации «Ростех» и «Росатом», Московская торговая-промышленная палата.

В состав оргкомитета выставки «Новая электроника-2016» традиционно вошли представители всех основных направлений промышленности, науки, федеральных и городских структур, руководители крупнейших предприятий отрасли.

Традиционно на выставке формируется экспозиция предприятий департамента радиоэлектронной промышленности Минпромторга России, а также экспозиции предприятий ГК «Ростех» и ГК «Росатом», национальная экспозиция Китая, Зеленоградского административного округа города Москвы, организатором которой выступает префектура Зеленограда и Зеленоградское отделение МТПП.

В 2016 году в экспозиции предприятий департамента радиоэлектронной промышленности Минпромторга РФ будут продемонстрированы результаты работы предприятий, принимающих участие

в выполнении Федеральных целевых программ (ФЦП) по контрактам с департаментом и получающих бюджетные средства на выполнение НИОКР, а также реконструкцию, техническое перевооружение и модернизацию.

В экспозиции будут представлены направления: импортозамещение, вычислительная техника, телекоммуникации.

Среди участников экспозиции ведущие компании отрасли: ОАО «НИИМЭ и Микрон», АО «ГПК Миландр», ОАО «Авангард», ОАО «Ангстрем», ОАО «НПП «Пульсар», ЗАО «Крафтвэй корпорэйшн ПЛС», ОАО «НИИМА «Прогресс», ЗАО «МЦСТ», ИНЭУМ им. И.С. Брука, ПАО ФГУП «МКБ Электрон», ОАО «Т-платформы», ОАО «НПП Завод «Искра», ОАО «ЦНИИ «Электроника» и другие.

Для посещения экспозиции можно заполнить анкету и распечатать бесплатный электронный пригласительный билет на официальном сайте выставки «Новая электроника-2016».

www.new-electronics.info

Лучшая электроника для российского транспорта!

Электроника → Транспорт 2016

10-я Специализированная выставка

10
ЛЕТ

6-8 апреля 2016
СОКОЛЬНИКИ
МОСКВА

Деловая программа:

- Конференция «Информационные технологии – эффективный инструмент привлечения пассажиров и повышения качества их обслуживания».
- Конференция для муниципальных администраций, операторов общественного транспорта, операторов платежных систем: «Современные технологии оплаты проезда и учета пассажиропотока».
- Семинар «Контрольно-диагностическое оборудование для обслуживания подвижного состава и транспортной инфраструктуры».
- Конференция «Электронные модули и компоненты для транспортного приборостроения и транспортных систем».

Реклама

Тел: +7 (495) 287-44-12
E-mail: info@e-transport.ru
Сайт: www.e-transport.ru

На правах рекламы

Зондовые станции компании Super Solutions & Services

Дмитрий Явич (Москва)

В нестабильных экономических условиях современного рынка и в условиях действующих санкций Европейского союза и США в отношении поставок в Россию высокотехнологичного оборудования очень важно найти надёжного партнёра, способного выполнять свои обязательства вне зависимости от постоянно меняющейся политической конъюнктуры.

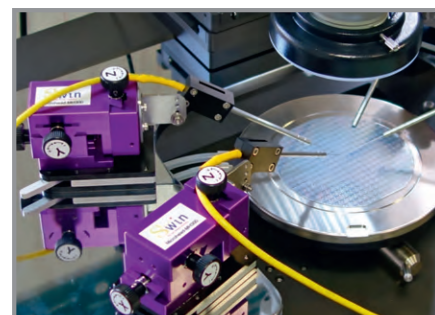
Именно таким партнёром станет тайваньская компания 3-S (Super Solution & Services), выводящая в это непростое время на российский рынок оборудование для производства и тестирования полупроводниковых пластин.

Решения компании 3-S ориентированы на научные и исследовательские центры в области микроэлектроники, для которых важно обеспечить гибкость и функциональность. Индивидуальный подход к каждому заказ-

чику позволяет решить практически любую поставленную задачу, ориентируясь на специфику конкретного проекта.

Компания 3-S предлагает оборудование для следующих областей применения:

- зондовые измерения на полупроводниковых пластинах;
- 4-точечные зондовые измерения;
- измерения эффекта Холла;
- измерения солнечных батарей;
- установки для нанесения плёнок методом погружения;
- установки для разрезания пластин;
- установки для склеивания и горячего профилирования;
- установки для вакуумного напыления;
- оборудование для процессов литографии;
- установка для быстрой термической обработки.

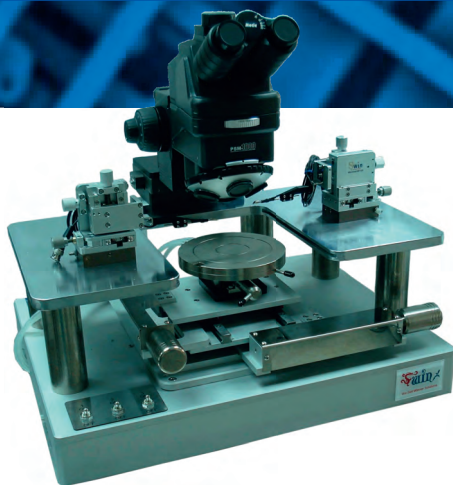


Микропозиционеры MN300

Всё производимое оборудование обладает оптимальным соотношением функциональности и цены. Компания 3-S лояльна к области применения измерительных систем и открыта для сотрудничества с предприятиями оборонно-промышленного комплекса России.

В офисе официального дистрибьютора – ЗАО «Компания СКАН» – всегда можно ознакомиться с образцами оборудования.

ЗОНДОВЫЕ СТАНЦИИ КОМПАНИИ SUPER SOLUTIONS & SERVICES (3-S)



- Индивидуальный подход к каждому Заказчику;
- Сотрудничество с предприятиями оборонно-промышленного комплекса;
- Идеально подходят для научных и исследовательских целей;
- Держатель пластин от 100 мм до 300 мм;
- Термоопция +200°C или +300°C (от 300 000 руб.);
- Большой выбор микроскопов (в том числе микроскопы высокого разрешения);
- Цена от 700 тыс. руб.



Серия	EPS	SPS	APS	GPS	SP
Тип	Ручная				Полуавтомат
Размер пластин, мм	100	100/150	150/200	150/200/300	100/150/200/300
Измерения	DC (коаксиальные, триаксиальные), СВЧ (≤ 67 ГГц), четырехточечные измерения резистивности				
Планарность	< 5 мкм				
Термоопция	200°C / 300°C (опционально -30 ... 200°C)				200°C / 300° C
Перемещение	Разрешение по осям X-Y: 5 мкм; Подъем держателя по оси Z: 5 мм				
Рабочий стол	фиксированный			Подъем 10 мм	фиксированный
Микроскоп	Высокого увеличения, стерео, микроскоп-трубка, с увеличенным фокусным расстоянием				
Опции	Магнитная/вакуумная фиксация позиционеров, камеры CCD/CMOS, антивибрационный стол, изолирующий («темный») ящик, устройство лазерной подгонки				

Реклама



Официальный дистрибьютор компании 3-S на территории РФ и стран СНГ:
ЗАО «Компания СКАН»

Телефон: +7 (495) 227-64-85
www.companyscan.ru

Быстрый старт с микроконтроллерами STM32

Андрей Антонов (г. Волгоград)

В статье представлен обзор линейки 32-разрядных микроконтроллеров STM32, отладочных плат на основе этих микроконтроллеров и бесплатного ПО, позволяющих начать разработку уже сегодня с наименьшим «входным порогом». Освещены преимущества использования микроконтроллеров серии STM32L, имеющих сверхнизкое энергопотребление, в медицинских приборах.

ОБЗОР МИКРОКОНТРОЛЛЕРОВ STM32

32-разрядные микроконтроллеры выпускаются многими производителями, но наиболее широкое распространение получил продукт совместной франко-итальяно-японской фирмы STMicroelectronics (STM). Его продвижению способствовали невысокая стоимость, удобство программирования и наличие бесплатного ПО.

В основе семейства 32-разрядных микроконтроллеров лежит процессор с архитектурой ARM Cortex-M. Эти процессоры сочетают высокую производительность, способность обрабатывать данные в режиме реального времени, возможности цифровой обработки сигнала и низкое энергопотребление, сохраняя при этом высокую степень интеграции и простоту разработки.

Широкий модельный ряд STM32, основанный на ядре, являющемся фактическим стандартом в отрасли, в сопровождении огромного выбора средств разработчика и программного обеспечения делает это семейство подходящим как для небольших проектов, так и для платформенных решений.

Как видно из рисунка 1, в линейке STM32 присутствуют модели, предназначенные для решения общих

задач (индексы F0, F1, F3), варианты устройств с батарейным питанием (индекс L), модификации, имеющие высокую производительность (F2, F4 и F7), а также контроллеры для использования в приложениях с сенсорным экраном или устройствах, предполагающих приём и передачу данных в радиочастотном диапазоне.

В качестве примера рассмотрим использование микроконтроллеров STM32L с низким энергопотреблением в медицинских приборах [4].

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ STM32L В МЕДИЦИНСКИХ ПРИБОРАХ

Различные приборы для наблюдения за состоянием организма человека имеют специфические требования к энергопотреблению, аналого-цифровому и цифроаналоговому преобразователям (АЦП и ЦАП) и встроенным коммуникационным интерфейсам, таким как USB. Кроме того, многие устройства используют батарейное питание, и даже те, что работают от сети, зачастую оснащаются резервным автономным источником питания.

Семейство STM32L со сверхнизким потреблением является представителем линейки микроконтроллеров STM32 с ядром Cortex-M3, содержа-

щим различные периферийные модули. Это позволяет достичь высокого уровня интеграции, что, в конечном итоге, позволяет снизить стоимость системы. Сочетание высокой производительности и низкого энергопотребления хорошо отвечает требованиям, предъявляемым к медицинскому оборудованию.

В состав типичного портативного медицинского прибора входят, по крайней мере, две подсистемы:

- аналоговая часть, используемая для управления и проведения измерений при помощи датчиков;
- цифровая часть, реализующая алгоритмы анализа и выполняющая основные функции, а также калибровку и сохранение результатов, обмен данными и другие функции, например, управление питанием.

На рисунке 2 представлена структурная схема возможной реализации портативного глюкометра на основе микроконтроллера из линейки STM32L.

Структура STM32L позволяет реализовать большинство функций прибора на одном кристалле, что уменьшает материалоемкость, снижает энергопотребление и упрощает управление питанием.

STM32L имеет 24-канальный 12-разрядный АЦП и два 12-разрядных ЦАП. Использование внешнего источника опорного напряжения позволяет очень хорошо изолировать аналоговые модули от «шумящей» цифровой части.

Быстродействующий АЦП может обрабатывать все измерения с электромеханического или оптического

Тесты производительности процессоров

Dhrystone – синтетический тест производительности компьютеров, разработанный в 1984 г. Рейнольдом Викером. Представляет собой простые программы, выдерживающие определённые соотношения между различными видами инструкций. Нацелен на тестирование системной (целочисленной) производительности процессоров общего назначения. Тест не содержит операций над числами с плавающей точкой. Итогом теста является Dhrystones per Second (количество итераций основного цикла в секунду). Часто этот результат приводят к DMIPS (от Dhrystone MIPS) путём деления на 1757 (результат Dhrystone/s для компьютера VAX 11/780, то есть номинальной машине с 1 DMIPS). DMIPS можно делить на частоту процессора, чтобы получить DMIPS/МГц. Такие единицы позволяют сравнивать процессоры с разной тактовой частотой [1].

CoreMark – тест используется для измерения производительности процессоров во встраиваемых системах. Может запускаться на большом количестве процессорных ядер. Тест был разработан в 2009 г. Шеом Гал-Он из некоммерческой организации EEMBC (Embedded Microprocessor Benchmark Consortium) и призван стать отраслевым стандартом, заменив устаревший тест Dhrystone. Код, реализующий тест, написан на языке C и реализует следующие алгоритмы: обработка списка (тест и сортировка), общие операции с матрицами, конечный автомат и проверку контрольных сумм (CRC) [2]. Результаты тестов для различных процессоров можно посмотреть на сайте EEMBC [3].

датчика при отслеживании температуры или мощности. Используя методы выборки с запасом по частоте дискретизации, можно получить 14-битную точность АЦП, удовлетворив тем самым достаточно высокие требования.

12-разрядный ЦАП можно использовать для точного контроля над смещением показаний датчика, а встроенная ЭСППЗУ для данных упрощает процесс логгирования. Встроенные часы реального времени имеют такие же характеристики, что и их высококачественные автономные аналоги.

Имеется полный набор коммуникационных портов для цифрового обмена информацией с датчиками через шины I²C и SPI, а также для обмена данными с управляющим компьютером (хостом), с этой целью используются интерфейсы RS-232, IrDA или USB.

Контроллер ЖК-дисплея может напрямую управлять количеством сегментов до 8 × 40 и значительно снижает количество необходимых внешних компонентов, так как имеет встроенный повышающий преобразователь.

Маломощные приложения на микроконтроллерах обычно работают непрерывно, чередуя два режима:

- режим ожидания с наименьшим потреблением энергии и небольшим количеством постоянно работающих функций;
- рабочий режим, в котором микроконтроллер активен и выполняет прикладные задачи.

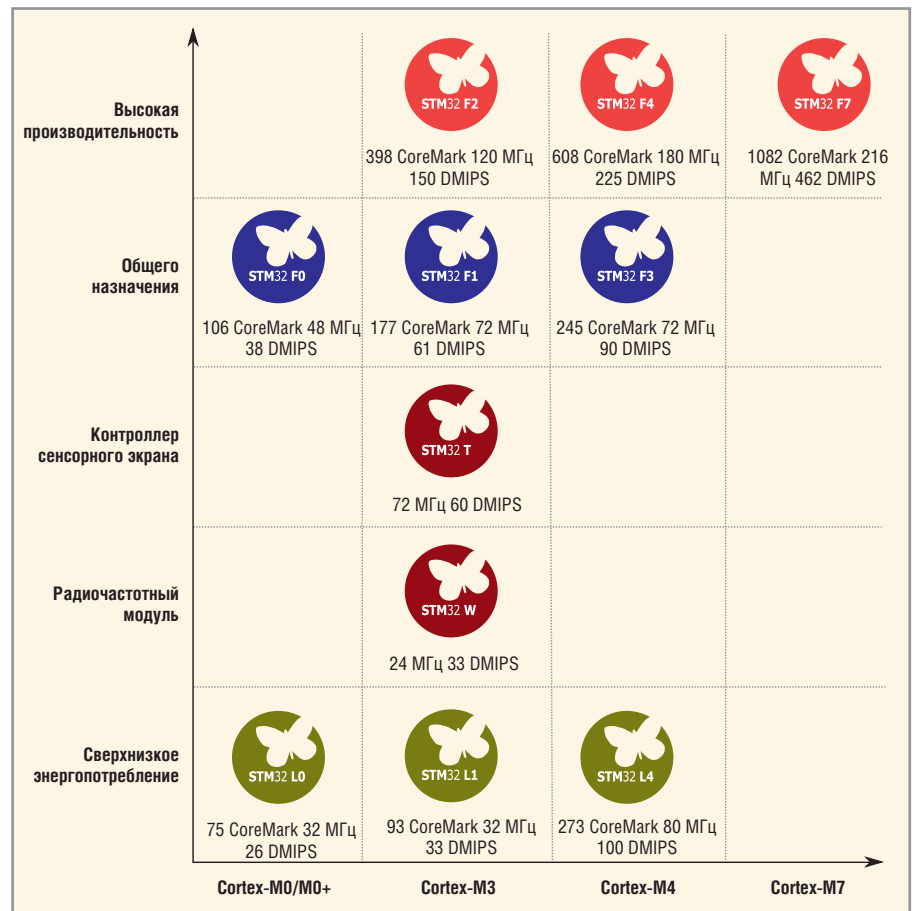


Рис. 1. Обзор микроконтроллеров линейки STM32

STM32L позволяет снизить общее энергопотребление в таких приложениях за счёт:

1. Снижения потребления в рабочем режиме.
2. Снижения потребления в спящем режиме.

3. Уменьшения времени нахождения в рабочем режиме.

Обычно пункты 1 и 3 вступают в противоречие друг с другом. Чтобы снизить время нахождения в рабочем режиме, зачастую требуется высокопроизводительный процессор, как прави-

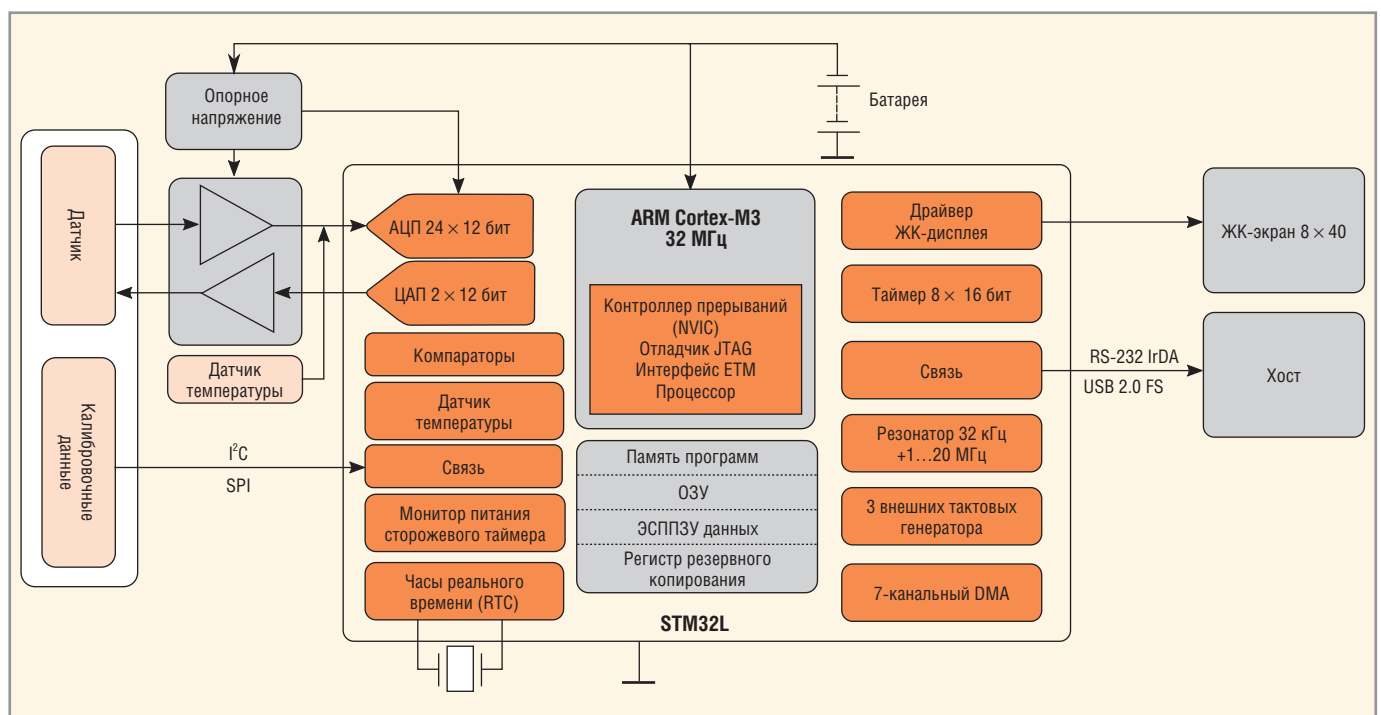


Рис. 2. Блок-схема глюкометра

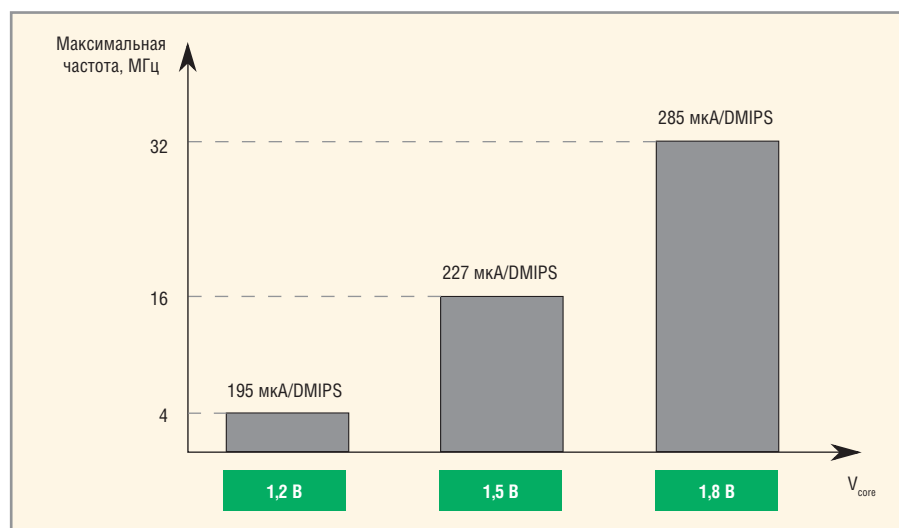


Рис. 3. Соотношение потребление тока / производительность и максимальная частота процессора для различных напряжений питания ядра

ло, с большим энергопотреблением. Для преодоления этого противоречия микроконтроллер STM32L имеет преимущества в следующих элементах: процессор, продвинутая низковольтная технология и программируемый LDO-регулятор, оптимизированный для низкого потребления АЦП.

Ядро ARM Cortex-M3 показывает очень хорошее соотношение потребления и производительности, которое выражается в мкА/DMIPS. Это значение в большей степени представляет энергию, необходимую для выполнения программной задачи, чем отношение мкА/МГц, которое не учитывает число циклов, затрачиваемых на выполнение инструкции, или же эффективность самой инструкции. В этом 32-разрядная архитектура превосходит 8- и 16-разрядные архитектуры, которые дают лучшие показатели, выраженные в мкА/МГц, но проигрывают при использовании отношения мкА/DMIPS.

Дополнительная экономия времени в рабочем режиме является результатом свойственной для Cortex-M3 низкой задержки для прерываний, автоматического сохранения и восстановления состояния и так называемого механизма Tail-Chaining, когда следующие друг за другом прерывания выполняются без дополнительного сохранения и восстановления состояния.

Одной из особенностей КМОП-технологии является то, что в рабо-

чем режиме бо́льшая часть потребляемой энергии используется для зарядки и разряда огромного количества собственных для этой технологии очень маленьких конденсаторов.

$$E = V_{core} \times Q = (V_{core})^2 \times C,$$

где V_{core} – напряжение питания цифровой части микроконтроллера, а C представляет собой сумму ёмкостей всех активных узлов электрической цепи.

Топология с проектными нормами 130 нм, применённая в STM32L, позволяет минимизировать ёмкость отдельных узлов, а компактность ядра Cortex-M3 помогает снизить их общее количество. Кроме того, использование технологии Clock Gating снижает энергопотребление в цифровых схемах за счёт запрета подачи тактовых сигналов на неиспользуемые цепи схемы.

Встроенный LDO-регулятор (линейный регулятор напряжения, отличающийся малым падением напряжения на регулирующем элементе) и масштабирование напряжения способствуют снижению напряжения питания ядра. LDO-регулятор гарантирует, что цифровая часть всегда питается минимально необходимым напряжением для обеспечения заданной производительности. Он может программироваться на использование трёх дискретных уровней напряжения. Как видно из рисун-

ка 3, лучшее соотношение потребляемый ток / производительность достигается при $V_{core} = 1,2$ В.

Идея состоит в том, чтобы поддерживать напряжение питания STM32L на уровне $V_{core} = 1,2$ В и переключаться в более высокопроизводительный диапазон на ограниченное время, только когда микроконтроллер должен выполнять определённую задачу. Так как и V_{core} , и тактовая частота легко программируются, это позволяет пользователю динамически настраивать энергопотребление и производительность во время работы.

Режим «сна» с низким энергопотреблением является обычно самым продолжительным в работе портативных устройств. Хотя потребление в этом режиме на несколько порядков ниже, чем в рабочем, оно всё равно может влиять на полное энергопотребление.

На STM32L реализовано несколько режимов с малым энергопотреблением (см. табл. 1), что позволяет разработчику производить оптимизацию с учётом ёмкости батареи и потребностей своего приложения.

Опция сверхнизкого потребления используемой 130-нм технологии вместе с режимами малого потребления встроенного LDO-регулятора позволяют достичь типичного потребления тока 430 нА, сохраняя системную конфигурацию, показывая очень быстрый запуск за несколько микросекунд, не теряя при этом контроля.

Пониженное потребление также учитывалось и при проектировании встроенного в STM32L контроллера ЖК-экрана, что очень важно для портативных медицинских приборов. Контроллер объединяет малопотребляющий повышающий преобразователь, который позволяет поддерживать работоспособность дисплея в течение длительного времени в широком диапазоне напряжений питания V_{DD} .

Встроенный АЦП также оптимизирован для низкого потребления. Разрешение АЦП последовательных приближений составляет 12 разрядов, скорость преобразования достигает 1 Мс/смпл в секунду, а 24 объединённых входа имеют диапазон от 0 до V_{REF+} . Разрешение может быть снижено до

Таблица 1. Режимы STM32L с низким энергопотреблением

Режим	Активный (выполнение) из памяти программ	Активный (выполнение) из ОЗУ	Выполнение с низким потреблением @ 32 кГц	Сон + 1 таймер	Остановка с/без RTC	Ожидание с/без RTC
Типичное потребление при 25°C	230 мкА/МГц	186 мкА/МГц	10,4 мкА	6,1 мкА	1,3/0,43 мкА	1,0/0,27 мкА

10, 8 и 6 разрядов, позволяя увеличить скорость преобразования.

Помимо расширенных возможностей, таких как преобразование по сигналу, нескольких источников запуска, DMA, задаваемым временем выборки для каждого канала и автокалибровки, АЦП также поддерживает операции с низким потреблением. АЦП работает от встроенного высокоскоростного RC-генератора, и поэтому может быть запущен независимо от остальных блоков микроконтроллера, которые могут отключаться, пока АЦП производит преобразование. С другой стороны, вводя автоматическое снижение потребления после запрограммированных преобразований, АЦП уменьшает потребление до минимально необходимого уровня. Например, при тактовой частоте процессора 32 кГц инструкция может выполняться 31 мкс. Предполагая 5 аналогово-цифровых преобразований за 1 мкс, АЦП может снизить потребление после 5 мкс, до того как выполнится команда процессора.

В приложениях, требующих повышенного разрешения для захватываемых данных, можно использовать

метод, называемый передискретизацией. Передискретизация использует собственный шум или искусственно добавляемый сигнал (например, треугольный или модулированный подобно «белому» шуму, используя встроенный ЦАП) для измерения, производя выборку такого сигнала с более высокой частотой дискретизации и, например, быстрым усреднением данных. Это позволяет увеличить пределы квантования. Количество сэмплов, необходимое для расширения разрешения АЦП, отличается для зашумлённых сигналов: линейная треугольная развёртка напряжения с одной нижней боковой полосой требует в $2P + 1$ раз большую скорость выборки, в то время как модуляция белого шума – в $4P$ раз более высокую скорость модуляции (здесь P обозначает количество дополнительных разрядов). Разумным для STM32L является повышение точности до 14 разрядов. При этом сохраняется высокая скорость преобразования и небольшое время активности АЦП.

Благодаря высокому уровню интеграции, контроллеры STM32L позволяют уменьшить количество требуемых эле-

ментов для медицинских приборов, что приводит к значительному снижению стоимости систем. STMicroelectronics поддерживает малобюджетную разработку медицинских приборов, предлагая полный набор средств разработчика и свободно распространяемые программные библиотеки.

Оценочные платы серии DISCOVERY

Для упрощения знакомства разработчиков с семейством STM32 компания STMicroelectronics предлагает оценочные платы, на которых устанавливается тот или иной микроконтроллер со схемами обвязки и различной периферией. Обязательным отличительным свойством оценочных плат сегодня является большое число контактов, которые позволяют получить доступ практически ко всем портам микроконтроллера, а также интерфейсы в виде светодиодов и кнопок. Кроме того, во многие оценочные платы встраивается программатор, который позволяет программировать внешние микросхемы. Всё, что требуется от разработчика, – это установить ПО на компьютер

ProCHIP

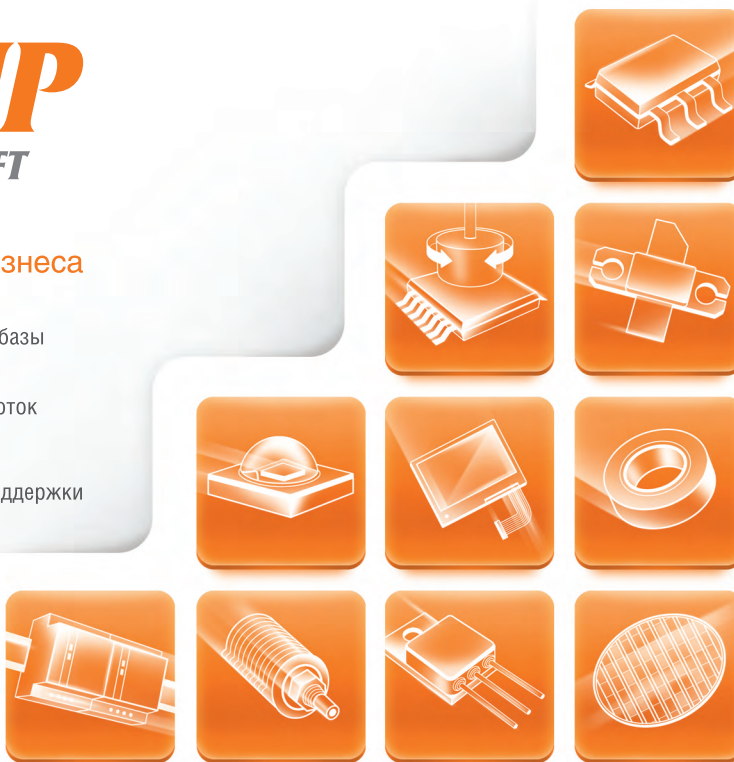
POWERED BY PROSOFT

Активный компонент вашего бизнеса

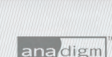
- + Различные решения по подбору элементной базы
- + Осуществление поставок комплектующих для серийного производства и новых разработок
- + Поддержка склада
- + Оказание технической и информационной поддержки



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



Реклама



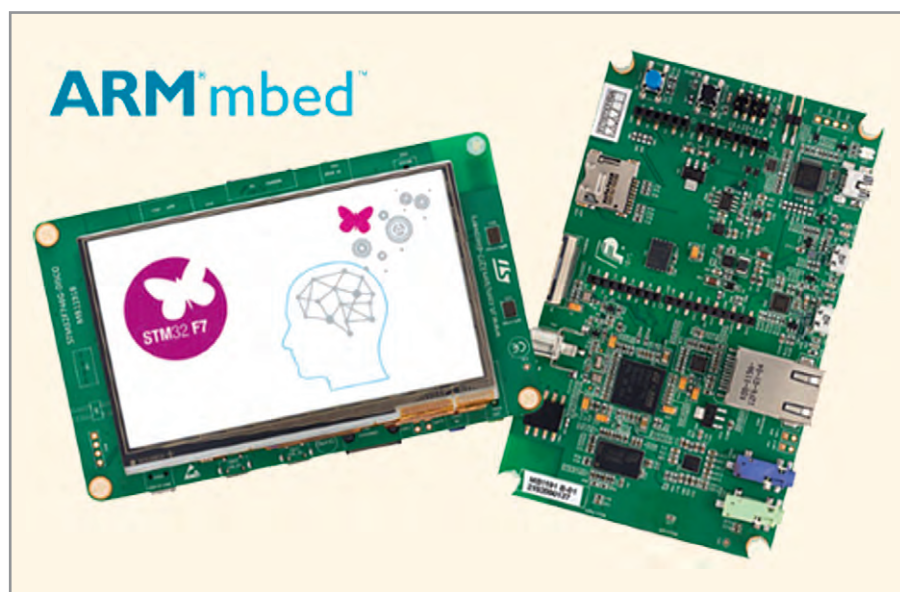


Рис. 4. Отладочная плата STM32F746G Discovery (фото с сайта www.st.com)

и подключить к его USB-порту отладочную плату. В таблицах 2–4 приведены основные характеристики оценочных плат Discovery линейки STM32 [5].

Компания STMicroelectronics первой начала производство микроконтроллеров с ядром ARM Cortex-M7. Чтобы облегчить разработку устройств на основе этого микроконтроллера, выпу-

скается отладочная плата STM32F746G (см. рис. 4). На сегодняшний день это наиболее мощный по возможностям набор. К особенностям платы можно отнести:

- микроконтроллер STM32F746NGH6 в корпусе BGA216, имеющий 1 Мбайт памяти программ и 340 Кбайт оперативной памяти;

- встроенный программатор и отладчик ST-LINK/V2-1;
- цветной сенсорный ёмкостный TFT-экран с диагональю 4,3 дюйма и разрешением 480 × 272 точек;
- разъём для подключения видеокмеры;
- аудиокодек SAI;
- разъёмы аудиовхода и аудиовыхода;
- стереовыход;
- два встроенных MEMS-микрофона;
- вход SPDIF RCA;
- две кнопки (пользовательская и Reset);
- 64 Мбит SDRAM;
- разъём для подключения microSD-карты;
- разъём Ethernet, совместимый с IEEE-802.3-2002;
- совместимый с Arduino Uno V3 разъём с выводами.

БЕСПЛАТНЫЕ ИНТЕГРИРОВАННЫЕ СРЕДЫ РАЗРАБОТКИ

Существует множество различных вариантов как платных, так и полностью бесплатных программных средств разработки, позволяющих использовать мощь микроконтроллеров STM32 в полной мере. Бесплатные варианты позволяют сразу же начать работу с семейством STM32. У разработчиков есть выбор между тремя бесплатными, созданными в тесном сотрудничестве с STMicroelectronics, интегрированными средами разработки (IDE). Можно рассматривать альтернативы между основанными на Eclipse средами разработки, такими как CoCoX CoIDE [6] или Ac6 System Workbench для STM32 [7], а также средой Keil MDK-ARM [8]. Они не имеют ограничений на размеры кода, кроме того, в них поддерживаются все необходимые для STM32 конфигурационные файлы и прошивки, а также отладочное аппаратное обеспечение, такое как платы STM32 Nucleo или упомянутые ранее наборы Discovery Kit.

Ac6 System Workbench для STM32 и CoCoX IDE поддерживают все устройства STM32, в основе которых лежат ядра ARM Cortex-M0, M0+, M3 и M4. Бесплатная среда Keil MDK-ARM для STM32 помогает перейти от устаревшей 8-разрядной архитектуры к 32-разрядной разработке Cortex, поддерживая серии STM32F0 и STM32L0, включающие Cortex-M0 и M0+, без каких-либо ограничений.

Все три среды разработки могут работать на платформах Windows. Разработчиками было анонсировано, что для

Таблица 2. Оценочные платы STM32 Discovery с МК с ядром ARM Cortex-M0

Плата	STM32F0308	STM32F072B	STM32F0	STM32L0538
Микроконтроллер	F030R8T6	F072R8T6	F051R8T6	L053C8T6
Частота, МГц	48			32
RAM, Кбайт	8	16	8	8
Flash, Кбайт	64	128	64	
Корпус	LQFP64			LQFP48
Экран	–			E-Paper 172 × 72
Светодиоды, шт.	4	6	4	
Выводы	2 планки 33 × 1			2 планки 25 × 1
Гироскоп	–	L3GD20	–	
USB	Mini-B			

Таблица 3. Оценочные платы STM32 Discovery с МК с ядром ARM Cortex-M3

Плата	STM32F3	STM32VL	STM32L	STM32L152C	STM32L100C
Микроконтроллер	F303VCT6	F100RB	L152RBT6	L152RBT6	L100RCT6
Частота, МГц	72	24	32		
RAM, Кбайт	48	8	16		
Flash, Кбайт	256	128			256
EEPROM, Кбайт	–		4	8	4
Корпус	LQFP100	LQFP64			
Экран	–		LCD		–
Светодиоды, шт.	10	2		4	
Выводы	2 планки 25 × 2	2 планки 28 × 1			2 планки 33 × 1
Гироскоп	L3GD20	–			
Акселерометр + компас	LSM303DLHC	–			
USB	Mini-B				

Таблица 4. Оценочные платы STM32 Discovery и Nucleo с МК с ядром ARM Cortex-M4

Плата	STM32F3348	STM32F401C	STM32F411E	STM32F429I	STM32L476G	STM32F4
Микроконтроллер	F334C8T6	F401VCT6	F411VET6	F429IT6	L476VGT6	F407VGT6
Частота, МГц	72	84	72	180	80	168
RAM, Кб	16	64	128	256	128	192
Flash, Кб	64	256	512	2048	1024	
EEPROM, Кб	–					
Корпус	LQFP48	LQFP100		LQFP144	LQFP100	
SDRAM, Мб	–			64	–	
Экран	–			TFT 320 × 200	LCD	–
Светодиоды, шт	6	8		6	7	8
Выводы	2 планки 25 × 1	2 планки 25 × 2		2 планки 32 × 2	2 планки 20 × 1	2 планки 25 × 2
Гироскоп	–	L3GD20				–
Акселерометр	–					LIS302DL или LIS3DSH
Акселерометр + компас	–	LSM303DLHC		–	LSM303DLHC	–
Аудиоусилитель + аудиокодек	–	Да		–	Да	
USB	Mini-B					
OTG	–	Micro-USB				

Ac6 System Workbench версии для ОС Linux и Mac OS X появятся уже в 2015 г., однако пока этого не произошло. Производители IDE обеспечивают техническую поддержку и постоянные обновления ПО.

Наиболее популярной среди разработчиков является CoIDE китайской фирмы Coocox [9]. Keil MDK-ARM в бес-

платной версии имеет ограничение на длину кода в 32 Кбайт для микроконтроллеров серий выше, чем STM32F0 и STM32L0.

ЛИТЕРАТУРА

1. www.ru.wikipedia.org/wiki/Dhrystone.
2. www.en.wikipedia.org/wiki/Coremark.
3. www.eembc.org/coremark.
4. STM32L Cortex-M3 Microcontroller for Usage in Low-Power Healthcare Applications. TA0340 Technical Article. STMicroelectronics. 2011.
5. www.st.com.
6. www.coocox.org.
7. www.openstm32.org.
8. www.keil.com/mdk-st.
9. www.robotosha.ru/stm32/free-ide-stm32.html.







Программируемые аналоговые микросхемы:

весь спектр электроники на одном кристалле!



Активный компонент вашего бизнеса

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



Реклама

Мощные светодиоды и изделия на их основе в свете актуальных областей их применения

Андрей Туркин (Москва)

В статье рассматриваются перспективные направления применения мощных светодиодов и изделий на их основе как активно развивающиеся сейчас, так и представляющие интерес в ближайшем будущем. Приведён краткий обзор наиболее любопытных новинок продукции Cree и SemiLEDs, нашедших применение в рассматриваемых областях.

Введение

В настоящее время светодиоды (СД) стали применяться практически повсеместно в различных областях. Основные их преимущества, такие как высокая световая отдача, компактные размеры, надёжность и возможность выбора необходимого оттенка света, привлекают разработчиков, что приводит к активному использованию СД в их решениях. Рынок светотехнических изделий на основе СД постоянно развивается, появляются новые приборы. Это связано как с новыми поколениями существующих серий СД и изделий на их основе, так и с освоением компаниями-производителями новых типов продукции.

Основное преимущество СД, малая потребляемая электрическая мощность и, как следствие, низкое потребление электроэнергии устройствами на их основе, позволяет решать ключевую для нашего времени проблему – экономию электроэнергии. Учитывая направленное излучение СД, можно эффективнее использовать источники света на их основе. Необходимо принимать во внимание и тот факт, что время жизни светодиодов превышает аналогичный параметр традиционных ламп накаливания минимум в несколько раз, что делает применение их крайне эффективным в экономическом плане.

Существующие тенденции свидетельствуют о том, что в последнее время СД стали рассматриваться как самые перспективные источники света для осветительных приборов и останутся таковыми в ближайшем будущем. В данной статье рассматриваются новинки компаний Cree и SemiLEDs через призму актуальных областей применения светодиодных светотехнических изделий.

Основные области применения СД

Внедрение осветительных устройств на основе СД в настоящее время уже охватило многие области. СД можно встретить повсеместно – от бегущих строк и рекламных табло до автомобильной светотехники и осветительных устройств. СД и устройствами на их основе сегодня уже трудно удивить потребителей, которые к ним начинают привыкать, разработчики же стараются обосновать преимущества разрабатываемых ими изделий для того или иного применения, а также разъяснить, как лучше и как правильнее сконструировать устройство.

В последние годы применение СД в новых областях активно расширяется, постепенно вытесняя традиционные лампы (как накаливания, так и разрядные). Если до 90-х годов XX века СД ассоциировались в основном с индикацией в электронных приборах, то к началу XXI века они уже широко использовались на транспорте, в светофорах, дорожных знаках, на панели управления в кабинах и салонах транспортных средств, в автомобильной промышленности [1, 2].

В настоящее время СД уже достаточно широко вошли в системы освещения, начиная от архитектурно-художественного, где основным используемым преимуществом является наличие в линейке практически всех цветов видимого спектра, а также возможность управления цветом свечения путём варьирования интенсивности свечения за счёт изменения рабочего тока, заканчивая достаточно специфическими видами общего освещения, например уличного, где требуются сложные светотехнические решения.

Открываются и другие перспективные области применения СД. Одной

из них, безусловно, является (и в ближайшем будущем обещает бурно расти) применение СД в растениеводстве [1–6].

Рассмотрим указанные области подробнее, с приведением краткого анализа новых моделей СД ведущих мировых производителей, которые находят применение в светотехнических изделиях для данных областей.

Применение СД в освещении

Одной из основных областей применения СД является освещение. Потребность человечества в обеспечении источниками света сопровождает его изначально с момента зарождения. Невозможно представить существование современного общества без использования искусственного освещения. Осветительные приборы и используемые в них источники света постоянно совершенствуются по мере развития науки и техники. Основными стимулами для развития являются увеличение светового потока источника света, т.е. величины, характеризующей мощность его оптического излучения, воспринимаемую человеческим глазом, уменьшение затрат электроэнергии на освещение и экологическая чистота светотехнических устройств.

Появление в середине 90-х годов XX века СД белого цвета свечения породило первые предположения о возможности в будущем использовать их для искусственного освещения. К этой идее вернулись в начале 2000-х годов, когда были разработаны первые мощные СД [1, 2, 7]. Проблема экономии электроэнергии в наше время приобретает особую актуальность, а по световой отдаче первые мощные СД превосходили лампы накаливания (самые распространённые на тот момент источники света) примерно в два раза.

На сегодняшний день СД уже стали хорошей заменой практически для всех типов ламп – от накаливания до газоразрядных. Их основные преимущества – высокая световая отдача, компактные размеры, надёжность и возможность выбора необходимого оттенка света – повсеместно используются разработчиками в различных отраслях. Разнообразие применений

обусловлено, прежде всего, многообразием типов и моделей СД различных цветов, размеров, форм и параметров.

В настоящее время рынок светотехнических изделий поступательно развивается благодаря постоянному появлению новых светодиодных продуктов. Хотя круг основных типов светодиодных изделий, можно сказать, практически сформировался, новые приборы продолжают появляться. Связано это как с новыми поколениями существующих серий СД и изделий на их основе, так и с освоением производителями новых типов продукции.

В качестве примера рассмотрим продукты семейства XHP компании Cree, разработанные на основе технологической платформы SC5, которая определяет принципиально новый класс мощности для дискретных СД [8]. Их даже можно назвать сверхмощными СД (Extreme High Power LEDs).

Семейство сверхмощных СД состоит из трёх серий – XHP70 (см. рис. 1), XHP50 (см. рис. 2) и XHP35 (см. рис. 3). Светодиоды серии XHP70 [8, 9] выполнены в корпусе с размерами основания $7,0 \times 7,0$ мм. Значение их светового

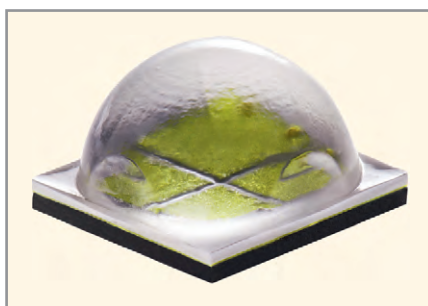


Рис. 1. Мощный СД Cree XLamp серии XHP70

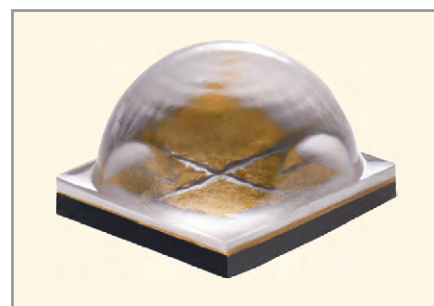


Рис. 2. Мощный СД Cree XLamp серии XHP50

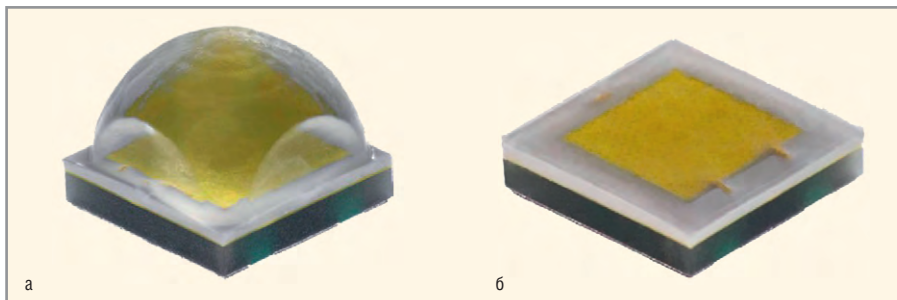


Рис. 3. Мощный СД Cree XLamp: а – серии XHP35; б – серии XHP35HI

го потока может достигать 4022 лм при потребляемой мощности 32 Вт. Светодиоды серии XHP50 [8, 9] имеют размеры основания корпуса $5,0 \times 5,0$ мм. Их световой поток может достигать 2546 лм при потребляемой мощно-

сти 19 Вт. Базовая конфигурация СД данных серий предполагает работу при постоянном напряжении 12 В, что является номинальным режимом. Значение тока при этом для СД серии XHP70 составляет 1050 мА, а у СД серии

Новое поколение GaN-транзисторов

WolfSpeed

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

ОФИЦИАЛЬНЫЙ ДИСТРИБЬЮТОР ПРОДУКЦИИ WOLFSPED

ProChip
POWERED BY ProSoft

Активный компонент вашего бизнеса

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

Реклама

ХНР50 – 700 мА. Максимальное значение рабочего тока в данной конфигурации для СД серии ХНР70 составит 2400 мА, для СД серии ХНР50 – 1500 мА.

Также возможно реализовать для данных серий СД рабочую конфигурацию с напряжением 6 В. В этом случае значение тока для ХНР70 составит 2100 мА, а для ХНР50 – 1400 мА. Максимальное значение тока в такой конфигурации для серии ХНР70 составит 4800 мА, а для серии ХНР50 – 3000 мА. Характеристики светодиодов серии ХНР50 и ХНР70 представлены в таблице 1.

Размеры основания корпуса СД серии ХНР35 [9] составляют $3,45 \times 3,45$ мм. Максимальный световой поток данных СД достигает 1833 лм при потребляемой мощности 13 Вт.

С целью получения большей силы света была разработана серия СД ХНР35Н1. В конструкции корпуса СД данной серии отсутствует первичная

линза. Это сделано для того, чтобы обеспечить более эффективное использование вторичной оптики, особенно с узкими углами кривой силы света (КСС). В результате применения данной серии СД удаётся получить большую осевую силу света в осветительных устройствах с узкой КСС, к которым в основном относятся прожекторы. СД серии ХНР35Н1, как и светодиоды ХНР35, имеют корпус с размерами основания $3,45 \times 3,45$ мм. Максимальный световой поток данных СД достигает 1483 лм при потребляемой мощности 13 Вт.

Номинальный ток для обеих указанных серий СД составляет 350 мА, типовое значение напряжения при этом токе – 11,3 В. Максимальное значение тока для этих серий составляет 1050 мА. Характеристики светодиодов серии ХНР35 и ХНР35Н1 представлены в таблице 2.

Применение СД серии ХНР позволит разработчикам и производителям светотехнических изделий и систем на основе светодиодов существенно уменьшить размеры источника света и, как следствие, самого изделия, сохранив при этом аналогичные значения светового потока.

Также путём применения светодиодов семейства ХНР можно достичь увеличения значения светового потока светотехнических изделий без изменения их габаритов, что позволит использовать меньшее число светильников на объекте и при этом не снижать значения освещённости и соответствовать необходимым требованиям. В результате это приводит к снижению затрат на светильники при подготовке объекта.

В конечном итоге, в обоих случаях потребители получают снижение затрат на светотехническую составляющую проекта, что является достаточно существенным преимуществом применения СД.

Таблица 1. Основные характеристики светодиодов серии ХНР50 и ХНР70

Угол, °	R ₉₀ , °С/Вт	Цвет	Номинальная цветовая температура, К	Индекс CRI	Световой поток в номинальном режиме*, лм (T _j = 85°С)**
ХНР50					
120	1,2	Холодный белый	5000	70	970...1120
				80	900...1040
				90	680...900
		Естественный белый	4500	70	970...1120
				80	840...970
				90	680...840
			4000	70	970...1120
				80	840...970
				90	680...840
		Тёплый белый	3500	70	900...970
				80	840...970
				90	680...840
			3000	70	840...970
				80	780...970
				90	635...780
120	0,9	Холодный белый	5000	70	1590...1710
				80	1380...1590
				90	1120...1200
		Естественный белый	4500	70	1485...1590
				80	1380...1485
				90	1120...1200
			4000	70	1485...1590
				80	1380...1485
				90	1120...1200
		Тёплый белый	3500	70	1380...1485
				80	1380...1485
				90	1040...1120
			3000	70	1485...1590
				80	1290...1485
				90	1040...1120
120	0,9	Тёплый белый	2700	80	1200...1290
				90	970...1040
				70	1485...1590
				80	1290...1485

* Номинальный режим:

ХНР50 – для конфигурации 12 В при токе 700 мА (указанные в таблице значения можно использовать как ориентировочные для конфигурации 6 В при токе 1400 мА);

ХНР70 – для конфигурации 12 В при токе 1050 мА (указанные в таблице значения можно использовать как ориентировочные для конфигурации 6 В при токе 2100 мА);

** T_j – температура активной области кристалла.

СД в автомобильной светотехнике

Стоит отдельно сказать о возможности применения СД в автомобильной светотехнике. Одними из первых приборов в автомобиле, где стали применять СД, были дополнительные сигналы торможения (ДСТ). Постепенно СД стали использоваться и в обычных сигналах торможения, а также в указателях поворота, заднего хода, на панели приборов и для освещения салона. В последние годы область применения СД в автомобиле распространилась на габаритные и ходовые огни, а также на освещение номерного знака.

Неохваченными до недавнего времени оставались только фары ближнего и дальнего света. Связано это было со специфической КСС фар ближнего света, которая должна обеспечивать соответствие достаточно строгим требованиям. Получение требуемой КСС возможно только при применении специальной оптики, разработка которой является достаточно сложной, что сказывается на её себестоимости. Как следствие, разработкой светодиодных фар занимались только самые известные бренды и, в основном, на своих топовых моделях.

Впрочем, ситуация изменилась, и сегодня многие автомобильные производители заинтересовались возможностями СД-продуктов. Существенный рост рынка ожидается в ближайшие



Рис. 4. Макет фары автомобиля с источником света на основе светодиодной продукции SemiLEDs



Рис. 5. Светодиодный модуль для фары головного света автомобиля на основе светодиодной продукции SemiLEDs

несколько лет, что может быть связано с появлением новых интересных инновационных решений.

Одним из таких решений является светодиодная лампа Н4/Н7 (см. рис. 4), разработанная компанией SemiLEDs [10]. Данная лампа предназначена для фары головного света автомобиля и мотоцикла. Компания разработала эту новинку на основе собственного патента и представила её на рынок в феврале 2015 года. Массовое производство было запущено в конце первого квартала 2015 года.

Ключевой особенностью новой светодиодной лампы Н4/Н7 является конструкция излучателя на основе множества светодиодных кристаллов [10, 11]. Такой излучатель (см. рис. 5) обеспечивает светораспределение, аналогичное тому, что даёт нить накала галогенной лампы, при этом его световая отдача существенно выше. Благодаря этому КСС светодиодной лампы Н4/Н7 и стандартной галогенной лампы практически одинаковые, однако световые характеристики фары при использовании светодиодной лампы Н4/Н7 возрастают примерно на 35% по сравнению с использованием стандартной галогенной лампы [10, 11]. Стоит отметить, что светодиодную лампу Н4/Н7

Таблица 2. Основные характеристики светодиодов серии ХНР35 и ХНР35Н1

Угол, °	R _в , °C/Вт	Цвет	Номинальная цветовая температура, К	Индекс CRI	Световой поток в номинальном режиме*, лм (T _j = 85°C)**	
ХНР35						
125	1,8	Холодный белый	7000	70	550...635	
				80	510...550	
				85	410...475	
				90	410...475	
			6500	70	550...635	
				80	510...550	
				85	410...475	
				90	410...475	
			6000	70	550...635	
				80	510...550	
				85	410...475	
				90	410...475	
		5700	70	550...635		
			80	510...550		
			85	410...475		
			90	410...475		
		5000	70	550...635		
			80	510...550		
			85	410...475		
			90	410...475		
		Естественный белый	4500	70	550...590	
				80	510...550	
				85	410...475	
				90	410...475	
			4000	70	510...590	
				80	510...550	
				85	410...440	
				90	410...440	
		Тёплый белый	3500	70	510...590	
				80	475...550	
				85	410...440	
				90	410...440	
			3000	70	510...550	
				80	475...510	
				85	380...440	
				90	380...440	
2700	80		440...475			
	85		380...410			
	90		380...410			
ХНР35Н1						
125	1,8		Холодный белый	7000	70	475...510
					80	440...475
					85	355...410
		90			355...410	
		6500		70	475...510	
				80	440...475	
				85	355...410	
				90	355...410	
		6000		70	475...510	
				80	440...475	
				85	355...410	
				90	355...410	
		5700	70	475...510		
			80	440...475		
			85	355...410		
			90	355...410		
		5000	70	475...510		
			80	440...475		
			85	355...410		
			90	355...410		
		Естественный белый	4500	70	475...510	
				80	440...475	
				85	355...410	
				90	355...410	
			4000	70	440...510	
				80	440...475	
				85	355...380	
				90	355...380	
		Тёплый белый	3500	70	440...510	
				80	410...475	
				85	355...380	
				90	355...380	
			3000	70	440...510	
				80	410...420	
				85	330...380	
				90	330...380	
2700	80		380...420			
	85		330...380			
	90		330...380			

* Номинальный режим: 11,3 В при токе 350 мА;

**T_j – температура активной области кристалла.

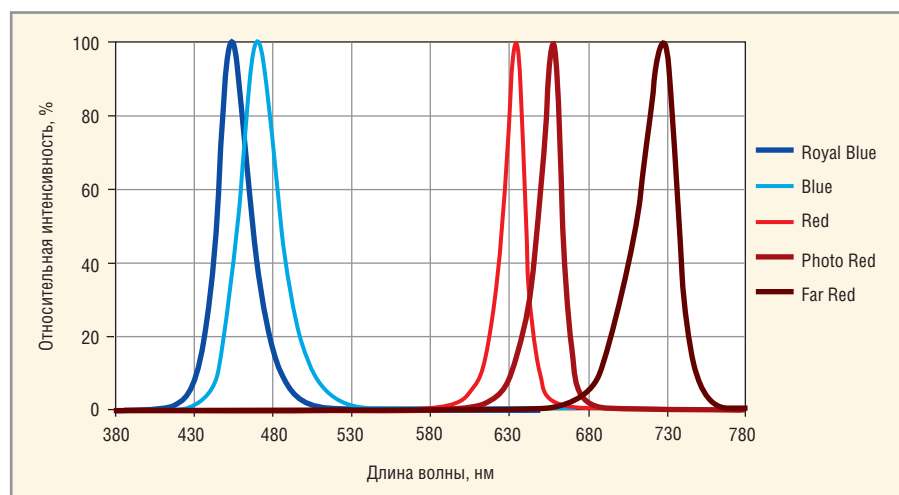


Рис. 6. Типичные спектральные кривые цветных светодиодов Cree серий XT-E, XP-E, XP-E2 и XQ-E, рекомендуемых для использования при освещении растений

Таблица 3. Диапазоны значений мощности излучения и светового потока цветных светодиодов Cree, рекомендованных для освещения растений

XLamp	Royal Blue, 450...465 нм	Blue 465...480 нм	Red 620...630 нм	Photo Red 620...630 нм	Far Red 620...630 нм
XT-E	475...625 мВт	–	–	–	–
XP-E	350...500 мВт	31...40 лм	46...74 лм	300...350 мВт	175...250 мВт
XP-E2	450...575 мВт	31...46 лм	57...74 лм	–	–
XQ-E					

легче монтировать в корпус фары, чем стандартную галогенную.

Светодиодная фара на базе лампы H4/H7 соответствует требованиям регламентирующих документов дорожного движения, предъявляемым к головному свету. Оптическая система данной фары позволяет получить равномерное светораспределение при меньшей яркости, и таким образом значительно снизить эффект ослепления водителей встречного транспорта. Свет новой светодиодной фары является более комфортным для глаз водителя, он делает лучше освещение дорожного покрытия и обзор дороги в ночное время, и, как следствие, улучшает состояние водителя – снижает утомляемость и увеличивает работоспособность. Система отвода тепла от светодиодного кристалла, разработанная компанией SemiLEDs для светодиодной лампы H4/H7, гарантирует ей долгий срок службы (до 30 000 часов) по сравнению с аналогичными галогенными лампами [11].

СД В РАСТЕНИЕВОДСТВЕ

Как уже было сказано выше, одной из интересных и перспективных областей применения СД является растениеводство.

Главным процессом жизнедеятельности растений, отвечающим за их рост и развитие, является фотосинтез.

Более 95% сухого вещества растений создаётся в результате этого процесса, и управление им является наиболее эффективным путём воздействия на продуктивность и урожайность растений [3–6]. Источником энергии для фотосинтеза служит преимущественно длинноволновая часть спектра (красные лучи), а влияние коротковолновой части (синие-зелёной) менее существенно. В то же время проводились и другие исследования воздействий излучения видимой части спектрального диапазона на растения, которые показали, что у растений за поглощение света отвечают специальные пигменты, основными из которых являются хлорофиллы *a* и *b* и каротиноиды [3–6]. Хлорофиллы поглощают свет синего и красного диапазонов, а каротиноиды – синего диапазона. В результате исследований было установлено, что наиболее благоприятными для выращивания светлюбивых растений являются интенсивности в пределах 150–220 Вт/м² [3, 4, 11], а оптимальный состав излучения имеет следующее соотношение энергий по спектру: 30% – в синей области (380–490 нм), 20% – в зелёной (490–590 нм) и 50% – в красной области (600–700 нм) [3–6].

В настоящее время можно утверждать, что СД способны обеспечить хорошее соответствие спектра излу-

чения аграрного светильника спектру эффективности фотосинтеза, в отличие от используемых в большинстве тепличных осветительных систем адаптированных для растениеводства натриевых ламп высокого давления. На графиках (см. рис. 6) представлены типичные спектральные кривые основных цветов существующих моделей СД основных производителей, рекомендуемых для использования в растениеводстве. Типовые значения мощности излучения и светового потока таких СД на примере изделий производства компании Cree для соответствующих диапазонов длин волн представлены в таблице 3.

Приведённые данные указывают на возможность применения светодиодных светильников для использования в растениеводстве. Современные СД перекрывают весь видимый диапазон оптического спектра: от тёмно-красного до фиолетового цвета. Составляя комбинации из СД разных цветовых групп, можно получить источник света с практически любым спектральным составом в видимом диапазоне.

Следует также отметить, что все СД имеют стандартные версии с белым светом в диапазоне цветовых температур 2700...8000 К. В некоторых случаях для оптимизации формы спектра излучения светильника для подсветки растений применяются комбинации синего, белого и тёмно-красного цвета [6].

Современные теплицы представляют собой сложные технические комплексы, в большей части роботизированные. Управление ими осуществляется при помощи автоматизированных систем, в которые достаточно органично можно добавить и управление освещением, причём как по интенсивности, так и по спектральному составу излучения. Настроенная система позволит производить управляющие операции по программам, учитывающим фазу развития растений. Предлагаемая система позволит уменьшить время полного цикла развития растения и увеличить количество периодов плодоношения только благодаря подбору спектрального состава СД-освещения. Если учесть экономию электроэнергии и возможность управления интенсивностью и спектральным составом излучения в зависимости от фазы развития растения, то экономический эффект от внедрения таких светильников может быть очень существенным.

Всё вышеперечисленное делает СД-светильники крайне привлекательными для использования в тепличном освещении.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Описанные в статье факты свидетельствуют о продолжающемся развитии использования СД в осветительных приборах. СД осваивают новые ниши и открывают для себя новые области применения, которые до недавнего времени потребителями не просто не осваивались, а даже не рассматривались. Компании – производители СД не только следят за тенденциями рынка, но и стараются предугадывать его нюансы, выпуская новые интересные продукты.

В связи со сказанным выше, особое значение приобретает прорыв в физике и технологии полупроводников, произошедший в середине 90-х годов XX века благодаря созданию гетероструктур на основе нитрида галлия (GaN) и его твёрдых растворов, отмеченный в 2014 году Нобелевской премией по физике японским учёным Исаму Акасаки, Хироси Амано и Сюдзи Накамура [12]. Очевидно, что

это исследование на стыке фундаментальной науки, описывающей рекомбинацию носителей в полупроводниковых структурах, и прикладной науки позволяет достичь существенного эффекта в разных областях светотехники. Можно смело утверждать, что в данном случае наука является двигателем прогресса.

ЛИТЕРАТУРА

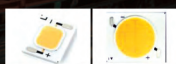
1. Туркин А.Н. Применение светодиодов в светотехнических решениях: история, реальность и перспективы. Современные технологии автоматизации. 2011. №2.
2. Туркин А.Н. Полупроводниковые светодиоды: история, факты, перспективы. Полупроводниковая светотехника. 2011. №5.
3. Бахарев И., Прокофьев А., Туркин А., Яковлев А. Применение светодиодных светильников для освещения теплиц: реальность и перспективы. Современные технологии автоматизации. 2010. №2.
4. Прокофьев А.Ю., Туркин А.Н., Яковлев А.А. Перспективы применения светодиодов в растениеводстве. Полупроводниковая светотехника. 2010. №5.
5. Сарычев Г., Гаврилкина Г., Туркин А., Ретин Ю. Светодиоды и интенсивная све-

токультура растений. Полупроводниковая светотехника. 2014. №1.

6. Туркин А., Червинский М. Новые цветные светодиоды компании Cree: особенности и перспективы использования. Полупроводниковая светотехника. 2015. №6.
7. Туркин А.Н. Светодиоды Lumileds: прошлое, настоящее, будущее. Полупроводниковая светотехника. 2012. №2.
8. Туркин А., Червинский М. Новые серии светодиодов компании Cree на основе улучшенной технологической платформы. Полупроводниковая светотехника. 2015. №1.
9. Червинский М., Музалевский И., Юсупов С. Новые технологии для нового поколения светильников. Полупроводниковая светотехника. 2015. №4.
10. Матешев И., Туркин А. Светодиоды SemiLEDs – новые технологии, новые возможности. Полупроводниковая светотехника. 2014. №3.
11. Туркин А.Н. Новинки на рынке светодиодной продукции от компании SemiLEDs. Полупроводниковая светотехника. 2015. №3.
12. Туркин А.Н., Юнович А.Э. Лауреаты Нобелевской премии 2014 года: по физике – И. Акасаки, Х. Амано, С. Накамура. Природа. 2015. №1.



МОЩНЫЕ СВЕТОДИОДЫ



CREE



LUMILEDS

SHARP

- Высокая световая отдача
- Низкое тепловое сопротивление
- Стабильность цветовой температуры
- Стабильность светового потока
- Разбиновка при рабочей температуре р-п-перехода
- Высокая надёжность
- Бессвинцовая технология монтажа

ProCHIP
POWERED BY PROSOFT

Активный компонент вашего бизнеса

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



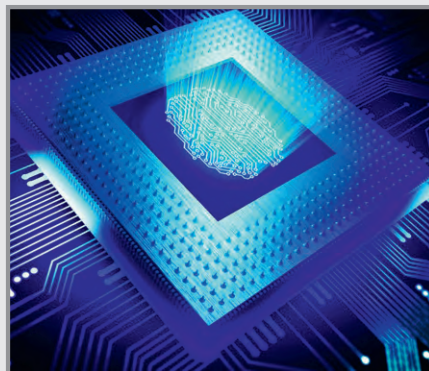
Реклама

Новости мира News of the World Новости мира

В MIT разработан процессор для искусственного интеллекта

Судя по результатам работы специалистов Массачусетского института технологий (MIT), время, когда машины восстанут и создадут машину времени с целью отправить робота-убийцу в прошлое, не за горами. Учёные этого института смогли разработать процессор, значительно ускоряющий обработку информации, связанной с распознаванием нейронными сетями фиксируемых образов. Данная разработка даст в перспективе возможность носимой электронике способность разносторонне анализировать поступающую информацию (читай – мыслить) и на основе этого анализа принимать решения. Процессор, разработанный в Массачусетсе, получил кодовое название Eyeriss и был продемонстрирован на конференции производителей микроэлектроники в Сан-Франциско.

Изначально процессор разрабатывался в расчёте облегчить процесс «глубокого» обучения. По словам создателей Eyeriss, их процессор в десять раз превосходит современные GPU в скорости обработки информации. Говоря простым языком, день, когда настанет возможность адаптации данного процессора под устройства типа планшета или смартфона, не за горами. Увеличить скорость обработки удалось благо-



даря инновациям в конструкции процессора – он не использует общий пул, каждому из 168 достался собственный дискретный кэш. Плюс к этому, для увеличения скорости передачи информации, процессор сжимает её перед передачей и распаковывает в месте назначения.

www.gizmonews.ru

«Ангстрем» заменит большую часть импортной космической микроэлектроники

На сегодня всего несколько стран в мире обладают компетенцией по выпуску микроэлектроники, способной функционировать в экстремальных условиях. В 2015 году Минпромторг России объявил ряд конкурсов на выполнение опытно-конструкторских работ (ОКР) в рамках государственной программы «Развитие про-

мышленности и повышение её конкурентоспособности».

В конце 2015 года ОАО «Ангстрем» выиграло три таких конкурса: ОКР «Сила-14», ОКР «Сила-16» и ОКР «Сила-И8». Общая стоимость работ составляет 548 млн рублей.

Самой масштабной является задача по ОКР «Сила-И8». Специалисты «Ангстрем» должны разработать целую серию мощных быстродействующих n- и p-канальных МОП (металл-оксид-полупроводник) транзисторов в металлопластмассовых и герметичных металлокерамических корпусах, которые заменят импортные аналоги.

Не менее важной является работа по ОКР «Сила-14» – «Разработка и освоение производства серии мощных ДМОП-транзисторов (МОП-транзисторы с двойной диффузией) от 60 до 250 В для аппаратуры космического назначения». В мире сейчас есть только один производитель, причём не российский, выпускающий подобные изделия.

В феврале начались внутренние испытания макетных образцов по всем трём ОКР. Опытные экземпляры новых радиационно-стойких транзисторов компании «Ангстрем», а также их характеристики будут доступны для разработчиков радиоэлектронной аппаратуры уже в 2017 году, а серийное производство этих изделий планируется запустить в 2018 году.

www.angstrom.ru

Рынок полупроводниковой продукции сократился

Рынок полупроводниковой продукции по сравнению с 2014 годом сократился на 1,9%: с \$340,331 млрд до \$333,718 млрд. Такие данные содержатся в отчёте, подготовленном компанией Gartner.

Samsung Electronics и Apple в 2015 году остались на вершине списка крупнейших покупателей полупроводниковой продукции, с большим отрывом опережая остальных его участников.

На компанию Samsung Electronics приходится 8,9% всех закупок, тогда как доля Apple составляет 8,7%. Отметим, что Samsung за год сократила закупки с \$30,989 млрд до 29,867 млрд или на 3,6%. Закупки Apple увеличились с \$27,177 млрд до \$29,116 млрд, то есть на 7,1%.

На третьем месте находится компания Lenovo, за год сократившая закупку полупроводниковых изделий на 3,0%: с \$13,743 млрд до \$13,329 млрд.

В десятку крупнейших потребителей полупроводниковой продукции также вошли



СРЕДСТВА КОНТРОЛЯ МАГНИТНОГО МОМЕНТА ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКИХ ИЗДЕЛИЙ МАГНИТОМЕТРЫ СРЕДСТВА КАЛИБРОВКИ

**от отечественного
производителя**

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



Новости мира News of the World Новости мира

компании Dell (3,2% рынка), HP (2,6%), Huawei (2,1%), Sony (2,1%), Hewlett Packard Enterprise (1,9%) и LG Electronics (1,7%). Замыкает список компания Cisco Systems с показателем 1,6%. Суммарно эти десять компаний закупили полупроводниковых изделий на \$123 млрд, что соответствует 36,9% всего рынка. В прошлом году их доля была равна 37,9%, то есть за год она сократилась сильнее, чем рынок в целом.

Gartner

Microsoft учредила OCF для разработки открытых стандартов в области IoT

Microsoft сгруппировала вокруг себя несколько технологических гигантов с целью образования организации Open Connectivity Foundation (OCF), предназначенной для создания и развития открытых стандартов для интероперабельности подключаемых к Сети устройств, иными словами Интернета вещей (Internet of Things, IoT). Таким образом, устройства, поддерживающие спецификации OCF, смогут вза-

имодействовать друг с другом независимо от производителя, операционной системы или процессора. Помимо Microsoft в консорциум вошли Cisco, Electrolux, General Electric, Intel, Qualcomm, Samsung, ARRIS и CableLabs.

Создание OCF – не первая попытка разработать отраслевые стандарты в области IoT. Ранее это пытался сделать Open Interconnect Consortium (OIC), который был сформирован в 2014 году при участии Samsung, Intel и Broadcom. Скорее всего, как отмечает издание ZDNet, OCF является его правопреемником, поскольку переход URL-сайта консорциума OIC ведёт на сайт www.openconnectivity.org. До настоящего времени OIC конкурировал с Allsee Alliance – ещё одним консорциумом, который начал свою работу в 2013 году, а среди его участников были Microsoft, Electrolux и Qualcomm. Все они теперь находятся в составе OCF. Наконец, есть ещё Industrial Internet Association, которая сформирована Intel, IBM, ATT, Cisco и General Electric.

Microsoft рассчитывает ускорить развитие IoT. Компания уже выпустила специальные редакции Windows, что открывает возможности для разработки устройств IoT и приложений для них. Также у неё есть Azure IoT – облачный сервис, предоставляющий инструменты для удалённого управления и дистанционного обслуживания различных устройств. По сути, это готовая экосистема IoT, но для её развития Microsoft требуется поддержка единомышленников.

IoT в своём теперешнем состоянии является мешаниной всевозможных конкурирующих стандартов и «вещей», образующих фрагментированные экосистемы, которые, по словам Microsoft, заставляют индустрию IoT топтаться на месте. К анонсированной коалиции пока не примкнули Google и Apple – два крупнейших IoT-игрока. Apple продвигает платформу HomeKit, а Google – «умные» термостаты и датчики дыма Nest, платформу Brillo и протокол связи Weave.

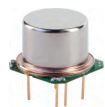
www.pcweek.ru

ВЫСОКОСТАБИЛЬНЫЕ МИНИАТЮРНЫЕ КВАРЦЕВЫЕ ГЕНЕРАТОРЫ

с низкой потребляемой мощностью

Совместимые с DIP8 & DIP14

MX037/8 MX037/14



15x15x9,5 мм



15x21,5x9,5 мм



15x21,5x7,9 мм

Низкопрофильные (7,9 мм)

MO37/14L



20x20x12,6 мм

Ультра-стабильные герметичные

MX037/R

<180 мВт

до 5×10^{-10} , $(-40 + 85)^\circ\text{C}$
до 1×10^{-10} /сутки
 3×10^{-12} /1с
до 30 с
 3×10^{-10} /г
8–300 МГц

стабильность
старение
вариация Аллана
время готовности
g-чувствительность
частотный диапазон

Фазовый шум для 10 МГц

1 Гц	-105 dBc/Гц
10 Гц	-135 dBc/Гц
100 Гц	-155 dBc/Гц
1 кГц	-160 dBc/Гц
10 кГц	-170 dBc/Гц
100 кГц	-173 dBc/Гц



ООО «Мэджик Кристалл»
www.magicxtal.com www.mxtal.ru

Тестер FORMULA® TT2 – российское средство измерений параметров полупроводниковых приборов

Наталья Елисеева, Виктор Попов, Александр Шустров,
Олег Григорьев (Москва)

Высокий уровень комплексной автоматизации всех этапов процесса измерений, который обеспечивает тестер FORMULA® TT2, позволяет инженеру сосредоточиться на самом главном – особенностях работы и анализе отклонений проверяемых полупроводниковых приборов. Аппаратно-программные, конструкторские и метрологические решения, реализованные в тестере, обеспечивают высокую достоверность результатов, позволяют испытателям избежать ошибок и избавиться от рутины, в несколько раз повышают эффективность организации труда при проведении измерений и испытаний на предприятиях отрасли.

Назначение и область применения

Тестер FORMULA® TT2 – это универсальная контрольно-измерительная система, предназначенная для комплексной автоматизированной проверки статических параметров полу-

проводниковых приборов: полевых и биполярных транзисторов, диодов, тиристоров, стабилитронов, оптронов, а также полупроводниковых микросборок.

Область применения тестера – испытания и контроль качества на всех ста-

диях жизненного цикла п/п приборов, включая:

- испытания и исследования вновь разработанных типов п/п приборов;
- производственные и приёмочные испытания серийной п/п продукции: типовые, квалификационные, периодические, отбраковочные, приёмосдаточные;
- сертификационные испытания ЭКБ ИП;
- входной контроль.

FORMULA® TT2 (см. рис. 1) учитывает современные потребности электронной промышленности и ВПК России, обеспечивая требования метрологического законодательства РФ и нормативной документации в области измерений и испытаний в микроэлектронике.

Основные технические характеристики и функциональные возможности

Тестеры FORMULA® TT2 созданы для максимально достоверных измерений параметров п/п приборов. Аппаратно-программные и конструктивно-технологические решения, реализованные в тестере, позволили сделать шаг вперёд по точности измерений, диапазонам контроля, числу методов измерений и эксплуатационным возможностям оборудования. Ключевые характеристики тестера представлены в таблице.

Тестер является функционально полным автоматизированным средством измерений п/п приборов широкой номенклатуры и обеспечивает потребителям следующие преимущества:

- высокий уровень готовности оборудования к измерениям и испытаниям;
- автоматизация всех стадий измерительного процесса и управления данными;
- интеграция с зондовыми автоматами, автозагрузчиками, испытательным оборудованием и приборами;
- дружественное владельцу программное обеспечение;
- быстросменная измерительная оснастка;



Рис. 1. Общий вид Тестера FORMULA® TT2 с двумя постами оператора

Ключевые характеристики Тестера FORMULA® TT2

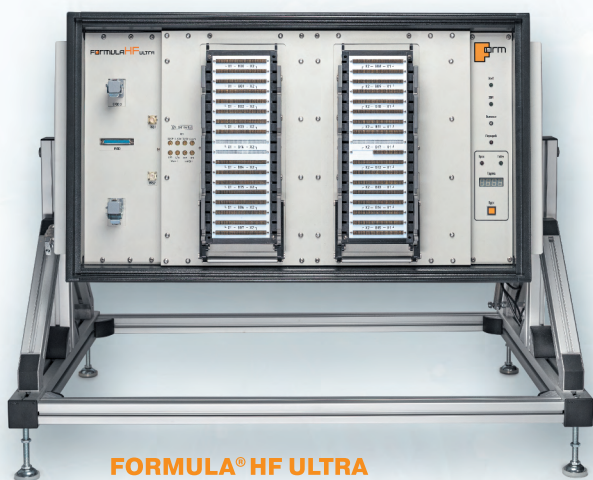
Ключевые технические характеристики	Описание / значение
Количество постов оператора	1 или 2
Число каналов тестера	2 сигнальных, каждый на задание и измерение параметров 4-проводная схема подключения
Операционная система	Windows
Программное обеспечение	FTT
<i>Источники и измерители напряжения</i>	
Диапазон задаваемого и измеряемого напряжения	$\pm 100 \text{ мВ} \dots \pm 2000 \text{ В}$
Ряд независимых источников и измерителей напряжения	10; 20; 200; 500; 2000 В
Погрешность задания и измерения напряжения	от $\pm(0,5\% + 10) \text{ мВ}$
<i>Источники и измерители тока</i>	
Диапазон задаваемого и измеряемого тока	$\pm 100 \text{ нА} \dots \pm 100 \text{ А}$
Ряд независимых источников и измерителей тока	5 мА; 200 мА; 10 А; 100 А
Погрешность задания и измерения тока	от $\pm(1\% \pm 50) \text{ нА}$
Режим малых токов	$\pm 2 \text{ нА} \dots \pm 20 \text{ мА}$ с погрешностью от $\pm(0,4\% + 400) \text{ фА}$
Длительность измерительного импульса	300 мкс...100 с
Разрешение по времени	50 мкс
Коммутатор для термоиспытаний	Испытания до 20 различных приборов одновременно



● **ФОРМ** — российский лидер
в создании комплексных решений
для контроля качества ЭКБ

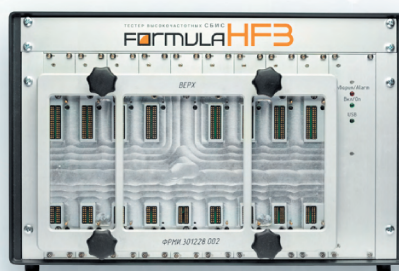
Мы разрабатываем и производим
автоматизированные средства измерений ЭКБ — **Тестеры FORMULA®**

90 предприятий ОПК России применяют сотни **Тестеров FORMULA®**
для разработки, производства, испытаний и входного контроля микросхем,
полупроводниковых приборов, электромагнитных реле и электронных модулей.



FORMULA® HF ULTRA

Функциональный и параметрический контроль
СБИС, ЗУ, ЦАП/АЦП, СнК
1024 канала/550/1200 МГц/128 М



FORMULA® HF3

Функциональный и параметрический контроль
СБИС и ЗУ
512 каналов/200 МГц/64 М



FORMULA® CK

Функциональный и параметрический контроль
узлов РЭА
192 канала/20 МГц/±30 В



FORMULA® 2K

Функциональный и параметрический контроль
аналоговых и цифровых ИМС
256 каналов/20/40 МГц/1 М/±20 В



FORMULA® TT2

Контроль статических параметров
полупроводниковых приборов
2000 В/100 А/50 мкс



FORMULA® R

Контроль слаботочных
электромагнитных реле
8 обмоток/12 контактных групп/800 В

Реклама

24 года инженерных инноваций, воплощенных в серийной продукции

ООО «ФОРМ»
119530, Москва, Очаковское шоссе 34
Тел.: (495) 269-75-90, (495) 269-75-91
Факс: (495) 269-75-94
E-mail: info@form.ru

ТЕСТЕРЫ
FORMULA

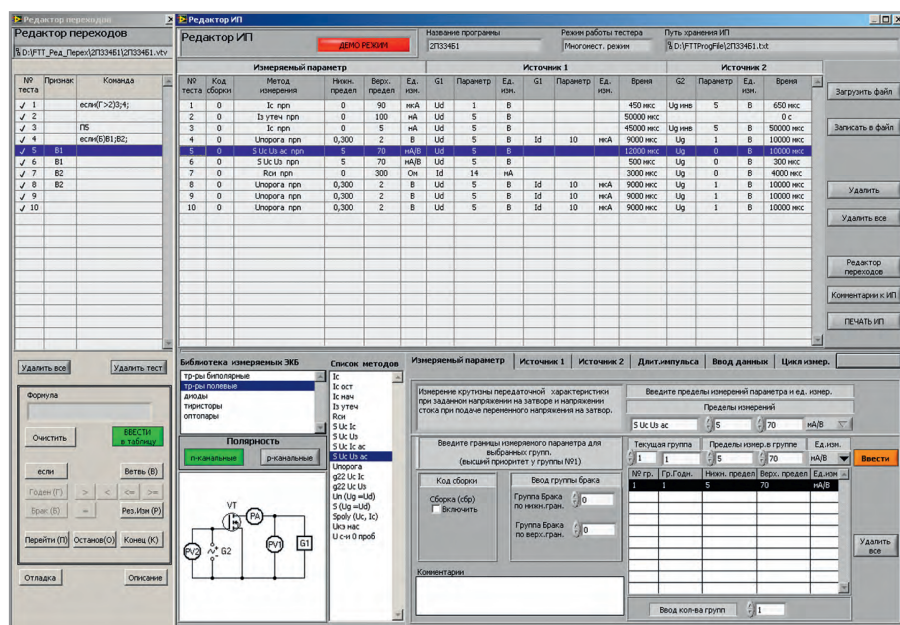


Рис. 2. Окно программной среды FTT для составления и редактирования измерительной программы

- надёжность в круглосуточном режиме работы;
- специальные решения для независимого метрологического контроля со стороны представителя заказчика (контрольные гнезда для подключения образцовых приборов).

Удобство работы с тестером достигается за счёт следующих возможностей оборудования:

- короткоимпульсный (от 300 мкс) режим измерений мощных транзисторов, исключающий необходимость организации технически сложного теплоотвода с объекта контроля;
- программирование параметров входных воздействий на объект контроля по длительности и напряжению/току;
- мультикристалльный режим для контроля транзисторных и диодных сборок;
- режимы исследований объекта контроля со снятием вольт-амперных характеристик и осциллограмм;
- режим прецизионных измерений в диапазоне малых токов от 0,2 нА на пластинах и в корпусе.

Помимо нормативных методов контроля тестер реализует ряд специфических измерений, в числе которых измерения двухэмиттерных, двухзатворных и двухбазовых транзисторов.

При выполнении всех видов измерений контролируемые п/п приборы подключаются по 4-проводной схеме.

Эргономика и безопасность рабочего места

Тестер предоставляет возможность контроля п/п приборов на одном или

двух измерительных постах, обеспечивая независимо-поочерёдный контроль двух разных типов п/п приборов при работе двух операторов.

Для удобства организации рабочих мест предусмотрена возможность дистанционного (до 1,5 м от тестера) размещения измерительных постов, что позволяет установить их на удобном для работы расстоянии.

В ручном режиме измерений операторы работают только с кнопкой «Пуск» и панелью индикации, отображающей результаты «Годен» или «Брак» с возможностью сортировки проверяемых приборов по разным группам годности. Табло индикации после каждого измерения показывает номер группы годности, используя до 69 видов разбраковки.

Надёжная защита зоны высоковольтных измерений обеспечивается конструктивными решениями и гарантирует полную электробезопасность оператора как при работе на основном посту, так и при использовании коммутаторов, поставляемых опционально.

Программное обеспечение

Управление работой Тестера FORMULA® TT2 обеспечивается средствами программного обеспечения FTT, которое автоматизирует процесс измерений на всех его фазах – от разработки и отладки программ контроля до выполнения измерений и сервисных процедур.

ПО характеризуется простотой в использовании и представляет собой интуитивно понятную символическую среду высокого уров-

ня, представленную в табличном виде (см. рис. 2). Благодаря этому от разработчика измерительных программ не требуется квалификации программиста.

Основой автоматизации работы на тестере является встроенная в ПО FTT библиотека методов измерений полупроводниковых приборов (МИПП), выполненных в полном соответствии с требованиями ГОСТ:

- ГОСТ 20398 – полевые транзисторы;
- ГОСТ 18604, ГОСТ 27264, ГОСТ 18604 – биполярные транзисторы;
- ГОСТ 24613 – оптопары;
- ГОСТ 19138 – тиристоры;
- ГОСТ 18986 – диоды и стабилитроны.

МИПП включает 65 нормативных методов контроля, существенно упрощая разработку измерительных программ, их обновление и доработку, уменьшая время разработки и количество создаваемых ошибок, а также их исправление.

Благодаря применению МИПП измерительная программа создаётся простым переносом данных из ТУ на испытуемое изделие в таблицу «Редактора измерительной программы» (см. рис. 2). Время составления одной программы контроля занимает не более 10 минут: требуется просто выбрать и расставить по порядку следования необходимые методы измерений из библиотеки МИПП, ввести условия тестирования и ожидаемые результаты.

Если измерительная программа должна выполняться с применением алгоритмов условных и безусловных переходов, при составлении программы контроля используется специальный инструмент «Редактор переходов» (см. рис. 2).

Все тесты с указанными в них параметрами автоматически объединяются в одну измерительную программу, которую можно сразу же выполнить на объекте контроля, как полностью, так и в пошаговом режиме.

Удобство программного инструментария FTT для создания тестов позволяет инженеру сосредоточиться на самом главном – особенностях работы объекта контроля и эффективном решении вопросов обеспечения качества проверяемых п/п приборов.

Управление процессом тестирования включает автоматическое документирование данных, которые используются для подтверждения соответствия или несоответствия проверенного компонента требованиям ТУ или ТЗ. Данные включают сведения

о заводском номере средства измерений, режимах проверки и результатах измерений по каждому тесту каждого объекта контроля. Символьно-графическое отображение результатов в процессе измерений представлено на рисунке 3. Предусмотрена также возможность отображения результатов по измеренным партиям за любой период времени (см. рис. 4).

ПО FTT позволяет автоматически генерировать текстовые протоколы измерений различного уровня детализации: от результатов разбраковки «Годен»/«Брак» до комплексных отчётов по каждому измеренному прибору и каждому параметру (см. рис. 5). Протоколы измерений хорошо читаются, удобны для анализа и могут быть преобразованы в типовые формы, принятые на предприятии потребителя.

Протоколы автоматически сохраняются в текстовом или EXCEL-файле и служат документальной и метрологической основой рекламационной работы.

Данные об измерениях могут транслироваться на удалённые серверы предприятия посредством подключения тестера к сети с помощью динамических библиотек.

Средства визуализации

Программный блок «Статистика» позволяет строить гистограммы и графики для визуальной интерпретации сводных отчётов об измерениях разных партий приборов за требуемый период (см. рис. 4) с возможностью анализа отклонений по параметрам и другим признакам изделий/партий.

Графическая интерпретация измерений в виде вольт-амперных характеристик (ВАХ) помогает сделать быструю визуальную оценку результатов измерений, а также исследовать поведение измеряемого прибора в диапазоне воздействий (см. рис. 6).

Все результаты измерений выводятся на экран в виде измеренного значения параметра, а также графически отображаются в виде формы измеренных сигналов на встроенном в тестер осциллографе (см. рис. 7).

Автоматизация сервиса и метрологии тестера

Сервисный комплекс ПО FTT охватывает все стороны эксплуатации Тестера FORMULA® TT2, включая контроль работоспособности оборудования, локализацию неисправностей и проверку метрологического соответствия. Обе-

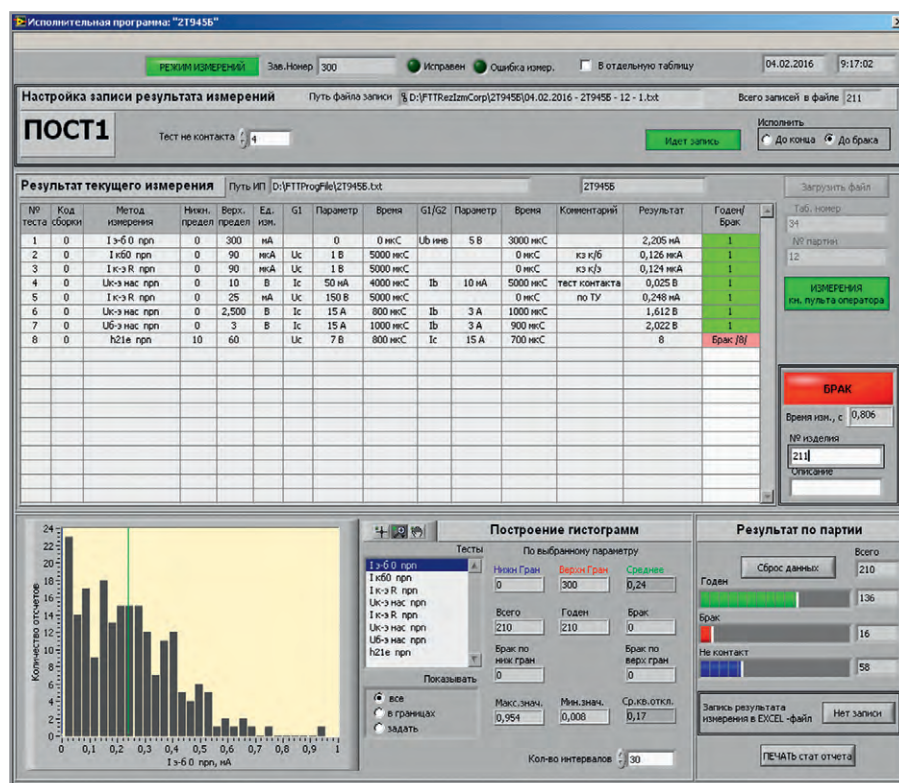


Рис. 3. Отображение режимов, методов и результатов в процессе измерений

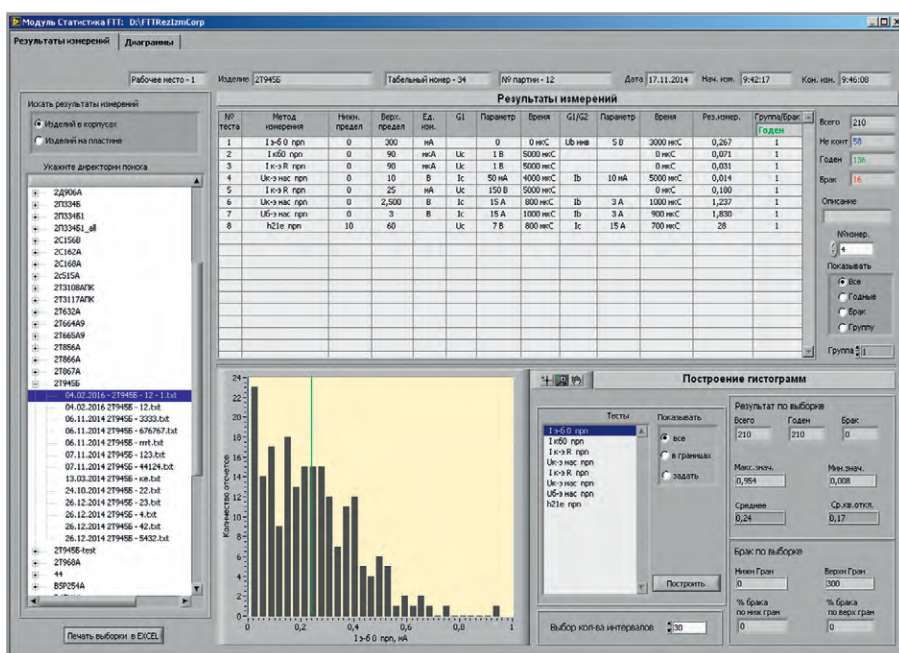


Рис. 4. Отображение сводных отчётов по измерениям за период в программном блоке «Статистика»

спечивается управление диагностикой и калибровкой тестера, автоматическое формирование протоколов поверки.

В результате удастся предельно сократить время на обслуживание оборудования и при этом дать полную уверенность в правильности результатов измерений.

Тестовые решения

Замещая оборудование предыдущего поколения, Тестер FORMULA® TT2 обеспечивает конструктивную совме-

стимость с измерительной оснасткой советских тестеров «14ТКС» и серии приборов «Л2-XX». Это позволяет обладателям старого оборудования приступить к работе на FORMULA® TT2 без затрат на производство контактных устройств.

Кроме того, в комплект поставки тестера предлагается включать разнообразные типы измерительной оснастки (см. рис. 8).

Измерительная оснастка является неотъемлемой частью «коробочных

A	B	C	D	E	F	G
1	РЕЗУЛЬТАТ ИЗМЕРЕНИЙ	14.08.2014				
2	Изделие: 278565					
3	Пластина: 856-1					
4	Всего: 366					
5	Годных: 39					
6	Брак: 279					
7	Кол-во неконтактов: 48					
8						
9						
10	1 Ук-э нас rnp (0-1 В) Ic=500 мА Ib=100 мА					
11	2 I к-э R rnp (0-90 мкА) Uc=1 В					
12	3 I к60 rnp (0-90 мкА) Uc=1 В					
13	4 I з-60 rnp (0-90 мкА) =0 Ub инв=1 В					
14	5 I з-60 rnp (0-10000 мкА) =0 Ub инв=5 В					
15	6 I к60 rnp (0-1,500 мА) Uc=840 В					
16	7 Ук-э нас rnp (0-1,350 В) Ic=5 А Ib=1 А					
17	8 h21e ОЭ rnp (12-27) Uc=5 В Ic=5 А Ib=185,185 мА					
18						
19	Брак по Ук-э нас rnp - 48					
20	Брак по I к-э R rnp - 14					
21	Брак по I к60 rnp - 0					
22	Брак по I з-60 rnp - 97					
23	Брак по I з-60 rnp - 0					
24	Брак по I к60 rnp - 119					
25	Брак по Ук-э нас rnp - 0					
26	Брак по h21e ОЭ rnp - 49					
27						
28	0 < Ук-э нас < 0,10 В - 309					
29	0,10 < Ук-э нас < 0,20 В - 6					
30	0,20 < Ук-э нас < 0,30 В - 2					
31	0,30 < Ук-э нас < 0,40 В - 1					
32	0,40 < Ук-э нас < 0,50 В - 0					
33	0,50 < Ук-э нас < 0,60 В - 0					
34	0,60 < Ук-э нас < 0,70 В - 0					
35	0,70 < Ук-э нас < 0,80 В - 0					
36	0,80 < Ук-э нас < 0,90 В - 0					
37	0,90 < Ук-э нас < 1,00 В - 0					
38	Ук-э нас > 1,00 В - 48					

Рис. 5. Протокол измерений в Excel-формате

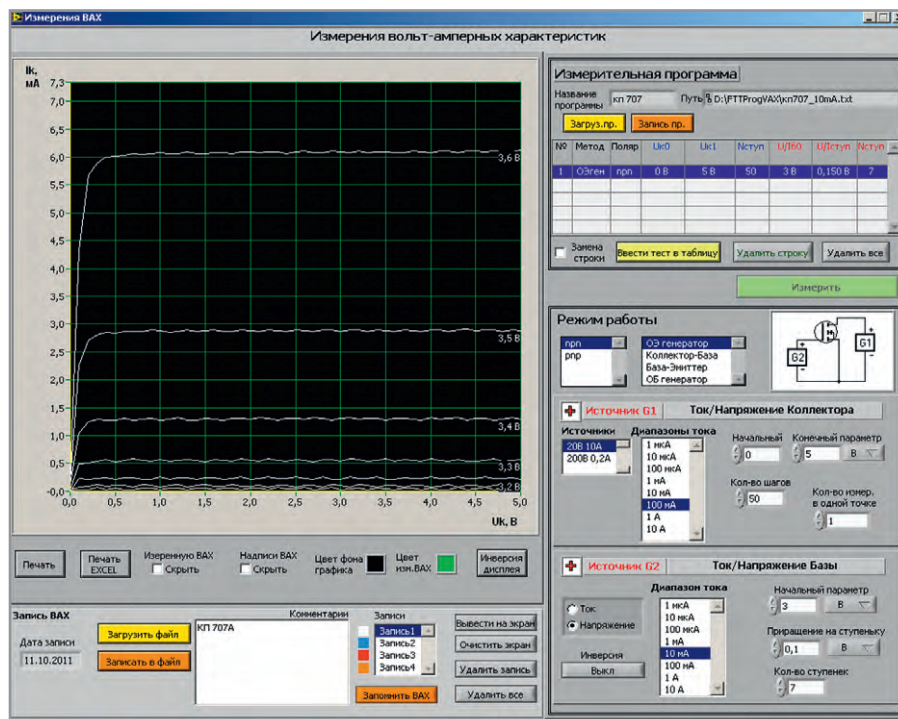


Рис. 6. Графическая интерпретация измерений в виде ВАХ

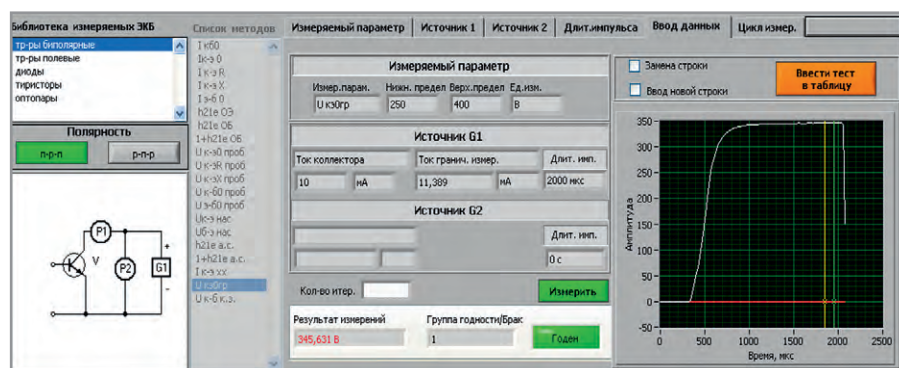


Рис. 7. Графическая интерпретация измерений в виде осциллограмм

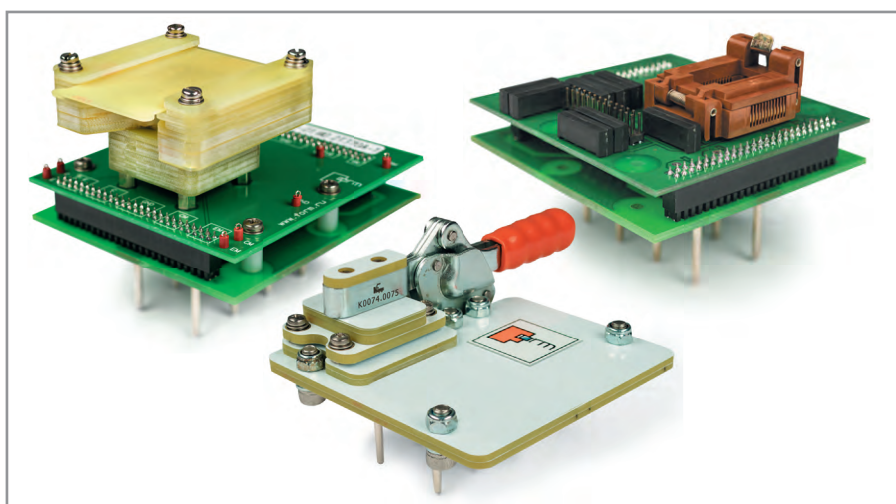


Рис. 8. Измерительная оснастка для Тестера FORMULA® TT2

продуктов» компании ФОРМ – готовых тестовых решений, предназначенных для широкой номенклатуры п/п приборов, включающих измерительную / испытательную оснастку, программу

контроля и паспорт с руководством оператора.

Тестовые решения позволяют обладателям Тестеров FORMULA® TT2 исключить все затраты на самостоя-

тельную разработку измерительной оснастки и программ контроля и незамедлительно приступить к измерениям и испытаниям, поручив работу рядовому оператору.

Если требуется отключить или добавить методы контроля, изменить параметры и группы разбраковки, программа контроля позволяет сделать это по усмотрению потребителя.

Тестовые решения предназначены для сокращения времени и издержек потребителя на подготовку процесса измерений ЭКБ. По заказу испытательная лаборатория ИЛФОРМ выполнит разработку новых тестовых решений.

Средства интеграции с внешним оборудованием

Тестер оснащён программно-аппаратными средствами для интеграции с внешним оборудованием отечественного и иностранного производства: с зондовыми установками, испытательным оборудованием, внешними приборами, автозагрузчиками и автосортировщиками.

Средства интеграции тестера поставляются опционально и включают специальные программные модули FTT, коммутаторы и встроенные порты Handler, RS-232, GPIB и LAN.

Опции могут быть поставлены как при приобретении тестера, так и в процессе эксплуатации, в рамках выполнения работ по дооснащению тестера.

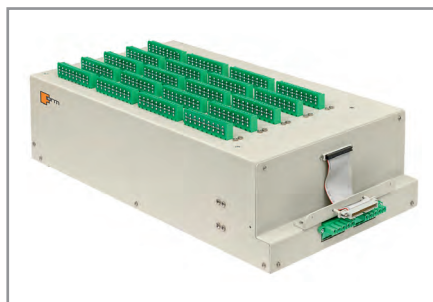


Рис. 9. Общий вид коммутатора K4x20

FORMULA® TT2 В ПРОЦЕССЕ ИСПЫТАНИЙ п/п ПРИБОРОВ

Конструкция, аппаратное и программное обеспечение тестера создают хорошие условия для испытаний п/п приборов, в том числе для испытаний, совмещённых с измерениями, например, с использованием проходных камер и камер тепла-холода.

Коммутатор K4x20 (см. рис. 9) предназначен для проведения групповых термоиспытаний п/п приборов в камерах тепла-холода. Коммутатор обеспечивает выполнение тестером дистанционного контроля электрических статических параметров партий п/п приборов, находящихся в камере тепла-холода, посредством управления их подключением к тестеру. Общий вид рабочего места тестера с коммутатором приведён на рисунке 10.

Использование коммутатора K4x20 в практике испытаний позволяет:

- выполнять измерения п/п приборов партиями до 20 штук по заданной пользователем временной циклограмме;
- загружать одновременно до 20 различных измерительных программ для каждого измеряемого типа изделия;
- автоматически документировать и хранить результаты измерений в текстовом файле;
- отображать результаты измерений проверяемой партии в табличной форме и в виде диаграммы;
- запускать исполнение измерительных программ от внешней кнопки тестера «ПУСК».

Технические характеристики коммутатора:

- количество двухпроводных линий в канале – 4;
- количество выходов (направлений) коммутации канала – 20;
- количество одновременно включённых выходов – 1;
- максимальный коммутируемый импульсный ток – не более 20 А;



Рис. 10. Рабочее место Тестера FORMULA® TT2 с коммутатором для термоиспытаний

- максимальное коммутируемое импульсное напряжение – не более 2000 В.

СЕРВИСНЫЕ УСЛУГИ ПРОИЗВОДИТЕЛЯ

Для сокращения времени и издержек потребителя на вспомогательные работы, непосредственно не связанные с измерениями, производитель предоставляет следующие технические услуги:

- интеграция Тестеров FORMULA® TT2 в технологическую, информационную и испытательную инфраструктуру потребителя с подключением внешнего оборудования, приборов и сетей;
- плановое техническое обслуживание, ремонт и метрологический сервис на месте эксплуатации тестера специалистами калибровочной лаборатории;
- организация рабочих мест на основе тестеров с оснащением информационной базой данных для входного контроля;
- расширение конфигурации тестера в соответствии с перечнем типовых опций, либо с разработкой опций на заказ;
- разработка специализированной оснастки;
- сопровождение в рекламационной работе с выездом к поставщику.

Разработчик и производитель гарантирует полное метрологическое соответствие Тестеров FORMULA® заявленным характеристикам, высокое качество и надёжность в эксплуатации. Тестеры обеспечены надлежащим техническим обслуживанием и оперативным инженерным сервисом в течение всего срока эксплуатации.

Характеристики FORMULA® TT2 метрологически обеспечены в производстве и эксплуатации, подтверждены государственными испытаниями на утверждение типа средств измерений – Свидетельство №52666 от 10.10.2013 г., регистрационная запись в Государственном реестре средств измерений № 55187-13.

Бизнес-процессы разработки, производства, поставки и обслуживания Тестеров FORMULA® TT2, а также обучения и поддержки потребителей регламентированы и выполняются подразделениями предприятия ФОРМ с соблюдением всех требований ГОСТ ISO 9001-2011 (ISO 9001:2008), что подтверждается Сертификатом соответствия, регистрационный № РОСС RU.ФК14.И001159 от 16.11.2015 г.

Качество тестера при производстве обеспечивается полнотой конструкторской и программной документации, современной технологией изготовления СИ, применением надлежащих компонентов и материалов, всесторонними испытаниями каждого узла и тестера в целом по утверждённым программам и методикам испытаний, включая финишные процедуры калибровки и поверки средства измерений под надзором уполномоченного органа системы Ростехрегулирования.

Стабильность и надёжность ПО FTM гарантируется внутренними аудитами, регулярным тестированием, а также многолетним применением в измерительной практике собственной испытательной лаборатории производителя. На сегодня в эксплуатации находится более 70 единиц данного оборудования.



Модульные корпуса на DIN-рейку: гибкость, универсальность и функционал

Ян Максел (г. Бломберг, Германия),
Александр Асон (г. Москва, Россия)

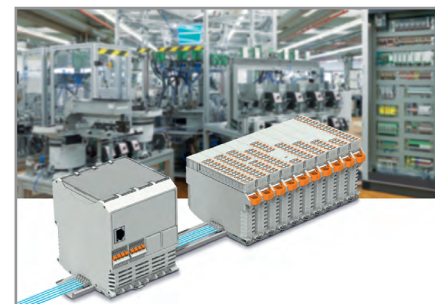
Модульные корпуса на DIN-рейку с шинной технологией соединения модулей – это универсальное и при этом экономичное решение для современных электронных устройств, обеспечивающее их функциональной и эстетичной «оболочкой», отвечающей современным требованиям к промышленной электронике. Различные типы соединителей, включая шинные, и модульность позволяют выбрать наиболее подходящий вариант для конкретной области применения.

В условиях современного рынка инженерные компании, разработчики и производители российской промышленной электроники встают перед новым выбором элементной базы и корпусов. Это обусловлено растущим спросом на отечественные программно-технические комплексы (ПТК) для систем управления технологическими процессами, которые должны не только производиться в России, но и быть дешевле зарубежных аналогов, а также не уступать им по техническим характеристикам и функциональности. Серийные изделия совершенствуются в сжатые сроки, расширяются существующие продуктовые линейки, создаются абсолютно новые устройства и решения.

Необходимость сокращения производственных расходов, снижение стои-

мости элементной базы без ущерба для качества конечного продукта, сокращение сроков разработки – это проблемы, с которыми сегодня сталкивается большинство разработчиков электронной аппаратуры.

Основными требованиями, предъявляемыми разработчиками к корпусам, являются функциональное размещение различных электронных компонентов и универсальность разъёмов для печатных плат. Кроме того, необходимость создания масштабируемых систем диктует требования не только к модульности корпусов, но и к межмодульным связям – шинному соединению корпусов, например, с помощью CAN-шины, RS-485-интерфейса или EtherCAT. Современные корпуса для промышленных электронных устройств, отвечающие этим требова-



ниям, должны иметь интеллектуальный дизайн, модульную концепцию, а также возможность монтажа на DIN-рейку и шинное соединение (см. рис. 1).

Альтернативные корпусные решения для систем АСУ ТП

Ответственные решения для обслуживаемых объектов автоматизации, требующие повышенной готовности оборудования, упрощённого обслуживания, расширенного диапазона температур эксплуатации, поддержки различных схем резервирования, имеющие повышенные требования к «вандалоустойчивости», в основном выполнены в конструктиве Евромеханика.

Печатные платы интегрированы в стандартный девятнадцатидюймовый корпус-корзину или в шкаф управления с использованием rackовых конструктивов или крейтов, поэтому здесь чётко определены размеры печатных плат и типы соединителей, что зачастую определяет высокую стоимость такого решения. Кроме того, гибкость и модульность также ограничены. Например, если конечный потребитель закладывает в проект меньше модулей ввода-вывода, так как их избыток только увеличит размеры системы и её стоимость, то выполнить это требование, если оно вообще выполнимо, можно только путём дорогостоящих и сложных изменений всей системы.

Именно для таких задач, в которых помимо широких функциональных возможностей оборудования в расчёт принимается также модульность и гибкость конструкции, монтируемые на DIN-рейку модульные корпуса являются оптимальным решением.

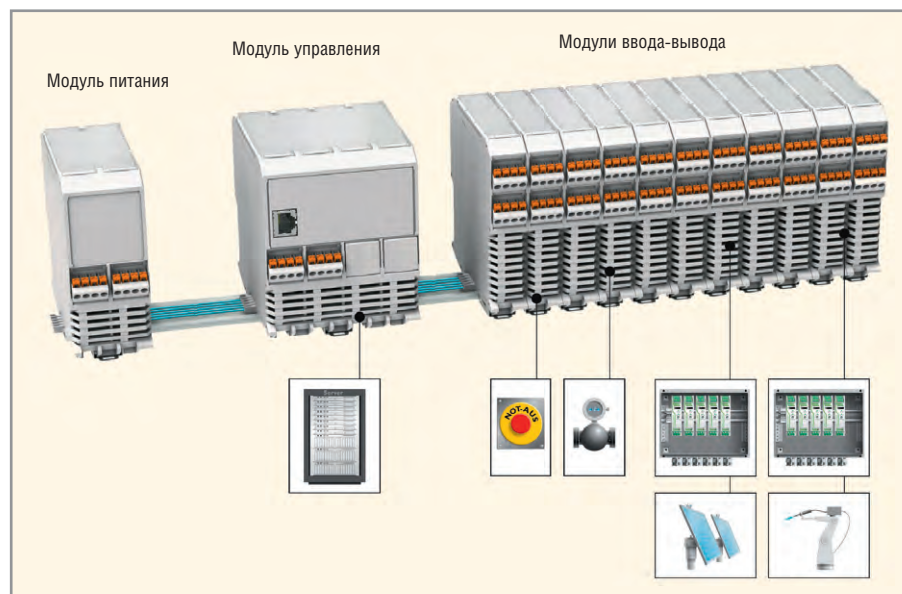


Рис. 1. Принципиальная схема TBUS для связи модулей системы АСУ ТП на примере возможной конфигурации, состоящей из контроллера, модулей ввода-вывода и блока питания

Модульные корпуса на DIN-рейку – масштабируемая платформа для систем АСУ ТП

В отличие от девятнадцатидюймовых корпусов или конструктивного решения, при котором печатные платы размещаются в шкафах управления с помощью специальных крепёжных систем, модульные корпуса дают гораздо больше гибкости при проектировании системы, а также позволяют в любой момент нарастить её функциональные возможности без серьёзных изменений конструктива. Установка и извлечение корпусов из системы осуществляется просто и без специальных инструментов, что также позволяет конечному потребителю сократить расходы.

Для крепления корпусов подходит самая обычная монтажная рейка TS 35/7.5 с размерами 35 × 7,5 мм. Для тяжёлых модулей предназначена рейка TS 35/15, которая имеет размеры 35 × 15 мм. Все монтажные рейки могут быть обрезаны до необходимой длины.

Современные корпуса для электроники должны обеспечивать возможность лёгкой интеграции любых разъёмов для их подключения к силовым или сигнальным линиям. Необходимость интеграции дополнительных интерфейсных разъёмов, например D-SUB, RJ-45 или USB, может быть легко реализована с помощью дополнительной механической обработки корпуса. Эти аспекты также приводят к снижению затрат на разработку устройства, если речь идёт о модульных корпусах на DIN-рейку.

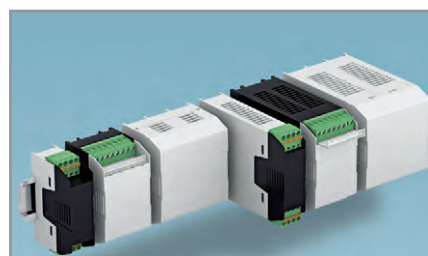
Корпуса для электронных устройств серий BC, ME, ME MAX производства компании Phoenix Contact сконструированы по модульному принципу. Благодаря модульности, устройства с различными функциями могут быть выполнены в едином дизайне. Возможность сборки корпуса без инструмента, путём крепления на защёлках, делает процесс производства более удобным. Улучшенный отвод тепла от электронных компонентов с повышенным тепловыделением достигается в корпусах с вентиляционными отверстиями. Если с ростом производительности оборудования возникает необходимость дополнительного охлаждения, то этот вопрос решается простой заменой одной из частей корпуса. При этом переделка печатной платы не требуется, а все остальные компоненты остаются неизменными.

Надёжное и безошибочное определение модуля и передача данных в процессе установки и эксплуатации системы являются основными условиями применения шинных систем. Шинный разъём TBUS, монтируемый на монтажную рейку, обеспечивает самоустанавливающееся соединение между устройствами. Разъём просто помещается на монтажную шину и крепится защёлками, благодаря чему при установке корпуса на DIN-рейку кроссовое соединение устанавливается автоматически. Глубокое положение штекера на монтажной рейке не приводит к уменьшению габаритов печатной платы, что также немаловажно для современных многофункциональных устройств с высокой плотностью монтажа электронных компонентов на печатной плате. Пять позолоченных контактов обеспечивают необходимый уровень безопасности передачи данных. Кроссовые шинные разъёмы с размером шага 3,81 мм подходят для передачи сигналов по единой шине данных, управляющих сигналов или питания, а также для адресации отдельных модулей. При установке устройства на DIN-рейку контактные площадки печатной платы соединяются непосредственно с позолоченными контактами шинного разъёма. Кроме того для подачи питания от блока питания к отдельным модулям также предусмотрена опциональная шина (см. рис. 2) по одной из сторон корпуса. Горячее подключение отдельного модуля к шине передачи данных и питания (до 42 А на систему) посредством специальных разъёмов осуществляется быстро и безошибочно.

Теперь дорогостоящее предварительное проектирование, дополнительный электромонтаж, а также возможные ошибки подключения остались в прошлом. Время монтажа при этом сокращается, дополнительные компоненты для расширения функционала в будущем можно так же удобно установить без специальной настройки.

В корпусах серии BC, ориентированных на применение в системах автоматизации зданий, предусмотрено шинное соединение корпусов посредством 16-контактного разъёма HBUS (см. рис. 3).

Корпуса для электронных устройств BC, ME и ME MAX не ограничивают возможностей использования клемм и разъёмов для печатных плат. При электромонтаже можно выбирать между фиксированными клеммами и разъёмами



Новинка

Универсальная система корпусов EH

Корпуса серии EH
со встроенными разъёмами –
решение для любых приборов



Установка печатной
платы в трёх
плоскостях



Крепление
на DIN-рейку или
на панель



Множество
вариантов
крышек

Корпусная система EH позволяет реализовать разнообразные и универсальные концепции корпусов. Семь вариантов ширины, два варианта высоты и три варианта крышки гарантируют более 100 возможных комбинаций.

Рисунки

ООО «Феникс Контакт РУС»
119619, Москва,
Новомещерский проезд,
д. 9, стр. 1
Тел: +7 (495) 933-8548
Факс: +7 (495) 931-9722
info@phoenixcontact.ru
www.phoenixcontact.ru



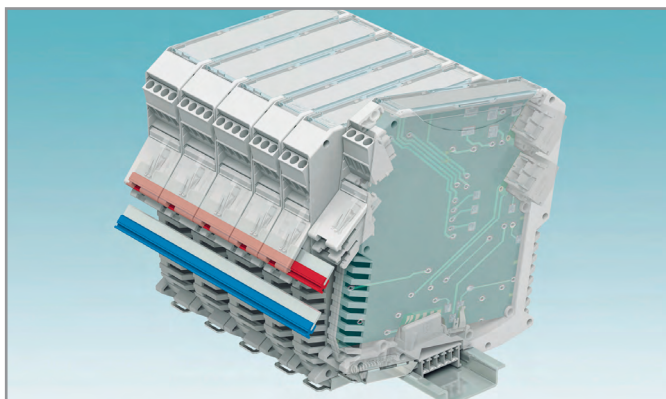


Рис. 2. Шина питания позволяет посредством двух переключек подать питание от источника (до 60 В / 42 А) к контроллеру и отдельным модулям ввода-вывода

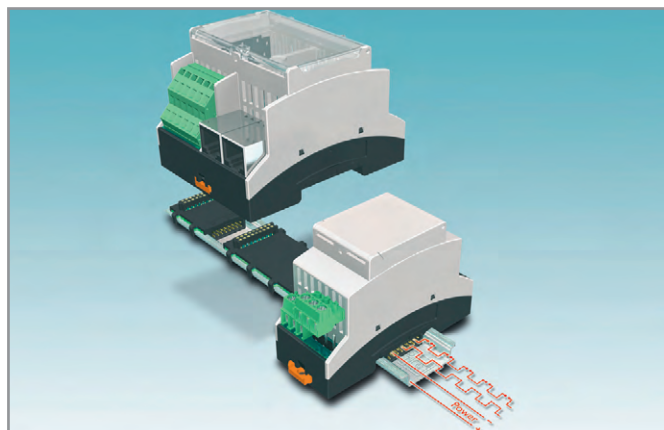


Рис. 3. Шинное соединение – отличительная особенность корпусов производства компании Phoenix Contact



Рис. 4. Доработка корпуса на примере контроллера ME-PLC; на боковых панелях, откидной крышке и панели индикации нанесена маркировка

ёмным соединением. В одном корпусе можно использовать разъёмы для проводов сечением 1,5 или 2,5 мм², а также клеммы с шагом 3,5, 5 и 7,5 мм.

По желанию заказчика корпус может быть оснащён функциональным заземляющим контактом, который соединяет печатную плату с заземлённой монтажной рейкой.

«Кастомизация» – стандарт или разработка с нуля?

Несмотря на широкий ассортимент стандартных корпусов, для многочисленных приложений требуются специализированные решения. В соответствии с требованиями заказчика, для элементов индикации или управления могут быть быстро и точно изготовлены отверстия даже при заказе небольших партий корпусов. Делается это путём их механической обработки. Например, фрезерованием или штамповкой. При крупносерийном

производстве отверстия могут быть предусмотрены уже в процессе литья корпусов под давлением. Маркировка корпусов выполняется путём шелкографии, тампопечати или лазерной гравировки высокого качества (см. рис. 4). При этом возможно также нанесение цветной маркировки.

Партнёрство между приборостроителями и производителями корпусов начинается на ранней стадии отбора компонентов и разработки топологии, с определения технического задания на корпус для электронных устройств, а также на клеммы и разъёмы для печатных плат. После презентации прототипа начинается фактическая реализация. Главным преимуществом такого партнёрства является экономия времени, так как электронное оборудование и корпус создаются параллельно. Для нормального и быстрого ввода в эксплуатацию корпус может поставляться предварительно собранным. Все

отдельные компоненты, такие как корпус, клеммы и разъёмы, компонуются индивидуально, предварительно монтируются и поставляются готовыми для установки.

Конфигурация-онлайн

В параллельной разработке топологии печатной платы и корпуса для электронных устройств центральную роль играет быстрый доступ к информации по модулям. Специальная программа-конфигуратор предлагает партнёру целевой поиск в базе данных изделий из широкого спектра корпусов для электронных устройств, а также клемм и разъёмов для печатных плат. Выбрав геометрические данные, электрические параметры и другие характеристики продукта, пользователь переходит непосредственно к соответствующим корпусам для электронных устройств. Библиотека САПР предоставляет разнообразные средства 2D- и 3D-проектирования. В Интернете можно получить геометрические данные корпусов, клемм и разъёмов в форматах DXF, IGES, STEP и VRML.

Заключение

Продуманные системы корпусов, которые удобно и экономично адаптируются для нужд конкретного клиента или под требования рынка, играют в «упаковке» электроники важную роль. Система корпусов существенно влияет на решение о покупке – она может придать устройству современный и инновационный вид. В сочетании с профессиональными клеммами и разъёмами для печатных плат, решения для корпусов компании Phoenix Contact представляют собой законченную концепцию, удовлетворяющую требованиям рынка.





Выставка
ЭЛЕКТРОНИКА
Урал

Идеальный контакт
«ЭЛЕКТРОНИКА—Урал 2016»
II Международная
специализированная
выставка

8–10 ноября
Екатеринбург, ЦМТЕ

Реклама

Проходит одновременно
с выставкой «Передовые
Технологии Автоматизации.
ПТА-Урал 2016»

Тематика выставки

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

В деловой программе

- Электронные компоненты и технологии
- Промышленная электроника

www.pta-expo.ru/ural/electronics

Организатор:
Электроника

Екатеринбург
Москва

Тел. +7 (343) 376-24-76 • info@pta-expo.ru
Тел. +7 (495) 234-22-10 • info@pta-expo.ru

Новости мира News of the World Новости мира

В антикризисный план на инновации заложено 30 млрд рублей

Правительство выделит институтам инновационного развития 29,5 млрд рублей в 2016 году. Это следует из проекта антикризисного плана, который Министерство экономического развития внесло в правительство 9 февраля. Средства из бюджета и антикризисного фонда получают Фонд развития промышленности, Фонд инфраструктурных и образовательных программ (ФИОП) и Фонд содействия развитию малых форм предприятий в научно-технической сфере (Фонд Бортника).

На докапитализацию Фонда развития промышленности будет выделено 20 млрд рублей из антикризисного фонда в марте 2016 года. О том, что правительство планирует выделить эти средства фонду ещё в начале декабря, заявлял Владимир Путин в Послании Федеральному собранию. «Финансовую поддержку проектам импортозамещения уже оказывает Фонд развития промышленности. Его программы востребованы предпринимателями. Предлагаю в следующем году провести докапитализацию фонда», – говорил президент. Полученные средства Фонд развития промышленности направит на займы для импортозамещающих предприятий, пояснил РБК представитель организации Андрей Райм.

ФИОП в марте получит 2,2 млрд рублей для «обеспечения опережающего роста инновационных предприятий и модернизации промышленности на основе современных технологий». Средства правительство выделит также из антикризисного фонда.

Фонд Бортника из бюджета может получить 4,43 млрд рублей. Ещё 3 млрд рублей во втором квартале 2016 года организации выделят из антикризисного фонда. Дополнительные средства будут направлены на поддержку не менее 220 малых инновационных предприятий, реализующих инновационные проекты, на создание или модернизацию не менее 400 рабочих мест, а также на финансирование мероприятий по реализации Национальной технологической инициативы.

Кроме финансовой поддержки правительство предлагает дать налоговые льготы и право на бюджетное финансирование, которые сейчас доступны только резидентам «Сколково», другим организациям. На такие льготы смогут претендовать «организации, расположенные в том числе в инновационных территориальных кластерах и отвечающие критериям, предъявляемым к резидентам

центра «Сколково». Разработать соответствующий законопроект поручено Минэкономразвития и Минфину к апрелю 2016 года.

Минэкономразвития работает над антикризисным планом с начала 2016 года. По мере поступления в правительство антикризисных заявок от ведомств стоимость антикризисного плана постепенно увеличивается. По состоянию на 8 февраля, он оценивался в 827,42 млрд рублей. За счёт нынешнего бюджета предлагается профинансировать 446,87 млрд рублей, из Фонда национального благосостояния предлагается выделить 39,8 млрд рублей.

Власти могут объединить или даже ликвидировать отдельные институты инновационного развития, сказал 26 января вице-премьер Аркадий Дворкович, назвав «Роснано», РВК, Фонд Бортника, «ВЭБ Инновации» и «Сколково» в числе институтов, чьи «мандаты, целевые установки и ключевые показатели эффективности» будут уточнены. «Останутся ли живы все эти институты, ещё предстоит решить», – сказал Дворкович, пообещав, что предложения на эту тему будут согласованы со всеми ведомствами и представлены в течение «ближайших недель».

www.rbc.ru

КРЭТ создаёт операционную систему на основе авиатехнологий

Раменское приборостроительное конструкторское бюро (РПКБ), входящее в КРЭТ, разрабатывает «с нуля» высоконадёжную серверную операционную систему на основе авиационных технологий. На данный момент на предприятии ведётся работа по расширению поддерживаемых платформ и областей применения операционных систем реального времени (ОСРВ).

По заявлению разработчиков, система позволит парировать программные сбои в функциональных программах по технологиям, принятым в авиационных ОС. У неё будет собственный код. Кроме того, система будет более чем в два раза надёжнее используемых сегодня в гражданской сфере ОС.

В отличие от большинства серверных операционных систем разработка РПКБ не строится на Linux или его клонах, а целиком и полностью разрабатывается с нуля, на основе подходов, используемых при разработке авиационного программного обеспечения.

Также на основе авиационной операционной системы реального времени идёт разработка системы для мобильных носимых устройств, таких как планшет, позволяю-

щей гарантировать выполнение критических приложений и защиту обрабатываемой информации.

Как известно, авиационные ОСРВ являются наиболее критичными элементами программного обеспечения с точки зрения качества и отказоустойчивости.

www.kret.com

Готовится производство новейшего помехозащищённого комплекса радиорелейной связи

АО «Концерн «Созвездие» (входит в АО «Объединённая приборостроительная корпорация» Госкорпорации Ростех) намерен приступить к серийному производству оборудования новейшего комплекса радиорелейной связи Р-430 со второй половины 2016 года. Приказ министра обороны о принятии комплекса на снабжение Вооружённых сил Российской Федерации вышел 29 января 2016 года.

Комплекс полевых помехозащищённых цифровых многонаправленных радиорелейных станций Р-430 обеспечивает развёртывание сетей и линий связи протяжённостью до 1500 км с интервалом 40–50 км. Он надёжно работает в сложной помеховой обстановке, в том числе в условиях радиоэлектронного противодействия. В станциях комплекса Р-430 применён весь спектр средств повышения развед- и помехозащищённости и обеспечены результаты, которые либо не полностью реализованы в других станциях, либо вообще в них отсутствуют. Например, в комплексе реализована функция автоматизированного планирования связи. Радиостанция самостоятельно проводит анализ местности, «видит» места затемнений, где может быть ухудшение качества передачи-приёма, и выстраивает оптимальный маршрут. А также самостоятельно проводит расчёт энергетики выбранной трассы.

Уникальность комплекса Р-430 состоит также в его способности проводить удалённый мониторинг и вести дистанционное управление многоинтервальной линией. Ведущая радиорелейная станция в каждый момент времени осведомлена о техническом состоянии других (корреспондирующих) радиостанций и автоматизированно выстраивает сеть передачи данных при возможной неисправности одного или нескольких звеньев. За счёт этого обеспечивается надёжность связи.

www.sozvezdie.ru



ДИПОЛЬ



Распродажа



Универсальный частотомер Keysight Technologies 53230A со склада «Диполь»

Двухканальный универсальный частотомер/таймер Keysight 53230A с диапазоном частот 350 МГц обеспечивает все необходимые возможности по измерению частоты и временных интервалов, а также непрерывные измерения и измерения без интервалов для выполнения базового анализа в модуляционной области.

- Два входных ВЧ канала (350 МГц) плюс третий дополнительный СВЧ канал (6 ГГц или 15 ГГц)
- Разрешение 12 разрядов в секунду при измерении частоты, 20 пс при измерении временных интервалов
- Встроенные функции для математического анализа данных, цветной графический дисплей (график тренда и гистограмма)
- Непрерывные измерения, измерения без интервалов и временные метки для выполнения базового анализа в модуляционной области
- Интерфейсы LXI-C/LAN, USB, GPIB
- Дополнительная литий-ионная батарея

Сомневаетесь в выборе?

Выездные демонстрации и специальные ценовые предложения помогут принять решение и сэкономить бюджет

- Скорость поставки. Более 400 наименований продукции находится на складе и готовы к отгрузке в любой момент.
- Точность измерений. Услуги первичной и периодической поверки от собственной метрологической лаборатории.
- Уверенность в оборудовании. Собственный сервисный центр и трехлетняя гарантия от производителя.

Реклама

Санкт-Петербург / Москва / Нижний Новгород
www.dipaul.ru / info@dipaul.ru / тел. (812) 702-12-66

Активный фильтр на мощном полевом транзисторе

Алексей Кузьминов (Москва)

В статье обсуждаются принципиальные схемы активных фильтров на базе ОУ и мощных полевых транзисторов. Применение таких фильтров позволяет уменьшить размах пульсаций выпрямленного напряжения в 25 раз, что эквивалентно установке сглаживающих конденсаторов ёмкостью 0,5 Ф. Фильтры оснащены защитой от превышения тока и короткого замыкания.

ВВЕДЕНИЕ

Для прецизионных измерений в научных исследованиях часто требуются блоки питания (БП) с ультранизким уровнем пульсаций. Применение импульсных источников питания (ИИП), имеющих уровень пульсаций в десятки милливольт, для этих целей исключено. Единственным способом получения напряжения с ультранизким уровнем пульсаций является использование БП на основе 50-герцового сетевого трансформатора. Традиционный выпрямитель, как известно, состоит из мощных диодов, включённых по мостовой или полумостовой схеме, и сглаживающих конденсаторов большой ёмкости.

В прецизионных лабораторных БП после выпрямителя обычно устанавливается линейный стабилизатор напряжения, который подавляет 100-герцовые пульсации выпрямленного напряжения, но до определённого уровня. Иногда ёмкость сглаживающих конденсаторов составляет 100 000 мкФ и более. При включении БП в начальный момент времени возникает зарядный ток, который может достигать очень больших значений. По мере заряда конденсаторов ток постепенно уменьшается, однако время, в течение которого он проте-

кает, зависит от ёмкости сглаживающих конденсаторов C и внутреннего сопротивления источника питания. Длительное протекание большого зарядного тока может привести к выходу из строя диодов и срабатыванию плавкого предохранителя, поэтому для ограничения зарядного тока устанавливают резистор небольшого номинала (20...100 Ом), параллельно которому включают контакты реле. При достижении номинального выходного напряжения реле включается, шунтирует своими контактами токоограничительный резистор, и линейный стабилизатор получает полноценное питание.

Однако такое решение проблемы приводит к дополнительным затратам, так как, во-первых, реле, рассчитанное на большой ток, не дёшево, во-вторых, конденсаторы большой ёмкости также достаточно дорогие и имеют большие габариты. Эту проблему пульсаций можно решить другим способом, не требующим ни больших материальных затрат, ни увеличения массогабаритных показателей БП. Этот способ заключается в использовании активного фильтра на базе мощного полевого транзистора и операционного усилителя (ОУ).

СХЕМЫ АКТИВНЫХ ФИЛЬТРОВ

В статье «Импульсный ИП со стабилизированным выходом и низким уровнем пульсаций» [1] говорится об использовании активного фильтра выпрямленного и сглаженного сетевого напряжения, которое требуется для работы импульсного источника питания. Схема такого фильтра проста (см. рис. 1). Принцип действия фильтра заключается в следующем. Конденсатор $C1$ заряжается через резистор $R1$ до среднего уровня входного напряжения (примерно 310 В), а $C2$ – до среднего уровня напряжения на конденса-

торе $C1$. Размах пульсаций напряжения на конденсаторе $C1$ в несколько раз ниже размаха пульсаций входного напряжения, поскольку цепочка $R1C1$ представляет собой простейший RC-фильтр низких частот, а размах пульсаций на конденсаторе $C2$ в несколько раз ниже размаха пульсаций напряжения на конденсаторе $C1$. Таким образом, размах пульсаций напряжения на затворе транзистора в десятки раз меньше размаха пульсаций входного напряжения.

Поскольку напряжение истока повторяет напряжение затвора (сдвинутое на значение напряжения отсечки транзистора), то на истоке размах пульсаций будет таким же, как на конденсаторе $C2$ при условии, что среднее напряжение на $C2$ ниже минимального входного напряжения, то есть ниже его среднего значения минус амплитуда пульсаций (и минус напряжение отсечки). Для выполнения этого условия используется резистор $R3$, который сдвигает уровень среднего напряжения на $C2$ «вниз» до нужного уровня. По существу, этот сдвиг определяется делителем $R1R3$.

Супрессоры $VD1$ и $VD2$ ограничивают максимальное значение напряжения затвор-сток и затвор-исток, чтобы транзистор не вышел из строя в момент включения.

Если постоянная времени τ , определяемая двумя RC-цепочками $R1C1$ и $R2C2$, больше, чем обратная величина частоты пульсаций выпрямленного напряжения, основная гармоника которого составляет 100 Гц, то подавление пульсаций будет оптимальным. Поскольку статический ток затвора транзистора очень мал, номиналы резисторов $R1$ и $R2$ могут составлять до 100 кОм, а номиналы ёмкостей $C1$ и $C2$ – доли мкФ.

Схема, показанная на рисунке 1, имеет две особенности. Первая состоит в том, что транзистор включён стандартным способом, используемым в линейных стабилизаторах: на сток подаётся входное напряжение, а с истока снимается выходное напряжение. Вторая особенность используемого транзистора: низкий порог включения – до 1 В (например, IRL2910). Если размах пульсаций входного напряже-

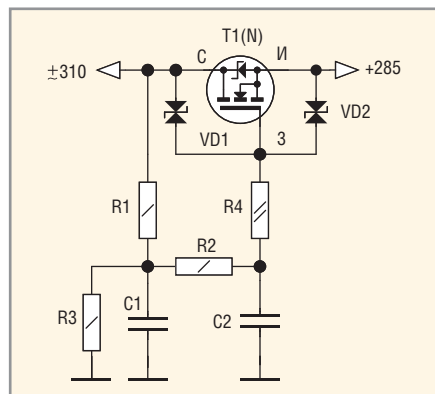


Рис. 1. Схема активного фильтра выпрямленного сетевого напряжения

ния составляет около 20 В, это не составит проблемы, тем более, что R3 сдвигает «вниз» напряжение на C1.

Однако такой фильтр нельзя применять для выпрямленного и сглаженного выходного напряжения вторичной обмотки трансформатора, поскольку, во-первых, размах пульсаций здесь на порядок ниже (около 2 В), во-вторых, мощные Р-канальные транзисторы с низким порогом включения не выпускаются (пороговое напряжение для них составляет 3...5 В). Например, если среднее выпрямленное напряжение составляет +20 В, а размах пульсаций ± 1 В, максимальное напряжение с учётом амплитуды пульсаций составляет +21 В. Чтобы открыть такой транзистор требуется на затвор подать напряжение +20 В + (3...5) В = 23...25 В. Очевидно, что такое напряжение из входного не получить. Можно, конечно, «сдвинуть» напряжение затвора с помощью R3 (см. рис. 1) на 3...5 В «вниз», однако при токе в 10 А транзистору придётся рассеять $5 \text{ В} \times 10 \text{ А} = 50 \text{ Вт}$ бесполезной энергии в тепло.

В других статьях [1, 2] мощный полевой транзистор включён в линейном стабилизаторе иначе. В схеме стабилизатора положительной полярности (см. рис. 2а), во-первых, используется транзистор с каналом противоположной полярности (P), во-вторых, транзистор «перевернут», то есть на исток подаётся входное напряжение, а со стока снимается стабилизированное напряжение. Аналогично устроен и стабилизатор отрицательной полярности (см. рис. 2б).

Преимущество такого включения транзистора заключается в том, что для открытия Р-канального транзистора на его затвор следует подать напряжение ниже входного на 3...5 В. Если, например, входное напряжение составляет +20 В с учётом пульсаций, то чтобы открыть такой транзистор, на затвор требуется подать напряжение $20 \text{ В} - (3...5) \text{ В} = 15...17 \text{ В}$. Очевидно, такое напряжение легко получить из входного напряжения. Аналогичные рассуждения справедливы и для стабилизатора отрицательной полярности (см. рис. 2б).

Принцип работы стабилизатора положительной полярности (см. рис. 2а) очень простой. На базе ОУ DA1.2, трёх резисторов R1, R2 и R3 и стабилитрона VD1 формируется высокостабильное опорное напряжение +Vref. Коэффициент стабилизации в этой класси-

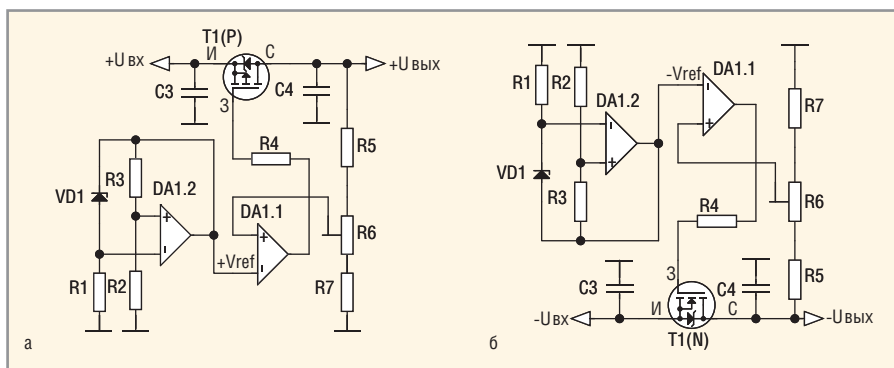


Рис. 2. Упрощённые схемы линейных стабилизаторов положительной (а) и отрицательной (б) полярности на ОУ и мощном полевом транзисторе

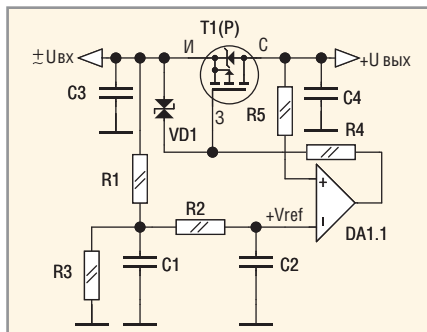


Рис. 3. Упрощённая схема активного фильтра напряжения положительной полярности на ОУ и мощном полевом транзисторе

ческой схеме формирователя опорного напряжения [3] достигает 10^4 [4]. Операционный усилитель DA1.1 используется для сравнения опорного напряжения Vref, поданного на его инвертирующий вход, с выходным напряжением стабилизатора, поданным на его неинвертирующий вход с делителя R5, R6 и R7. Выходное напряжение ОУ DA1.1 через резистор R4 подаётся на затвор транзистора. Если при подключении нагрузки выходное напряжение стабилизатора начинает падать, то начинает падать и напряжение на неинвертирующем входе ОУ DA1.1, что приводит к падению напряжения на затворе транзистора. Падение напряжения на затворе транзистора приводит к его приоткрыванию и восстановлению прежнего значения выходного напряжения с высокой точностью. Аналогичным образом работает стабилизатор напряжения отрицательной полярности (см. рис. 2б).

Если в стабилизаторе положительной полярности (см. рис. 2а) заменить формирователь опорного напряжения (DA1.2, R1, R2, R3 и VD1) двумя RC-цепочками (R1C1 и R2C2) и резистором R3 из схемы, представленной на рисунке 1, получается схема, показанная на рисунке 3, и стабилизатор превращается в фильтр напряжения поло-

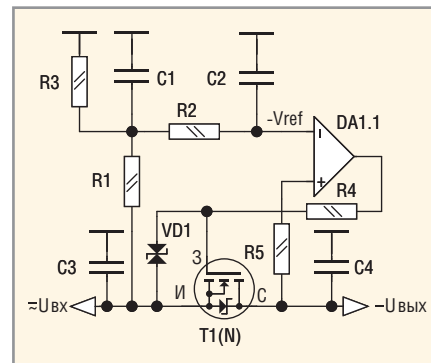


Рис. 4. Упрощённая схема фильтра напряжения отрицательной полярности

жительной полярности. Соответствующее включение транзистора избавляет схему, изображённую на рисунке 3, от недостатков схемы, приведённой на рисунке 1 (напряжение управления затвором транзистора ниже напряжения питания на 3...6 В, а транзистор может иметь более высокое пороговое напряжение). Преимущество схемы, представленной на рисунке 3, состоит ещё и в том, что транзистор здесь включён не как истоковый повторитель, а как усилитель напряжения. Кроме того, применение ОУ во много раз увеличивает точность поддержания выходного напряжения. Аналогичным образом построена схема фильтра напряжения отрицательной полярности (см. рис. 4).

СХЕМЫ ЗАЩИТЫ ОТ ПРЕВЫШЕНИЯ ТОКА

Стабилизаторы, изготовленные по схемам, приведённым на рисунке 2, обеспечивают размах пульсаций выходного напряжения 1,5...2 мВ при выходном токе до 10 А. Однако, как указывалось в статье «Импульсный ИП со стабилизированным выходом и низким уровнем пульсаций» [1], эти стабилизаторы обладают существенным недостатком – они беззащитны перед превышением тока и, в частности, коротким замыканием.

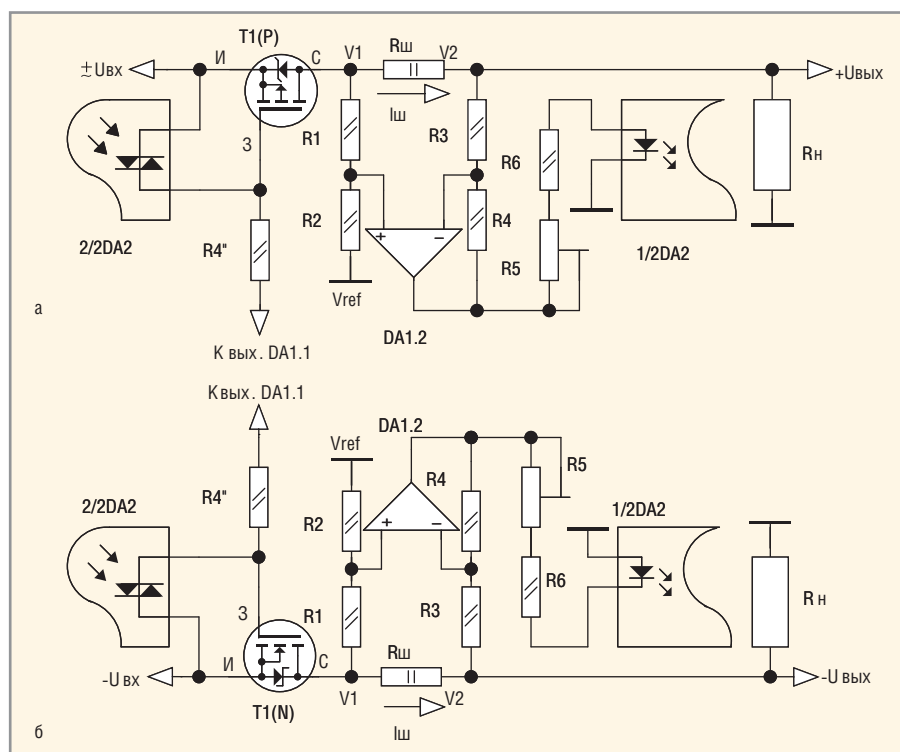


Рис. 5. Упрощённые схемы защиты от превышения тока: а – для напряжения положительной полярности; б – для напряжения отрицательной полярности

Посмотрим, как будет себя вести стабилизатор положительной полярности (см. рис. 2а), если ток нагрузки превысит определённый уровень (например, 10 А). Пусть нагрузка такова, что через стабилизатор проходит ток в 10 А. При подключении дополнительной нагрузки выходное напряжение опять начнёт падать, вследствие чего транзистор будет приоткрываться, чтобы поднять выходное напряжение. Это открытие может продолжаться вплоть до максимального тока, который способен пропустить транзистор. Например, для Р-канального транзистора IRF4905 с максимальным током стока в 75 А ток в 30 А, и 70 А является рабочим. Однако такой ток может легко разрушить выпрямительные диоды и сжечь трансформатор. Как можно догадаться, схемы фильтров, представленные на рисунках 3 и 4, обладают аналогичным недостатком.

Поэтому было решено сделать схему защиты от превышения тока на базе второго ОУ, входящего в состав микросхемы DA1 (см. рис. 3 и 4), то есть на DA1.2. Упрощённые схемы защиты для фильтров положительной и отрицательной полярности, соответственно, приведены на рисунках 5а и 5б.

Рассмотрим схему на рисунке 5а. Она состоит из измерительной части, собранной на ОУ DA1.2, четырёх резисторах R1–R4 и шунта Rш, и управля-

ющей, собранной на резисторах R5, R6 и симметричном оптодиодисторе DA2.

Для измерения тока используется шунт – резистор номиналом 0,005 Ом и мощностью 2 Вт. При токе через шунт $I_{ш} = 10$ А падение напряжения будет составлять $0,005 \text{ Ом} \times 10 \text{ А} = 0,05 \text{ В}$. ОУ включён по классической схеме дифференциального усилителя с привязкой выходного напряжения к «земле» [4]. При равенстве резисторов $R1 = R3 = 100 \text{ Ом}$ и $R2 = R4 = 10 \text{ кОм}$, $U_{вых} = 0,05 \text{ В} \times 10 \text{ кОм} / 0,1 \text{ кОм} = 5 \text{ В}$, то есть ОУ усиливает падение напряжения на шунте в 100 раз и привязывает его к «земле».

В управляющей части схемы инфракрасный светодиод оптрона подключён к выходному напряжению ОУ через резисторы R5 и R6, а симистор – между затвором и истоком транзистора T1. Симисторный оптрон, в отличие от транзисторного, обладает триггерным эффектом, то есть после установки триггера и пропадания инфракрасного излучения триггер может оставаться в проводящем состоянии неограниченное время, если через симистор идёт ток. Сброс триггера возможен только при снятии напряжения с выводов симистора.

При соответствующей настройке R5, как только выходной ток достигнет 10 А, выходное напряжение ОУ станет равным 5 В, загорится светодиод оптрона, включится оптосимистор и сво-

ими выводами замкнёт затвор транзистора на исток. Транзистор закроется, и выходное напряжение упадёт до 0,2...0,4 В. Для приведения схемы в исходное состояние (Reset) необходимо снять входное напряжение, то есть выключить БП и снова включить.

Применение ОУ с дифференциальным входом [4] позволяет довольно точно измерить ток и при этом использовать токоизмерительный резистор номиналом 0,005 Ом. При токе 10 А мощность, рассеиваемая на таком резисторе, составит всего 0,5 Вт, поэтому использованный резистор для поверхностного монтажа размера 2512 (LR2512-22R005F4) мощностью в 2 Вт имеет четырёхкратный запас по мощности при малых габаритах.

Упрощённая схема защиты от превышения тока для отрицательного напряжения (см. рис. 5б) действует аналогичным образом. Её отличие от предыдущей (см. рис. 5а) – в использовании транзистора противоположной полярности (N) и ОУ другого типа.

ПРИНЦИПИАЛЬНЫЕ СХЕМЫ УСТРОЙСТВ

Если объединить схему, приведённую на рисунке 3, со схемой, изображённой на рисунке 5а, получится активный фильтр положительного напряжения с функцией защиты от превышения тока, то есть два устройства в одном (см. рис. 6). Керамические и танталовые конденсаторы C1, C2, C4, C5, C6 и C7 снижают уровень пульсаций и дополнительно предохраняют ОУ от самовозбуждения. Конденсаторы C10 и C3 устраняют самовозбуждение ОУ на частотах около 200 кГц. Светодиод LED1, включённый последовательно с симистором DA1, индицирует аварийный режим, то есть состояние, в которое переключился симисторный триггер после превышения тока 10 А.

Поскольку выпрямительная схема для положительного напряжения содержит два выпрямительных диода и два конденсатора по 10 000 мкФ каждый, то в аварийном режиме, когда нагрузка отключена от входного напряжения, эти конденсаторы будут разряжаться около 3–4 минут после отключения БП от сети и своим напряжением поддерживать включённое состояние триггера и горение светодиода LED1. Когда конденсаторы разрядятся, триггер сбросится и светодиод потухнет, можно заново включать БП. Для ускорения разряда конденсаторов до нескольких секунд

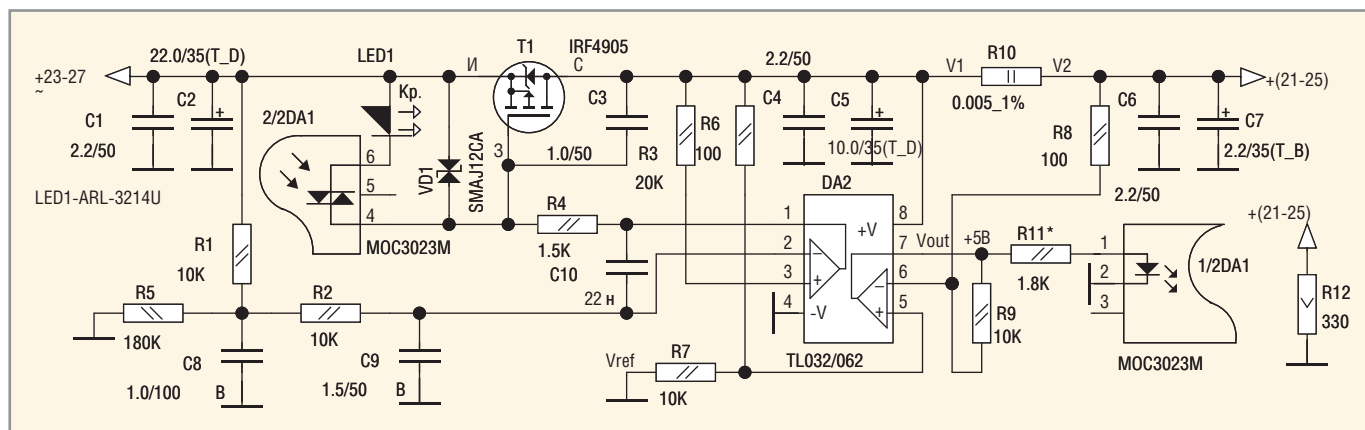


Рис. 6. Принципиальная схема активного фильтра положительного напряжения с защитой от превышения тока

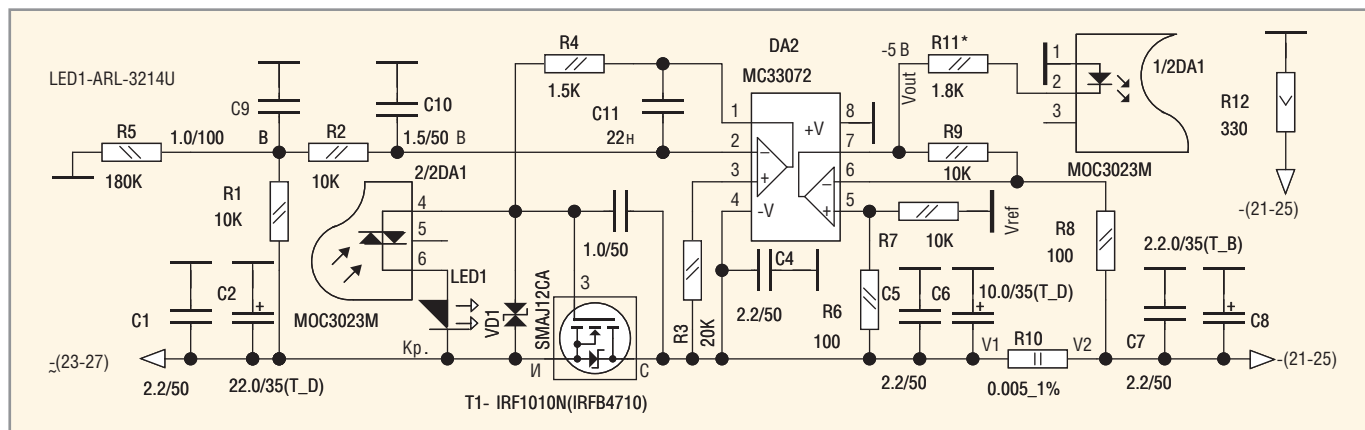


Рис. 7. Принципиальная схема активного фильтра отрицательного напряжения с защитой от превышения тока

можно предусмотреть принудительный разряд конденсаторов с помощью кнопки и резистора 50–100 Ом, подключённых к выходному напряжению конденсаторов и «земле».

Супрессор VD1 предохраняет затвор транзистора от перенапряжения в момент включения устройства. Резисторы R5 и R6 (см. рис. 5а) после соответствующей настройки заменены одним резистором R11* (см. рис. 6). Резистор R12 определяет минимальный ток, который требуется для полноценной работы устройства при отсутствии нагрузки. В качестве ОУ используется микросхема сдвоенного ОУ TL062 или её улучшенный аналог TL032. Отличительное свойство этих ОУ – они способны воспринимать входное напряжение вплоть до положительного напряжения питания +V (и даже выше его на 1...3 В). Поэтому напряжения, поступающие на входы ОУ с резисторов R3, R6 и R8, для такого типа ОУ являются рабочими. ОУ питается (+V) от выходного напряжения с низким уровнем пульсаций, что дополнительно снижает уровень пульсаций выходного напряжения.

Если объединить схемы, приведённые на рисунках 4 и 5б, получится активный фильтр отрицательного

напряжения с защитой от превышения тока (см. рис. 7). В схеме использован другой ОУ – MC33072, способный воспринимать входное отрицательное напряжение вплоть до -V и даже ниже на 0,3 В. Минимальное напряжение, которое может быть подано на входы TL032/062, должно быть выше -V, по крайней мере, на 1,5 В. В свою очередь, максимальное положительное напряжение, поданное на входы ОУ MC33072, должно быть ниже максимального напряжения питания +V, по крайней мере, на 1,5 В.

Дополнительный конденсатор C4, подключённый к выводу -V DA2, служит для дополнительного уменьшения пульсаций выходного напряжения. ОУ также питается от отрицательного выходного напряжения (-V), что способствует дополнительному уменьшению уровня пульсаций выходного напряжения. Всё остальное, сказанное про предыдущую схему, справедливо и для схемы, изображённой на рисунке 7.

Эквивалентная постоянная времени τ двух RC-цепочек, например, R1C8 и R2C9 в схеме, показанной на рисунке 6, составляет около 0,08 с. Для обеспечения такой постоянной времени с учётом внутреннего сопротивления

вторичной обмотки трансформатора и сопротивления выпрямительных диодов понадобится ёмкость сглаживающих конденсаторов в районе 500 000 мкФ (или 0,5 Ф).

Увеличивать эту постоянную времени не рекомендуется, так как при скачкообразном изменении входного напряжения или сопротивления нагрузки конденсаторы, определяющие постоянную времени, могут не успеть разрядиться (или зарядиться) до нужного уровня, что приведёт к проникновению пульсационной составляющей в выходное напряжение фильтра.

Разводка печатных плат и фотографии устройств

Разводка плат устройств сделана с помощью программы Sprint Layout 6.0. Изготовление плат и их фотошаблонов вкратце описано в статье «Импульсный ИП со стабилизированным выходом и низким уровнем пульсаций» [1].

Вариант разводки платы фильтра положительного напряжения (см. рис. 8) имеет небольшие размеры (17 × 28 мм). Синим цветом показаны компоненты, расположенные со стороны дорожек, зелёным – с обратной стороны, чёрным – расположен-

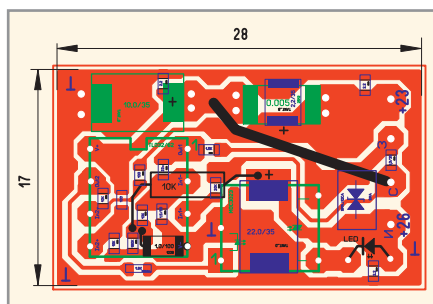


Рис. 8. Вариант разводки платы фильтра положительного напряжения

ные со стороны дорожек, но укрепленные навесным монтажом (резистор R1 номиналом 10 кОм и конденсатор C8 номиналом 1,0 мкФ / 100 В).

Резистор R12 укреплен на карболивом четырехконтактном клеммнике ПС12-4, к клеммам которого также припаяны два провода (белого цвета) непосредственно от стока и истока транзистора (см. рис. 9а). Эти провода должны иметь сечение не менее 1–1,5 мм². К соответствующим контактам клеммника также припаян «земляной» провод от платы марки МГТФ. На обратной стороне платы виден токоизмерительный резистор, к которому с двух сторон припаяны скобы из медного одножильного провода диаметром 0,7 мм. Каждая скоба пропущена через два отверстия в плате и припаяна к соответствующим дорожкам. Аналогичным образом укреплен танталовый конденсатор 10 мкФ / 35 В, расположенный рядом с микросхемой ОУ. У оптрона неиспользуемые выводы (3 и 5) удалены. Сток транзистора соединен с соответствующим контактом токоизмерительного резистора проводом сечением не менее 1...1,5 мм².

Плата фильтра отрицательного напряжения получилась такого же размера (см. рис. 10). Внешне фотографии фильтра отрицательного напряжения мало отличаются от фильтра положительного напряжения, поэтому не станем их приводить.

ИСПЫТАНИЯ УСТРОЙСТВ

Проверка работы устройств проводилась путём подключения к их выходам двух мощных резисторов номиналом 5 Ом и одного резистора номиналом 10 Ом. При подключении резистора 10 Ом выходное напряжение соответствовало примерно 25 В, что даёт ток около 2,5 А. При подключении резистора 5 Ом выходное напряжение падало до 23 В, что даёт ток около 4,6 А. При параллельном подключении двух резисторов по 5 Ом напряжение снижалось

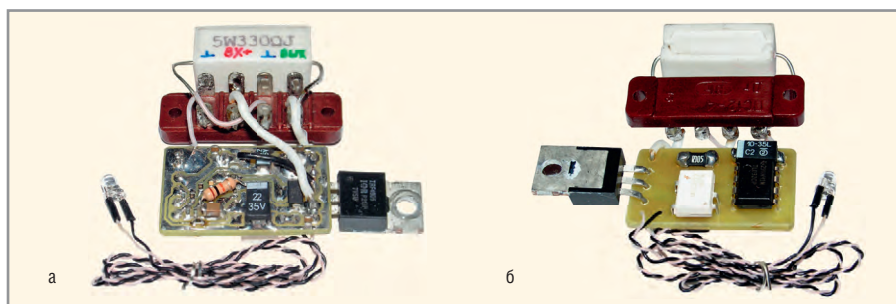


Рис. 9. Фотография устройства фильтра положительного напряжения: а – вид со стороны расположения дорожек; б – вид с обратной стороны

до 21,5 В, что даёт ток 8,6 А. При параллельном подключении всех трёх резисторов (общее сопротивление 2 Ом) выходное напряжение снижалось примерно до 20 В, что даёт ток 10 А. Этот режим использовался для проверки функционирования защиты по току.

При тестировании наблюдались осциллограммы входного и выходного напряжений, подключённых к входам двухканального цифрового осциллографа. При этом входы осциллографа были переключены в режим измерения переменного напряжения (АС), чтобы можно было сравнивать размах пульсаций входного и выходного напряжений устройств. Одна из осциллограмм, соответствующая работе фильтра положительного напряжения при токе 8,6 А, приведена на рисунке 11.

Осциллограмма жёлтого цвета (1 канал) соответствует входному напряжению, цвета морской волны (2 канал) – выходному напряжению. Фиолетовым цветом показан спектр входного напряжения, полученный с помощью БПФ. Вертикальное разрешение для входного напряжения составляет 0,5 В/деление («500 mV» на осциллограмме), для выходного напряжения – 20 мВ/деление («20 mV»), горизонтальная развёртка составляет 2 мс/деление («Time 2.000 mS»). Разрешение по частоте составляет 125 Гц/деление («125.0 Hz/div»).

На экран осциллографа выведены размах пульсаций входного напряжения («Vpp(1) = 1.24 V»), размах пульсаций выходного напряжения («Vpp(2) = 50.4 mV») и измеренная частота пульсаций входного напряжения («Freq(1) = 99.60 Hz»). На осциллограмме видно, что размах пульсаций выходного напряжения (≈50 мВ = 0,05 В) меньше размаха пульсаций входного напряжения (≈1,25 В) в 1,25 В / 0,05 В = 25 раз. Если считать относительную погрешность выходной пульсационной составляющей 50 мВ относительно напряжения питания, то она составляет 0,05 В /

21,5 В = 0,00233 или 0,233% ≈ 0,25%. Форма осциллограммы пульсаций входного напряжения близка к пилообразной (или треугольной). Этот вывод будет использован далее. В спектре сигнала входного напряжения основная гармоника соответствует примерно 100 Гц, однако имеется гармоника 200 Гц (с меньшим весовым коэффициентом) и гармоника 350 Гц с ещё меньшим весовым коэффициентом. Также можно отметить 50-герцовую составляющую.

В форме выходного напряжения можно заметить верхнюю (положительную) часть синусоиды и двугорбую кривую рядом с ней. Такая форма напряжения возникает, когда с помощью резистора R3 (см. рис. 3) настраивается выходное напряжение фильтра. Если, например, R3 = 150 кОм, то форма пульсаций выходного напряжения близка к синусоиде, а абсолютное значение выходного напряжения на 1,5...2 В ниже минимального входного напряжения (то есть ниже его среднего значения минус отрицательная амплитуда пульсационной составляющей [1]). При этом транзистор рассеивает мощность, равную проходящему току, умноженному на эти 1,5...2 В (при токе 8,6 А энергия составляет 8,6 А × 2 В = 17,2 Вт), поэтому сильно нагревается. По мере увеличения R3 в середине синусоиды возникает горб, амплитуда которого увеличивается, а выходное напряжение возрастает. При равенстве выходного напряжения входному минус амплитуда пульсаций (при R3 = 180 кОм, это R5 на рисунке 6), форма пульсаций становится такой же, как на рисунке 11, и транзистор рассеивает только энергию пульсационной составляющей входного напряжения.

Как известно, действующее значение пилообразного (или треугольного) сигнала, как на рисунке 11 (жёлтый), меньше его амплитудного значения в $\sqrt{3}$ раз. Если размах пульсаций входного напряжения составляет 1,25 В (см. рис. 11), то его амплитуда будет в два раза меньше.

То есть $1,25 \text{ В} / 2 = 0,625 \text{ В}$. А действующее значение ещё в $\sqrt{3}$ раз меньше. То есть $0,625 \text{ В} / \sqrt{3} \approx 0,36 \text{ В}$. При токе $8,6 \text{ А}$ транзистор будет рассеивать энергию, равную всего $8,6 \text{ А} \times 0,36 \text{ В} \approx 3 \text{ Вт}$.

Таким образом, активный фильтр рассеивает очень мало энергии, так как пропускает на выход только постоянную составляющую, а пульсационную рассеивает в виде тепла.

ФИЛЬТР ПЛЮС СТАБИЛИЗАТОР В ОДНОМ УСТРОЙСТВЕ НА БАЗЕ ЧЕТЫРЁХКАНАЛЬНОГО ОУ ADA4096-4

В 2011 году компания Analog Devices представила четырёхканальный Rail-In Rail-Out ОУ ADA4096-4. Этот ОУ воспринимает (Rail-In) и воспроизводит (Rail-Out) сигналы, равные положительному (+V) и отрицательному (-V) напряжению питания, максимальное значение которого (+V - (-V)) составляет 36 В. ОУ специально сконструирован для использования в различных зарядных устройствах и БП. ОУ имеет и двухканальную версию (ADA4096-2). Высокие технические характеристики, малый размер, сравнительно невысокая

цена и доступность ADA4096-4 позволили сконструировать и проверить на практике работу этого ОУ в устройстве, сочетающем в себе и фильтр, и стабилизатор (см. рис. 12).

В схеме применён относительно новый оптронный тиристор FODM3053 (DA2) в корпусе Mini-Flat-4 размером $7 \times 4 \text{ мм}$ для поверхностного монтажа. Пороговый ток, при котором зажигается светодиод оптрона (5 мА), точно такой же, как и в применённом оптроне MOC3023M (DA1, см. рис. 6). Поэтому и номинал резистора R12* (1,8 кОм, см. рис. 13) такой же, как номинал резистора R11* (см. рис. 6).

В качестве шунта использован резистор R11 номиналом 0,01 Ом, который в два раза больше номинала резистора R10 (0,005 Ом, см. рис. 6), поэтому номиналы резисторов R8 и R10 по сравнению с номиналами резисторов R7 и R9 (10 кОм, см. рис. 7) уменьшены в два раза – до 5 кОм (точнее до 4,99 кОм).

Подстроечный резистор R2 служит для более точной настройки напряжения в точке соединения C4 и R4, что позволяет выставить максимум первого горба (см. рис. 11) вровень с максимум

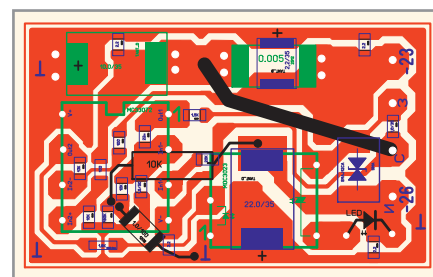


Рис. 10. Вариант разводки платы фильтра отрицательного напряжения



Рис. 11. Осциллограммы входного и выходного напряжения фильтра положительного напряжения при токе 8,6 А

мом полусинусоиды и уменьшить нижний минимум до минимума полусинусоиды и, таким образом, немного снизить максимальный размах пульсаций.

Honeywell

TDK

SICK

VISHAY

BOURNS
Reliable Electronic Solutions

IQR

TE
connectivity
Authorized Distributor

Panasonic

JAMICON

MASTECH

MITSUBISHI
ELECTRIC

UNIT

muRata
INNOVATOR IN ELECTRONICS

OLOMON

МИКРОСХЕМЫ ДЛЯ ПОСТРОЕНИЯ ИСТОЧНИКОВ ПИТАНИЯ

Vin 85-265 VAC

LinkSwitch до 9 Bm

TinySwitch до 36 Bm

TOPSwitch до 300 Bm

Vin 16-75 VDC

DPA-Switch

POWER
INTEGRATIONS

платан
www.platan.ru

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

Реклама

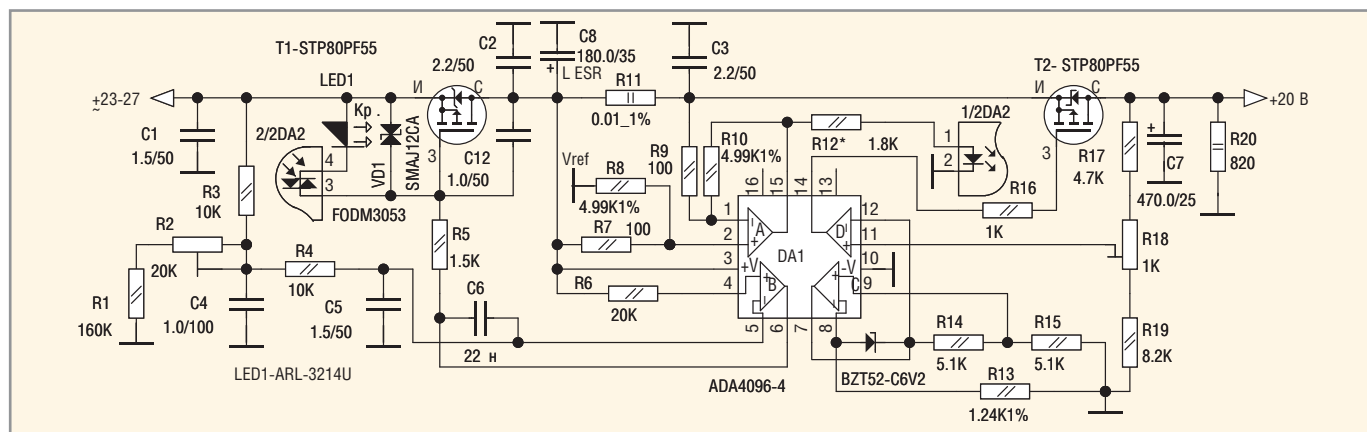


Рис. 12. Принципиальная схема фильтра и стабилизатора положительного напряжения в одном устройстве на базе ОУ ADA4096-4

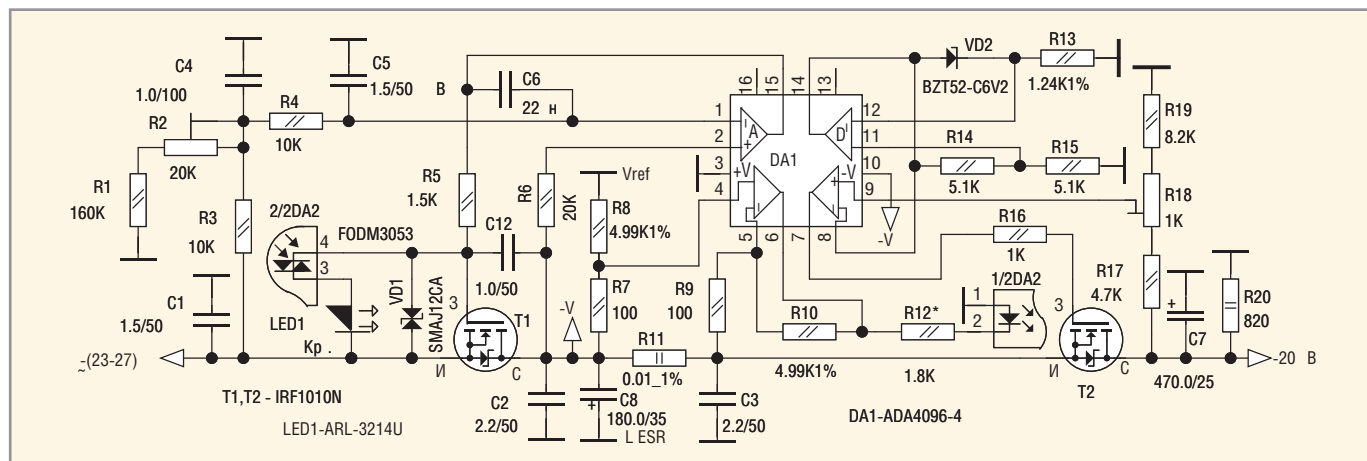


Рис. 13. Принципиальная схема фильтра и стабилизатора отрицательного напряжения в одном устройстве на базе ОУ ADA4096-4

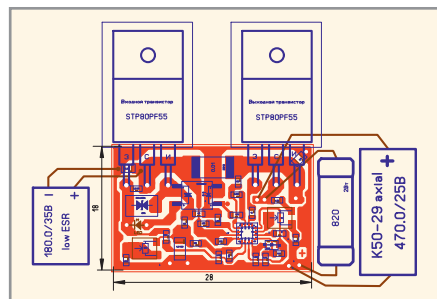


Рис. 14. Вариант разводки фильтра и стабилизатора положительного напряжения

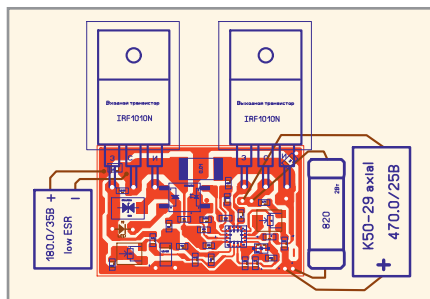


Рис. 15. Вариант разводки фильтра и стабилизатора отрицательного напряжения



Рис. 16. Фотография фильтра и стабилизатора положительного напряжения

В схеме использован более мощный транзистор STP80PF55, имеющий меньшее сопротивление в открытом состоянии, чем транзистор IRF4905 (T1, см. рис. 6), – 18 мОм против 20 мОм, большой максимальный ток (80 А против 74 А), большую крутизну (32 А/В против 21 А/В). Этот транзистор открывается раньше, чем транзистор IRF4905, то есть при меньшем (по абсолютному значению) напряжении между затвором и истоком. Это означает, что ОУ должен подать на затвор напряжение более близкое к напряжению питания.

ОУ TL032/062 (DA2, см. рис. 7) на это не способен, так как он может выдавать максимальное напряжение меньше напряжения питания (+V), по край-

ней мере, на 1–1,5 В. В связи с этим, при использовании транзистора STP80PF55 совместно с ОУ TL032/062 при малых токах нагрузки возникает ВЧ-генерация, убрать которую невозможно.

Использование ОУ ADA4096 (Rail-Out) снимает эту проблему.

В связи с меньшим напряжением между затвором и истоком, требующимся для открытия транзистора STP80PF55, чем транзистора IRF4905, светодиод LED1 с токоограничительным резистором номиналом 20 кОм можно подключить между стоком и истоком T1, а оптосимистор – между затвором и истоком T1. Это относится и к схеме фильтра и стабилизатора отрицатель-

ного напряжения (см. далее). Защита от превышения тока срабатывает при токе 10 А.

Устройство, собранное по схеме, изображенной на рисунке 12, показало идеальную работу. Максимальный размах пульсаций выходного напряжения составляет меньше 1 мВ при токе 10 А (такой режим работы был искусственно создан с помощью отключения защиты). Падение напряжения (между истоком и стоком T2) при токе 10 А составляет не более 0,1 В. Снижение выходного напряжения в зависимости от тока нагрузки составляет не более 5 мВ/А, то есть, если выставить выходное напряжение без нагрузки равным 20,05 В, то при токе 10 А оно снизится до 20,00 В.

Схема фильтра и стабилизатора для отрицательного напряжения (см. рис. 13) составлена из схем, приведённых на рисунках 26 и 7. Изменены полярности включения светодиода LED1, инфракрасного светодиода оптрона (выводы 1 и 2 DA2), стабилизатора VD2 и электролитических конденсаторов C7 и C8. Изменено включение питания ОУ DA1: теперь +V (вывод 3) подключено к «земле», а -V (десятый вывод) – к стоку T1. В схеме использованы полевые транзисторы противоположной полярности (IRF1010N). Всё остальное осталось без изменений. Выходные параметры работы схемы, показанной на рисунке 13, практически не отличаются от выходных параметров работы схемы, изображённой на рисунке 12. Разводка обеих схем показала, что каждую из них можно разместить на плате размером 18 × 28 мм (см. рис. 14 и 15, соответственно).

Фотография готового фильтра и стабилизатора положительного напряжения (см. рис. 16) приведена только с одной стороны, так как с обратной стороны плат ничего нет. В качестве каркаса всего устройства использованы трёх-

контактные клеммники 3ПС5-3 из карболита. Расстояния между центрами отверстий металлических оснований транзисторов выбрано с учётом расстояний между центрами отверстий клеммников (20 мм), что позволяет обойтись для закрепления конструкции всего двумя винтами. Транзисторы прикрепляются к радиатору через керамические теплопроводящие прокладки с использованием изолирующих втулок и теплопроводной пасты. Электролитические конденсаторы припаяны к самой плате, а мощный резистор R20 (см. рис. 16) – к клеммнику. Исток входного транзистора и сток выходного соединяются с соответствующими контактами клеммника проводом MC16-13 сечением 1–1,5 мм². «Земля» платы соединяется с земляным (центральным) контактом клеммника одной из жил такого же провода, поскольку потребление тока платой составляет не более 50 мА (с учётом резистора R20).

Таким образом, применение ОУ ADA4096 значительно уменьшает габариты плат и позволяет использовать практически любые полевые транзисторы (в том числе более мощные).

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Применение фильтров положительного и отрицательного напряжений, сконструированных на основе мощных полевых транзисторов и ОУ, позволяет решить проблему подавления пульсаций выпрямленного и сглаженного электролитическими конденсаторами напряжения вторичной обмотки сетевого трансформатора. Защита от превышения тока, в том числе и от короткого замыкания, позволяет повысить безопасность и надёжность работы БП, а также предохранить нагрузку от разрушения большим током.

ЛИТЕРАТУРА

1. Кузьминов А. Импульсный ИП со стабилизированным выходом и низким уровнем пульсаций. Современная электроника. 2015. № 4–6.
2. Кузьминов А. Использование мощных полевых транзисторов и операционных усилителей в прецизионных регуляторах и стабилизаторах напряжения. Современная электроника. 2012. № 7.
3. Рутковский Дж. Интегральные операционные усилители. Мир. 1978.
4. Хоровиц П., Хилл У. Искусство схемотехники. Мир. 1993.



www.jtaglive.ru



Пугают цены на системы периферийного сканирования?

- Buzz
- BuzzPlus
- AutoBuzz
- Clip
- Script
- Плееры JAM/STAPL/SVF
- JTAG Live Controller

Реклама

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

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

«Вот пуля пролетела...», или О практическом применении УЗИП

Александр Соколов (Москва)

Будучи разработчиком электронных приборов, я неоднократно сталкивался с таким явлением, как выход из строя преобразователей-нормализаторов сигналов датчиков по какому-либо каналу измерений. «Пуля пролетела» – говорят в таких случаях электронщики...

Датчики стоят на агрегатах, а преобразователи – везде: в щитах, шкафах, специальных боксах с высоким IP и так далее (см. рис. 1). При проверке выясняется, что, к примеру, конвертер «ток 4...20 мА в напряжение 0...10 В», вышел из строя. Недолго думая, его просто заменяют на новый. И так из раза в раз – не часто, но регулярно.

Что же произошло? Почему после долгой безотказной работы вышел из строя надёжный прибор с гальванической развязкой выходных цепей и цепей питания? А выводит его из строя часто именно «пуля». Только «пуля» высоковольтная и очень короткая – от единиц до десятков микросекунд. Такую и осциллографом-то не сразу поймашь. Если входной каскад при этом сгорел – ещё полбеды. Бывает хуже – когда он не сгорел, а «подгорает», то есть конвертер продолжает имитировать работу, и даже из «зелёной»

зоны может не выходить, но о линейности характеристики можно забыть. Это самый затратный по времени случай ремонта измерительного канала – не сразу найдёшь, где притаилась неисправность. А ведь из года в год измерительные цепи становятся всё более чувствительными, а диапазоны входных напряжений АЦП – всё меньше.

Откуда взялось это самое перенапряжение? Оно может, например, индуктивным или ёмкостным путём навеситься на измерительный тракт от силовых цепей мощного электрооборудования там, где они проходят рядом. Перенапряжение в силовых цепях, как правило, рождается в моменты пуска (большой пусковой ток) или отключения (всплески самоиндукции) электроагрегатов. Найти точку «передачи» помехи в большом машинном зале, где много электромоторов или генераторов в цепях разной мощности и про-

ходит огромное количество измерительных и питающих кабелей, – это «шаманство». И самое сложное при этом поиске – нестабильность появления скачков фатальной для измерительных цепей амплитуды. Дело в том, что включение/выключение агрегатов может происходить в разные моменты времени относительно амплитуды питающей волны в сети (в момент перехода через ноль или на пике полуволны), а перенапряжение может появляться, например, лишь в моменты одновременного включения нескольких агрегатов (наибольший пусковой ток). Следовательно, перенапряжение – это неудачное для измерительного оборудования стечение обстоятельств.

Что можно предпринять в таком случае? Перепроложить кабели или переместить измерительное оборудование? Нередко это утопия! Остаётся один вариант – защитить от перенапряжения выходные цепи датчиков, входные цепи преобразователей и линии связи преобразователей с центральными измерительными блоками. Для защиты всех этих цепей от высоковольтных коротких «пуль» и существует специально спроектированное оборудование – устройство защиты от импульсного перенапряжения (УЗИП).

Включается УЗИП непосредственно в цепи аналоговых и цифровых сигналов, не внося никаких изменений в параметры цепей передачи сигнала. Работает УЗИП очень просто. При появлении в защищаемой цепи нарастающего фронта перенапряжения (с первых наносекунд!), внутренняя схема УЗИП сразу начинает работать как ограничитель напряжения, уменьшая своё внутреннее сопротивление и беря на себя всю мощь разрушительного импульса.

Рассмотрим работу простейшего УЗИП на примере защиты двухпроводного канала измерения температуры. Будем считать (и это наиболее частый вариант), что мы изначально не знаем, в каком месте измерительной цепи располагается «антенна» (кусочек проводника), которая ловит помеху, приводящую к перенапряжению. Следовательно, УЗИП должно расположиться



Рис. 1. Преобразователи (конвертеры, барьеры) компании Weidmüller

максимально близко к «чувствительным к перенапряжению» местам цепи: выходу датчика и входу преобразователя.

В рассматриваемом варианте (см. рис. 2) УЗИП состоит из супрессора VD1 и газового разрядника. ВАХ супрессора примерно такая же, как у симметричного стабилитрона, но обладает высокой (наносекундной) скоростью реакции и имеет очень малую внутреннюю ёмкость. Газовый же разрядник обладает высокой скоростью реакции, малой ёмкостью, но несколько плавающим порогом срабатывания, который зависит от формы переднего фронта импульса помехи. Пока на выводах супрессора напряжение меньше порогового, он не проводит электрического тока (его сопротивление велико и не влияет на измерения). Как только напряжение высоковольтной помехи в цепи достигает порогового уровня (уровня защиты), супрессор уменьшает своё сопротивление, стабилизируя амплитуду помехи на безопасном для измерительных цепей уровне. Если же амплитуда помехи превышает даже порог срабатывания газового разрядника, то весь ток помехи проходит сквозь разрядник, не доходя до чувствительных цепей.

Какие цепи следует защищать таким образом? Если мощные агрегаты работают в одном помещении с чувствительным измерительным оборудованием, то рекомендуется уже на стадии проектирования закладывать УЗИП во все чувствительные цепи.

Все ли УЗИП состоят из газовых разрядников и супрессоров? Основу

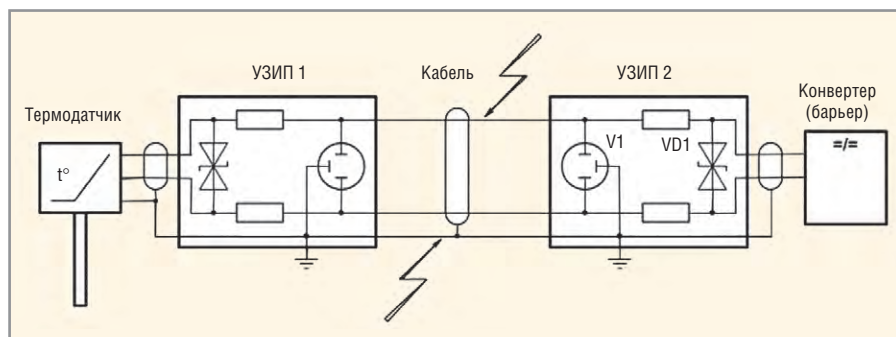


Рис. 2. Установка УЗИП в цепь, соединяющую датчик с конвертером

современных УЗИП составляют газовые разрядники, варисторы и супрессоры. Внутренние схемы УЗИП зависят от типа интерфейса, который они защищают от перенапряжения: иногда достаточно одного супрессора, а иногда в схеме УЗИП стоят все три элемента защиты. При этом основная задача УЗИП – защитить чувствительные устройства от помехи, но никак не влиять на параметры измерительной цепи.

Какие типы интерфейсов можно защитить с помощью УЗИП? В каталоге устройств защиты от перенапряжений компании Weidmüller перечислены 98 типов только низковольтных интерфейсов, для которых имеются УЗИП [1], например: 0(4)...20 mA; 0...10 B; Hart; PT 100; PT 1000; RS-232; RS-422 (V.11); RS-422A (V.11, X.27); RS-423A; RS-449; TTL; TTY; ARCNET (Plus); ASI; ASI; BITBUS; BLN; CAN-Bus; CANopen; C-BUS; C-Bus; CC-LINK; Data Highway (Plus), DH+, DATEX P; Device Net; Dupline / Miniplex; E1; EIB; ET 200; Ethernet Cat.6; Ethernet Cat.5; FIPIO / FIPWAY; Genius I/O Bus; HDSL; IEC-BUS;

Interbus; LON™ (Works); LON™ TP/XF 78; LUXMATE-Bus; M-Bus; MOD-Bus; MODBUS(-PLUS); MPI Bus; N1 LAN; N2 Bus (P-Bus); P-NET; Procontic CS3 I; Procontic T200; Profi bus; Profi bus DP; Profi bus DP/FMS; Process Bus; Panel Bus; RACKBUS; SDLC; SDSL; SecuriLan-LON™-Bus; SINEC L1; Sinec L2; SINEC L2 DP; Token Ring; TP/FTT 10+TP/LPT10; ADSL; ADVANT; HDSL; SHDSL; T-DSL; телефонный аналоговый; VDSL; X.21/X.24, X.25/X.31.

С появлением новых интерфейсов задачи их защиты будут также актуальны. И желательно, чтобы специалисты проектных институтов не обходили эту тему стороной: чтобы предъявить претензии разработчику, заложившему в схему преобразователь без УЗИП, нужно воссоздать то самое стечение обстоятельств, благодаря которому конвертер вышел из строя. Искусственно это, зачастую, повторить невозможно, поэтому и говорят: «пуля пролетела».

ЛИТЕРАТУРА

1. www.weidmueller.ru.



Новости мира News of the World Новости мира

Применение изделий микроэлектроники в радиоэлектронной аппаратуре

На базе АО «ЦКБ «Дейтон» состоялся практический семинар на тему «Применение изделий микроэлектроники в условиях, отличных от указанных в документах на поставку». Организаторами семинара и совместного заседания выступили Комитет по приборостроению, системам управления, электронной и электротехнической промышленности СоюзМаш России, Ассоциация «Лига содействия оборонным предприятиям» и «ЦКБ «Дейтон».

Участники мероприятия сосредоточились на решении проблемных вопросов, связанных с применением изделий микроэлек-

троники в радиоэлектронной аппаратуре. В обсуждении приняли участие представители, специалисты, эксперты и профессорско-преподавательский состав таких организаций, как «Авиаавтоматика», «Аедон», «Ангстрем», АНО «Академия надёжности», «ГРЦ Макеева», «НИИ КП», «НИИ «Субмикрон», «НИИ ПП», НИУ МИЭТ, МИЭМ НИУ ВШЭ, МОКБ «Марс», «НПЦ «Полус», «ОРКК», «РКС», «Темп-Авиа», «ЦНИИАГ», «ЦКБА».

Участников семинара приветствовал заместитель исполнительного директора Ассоциации «Лига содействия оборонным предприятиям» Анатолий Шевляков. Он рассказал о совместной работе с «ЦКБ «Дейтон» по сбору и обобщению информации о продукции и совместно разработанном

издании о предприятиях радиоэлектроники, выпускающих продукцию во времена Великой Отечественной войны.

Были затронуты проблемы и решения единства терминологии, параметров и показателей, введения в действие стандарта ГОСТ 2.124–2014 и информационного обеспечения разработчиков радиоэлектронной аппаратуры.

Участникам семинара была предоставлена возможность ознакомиться с изданиями «ЦКБ «Дейтон» и получить информационные материалы по вопросам семинара. Учитывая интерес к обсуждаемым вопросам, «ЦКБ «Дейтон» планирует провести цикл таких обучающих мероприятий.

www.soyuzmash.ru

Новости мира News of the World Новости мира

«ОПК» начнёт производство «беспилотной» радиоэлектроники нового поколения

Входящая в Госкорпорацию Ростех «Объединённая приборостроительная корпорация» в 2017 году начнёт серийное производство радиоэлектронных систем нового поколения для беспилотных летательных аппаратов (БЛА). Аппаратура создана в духе концепции «сетевых войн» и является базой для различных разведывательных БЛА, которые могут быть интегрированы в современные автоматизированные системы управления боем.

С помощью новейшей радиосистемы БЛА способен в режиме реального времени передавать голосовые сообщения, навигационные данные, изображения, а также текстовые диалоги в формате чата и видео в HD-качестве по нескольким каналам одновременно на большие расстояния. Серьёзный уровень помехозащищённости аппаратуры гарантирует надёжную работу радиосистемы даже в условиях радиоэлектронного противодействия противника.

«Сейчас аппаратура проходит испытания, которые подтверждают: по уровню защищённости, скорости и дальности передачи данных новая техника превосходит российские аналоги и многие зарубежные системы», — рассказал заместитель генерального директора «Объединённой приборостроительной корпорации» Сергей Скоков. — Главная цель, которую нам уда-

лось достигнуть — передача больших массивов информации на дальние расстояния — десятки и сотни километров. Причём если раньше БЛА могли транслировать данные только на наземный пункт управления, то теперь беспилотник способен одновременно передавать информацию и на «землю», и другим летательным аппаратам, в том числе вертолётам, самолётам и даже космическим аппаратам».

Такие характеристики позволяют беспилотнику «общаться» одновременно с большим количеством потребителей информации. Благодаря этому командные пункты и все боевые единицы, интегрированные в систему управления боем, получают возможность видеть данные беспилотной разведки в режиме онлайн и действовать более оперативно.

Большим преимуществом БРЭО является его универсальность — аппаратура может применяться на БЛА любого типа, в том числе в комплексах большой дальности, высоты и продолжительности полёта. Такой подход позволяет существенно повысить степень информационной унификации беспилотной техники.

Одним из первых летательных аппаратов, где будет серийно устанавливаться новое БРЭО, станет средний БЛА «Корсар». Большой интерес к новой аппаратуре проявили уже несколько известных российских производителей БЛА для Минобороны и других силовых структур.

Пресс-служба АО «Объединённая приборостроительная корпорация»

Инновации и проекты импортозамещения в радиоэлектронной отрасли получат господдержку

Постановления Правительства Российской Федерации от 17 февраля 2016 года № 109 и № 110 утверждают правила предоставления субсидий из федерального бюджета российским организациям, реализующим комплексные проекты в рамках государственной программы Российской Федерации «Развитие электронной и радиоэлектронной промышленности на 2013–2025 годы».

«Госпрограмма является ключевым элементом единой концепции развития радиоэлектронной промышленности, заложенной в Стратегию развития электронной промышленности России на период до 2025 года. Такой подход предусматривает поэтапное развитие отрасли путём решения ключевых проблем, опираясь на имеющийся у организаций задел в наиболее конкурентоспособных технологических нишах. Таким образом, осуществляется выстраивание конкурентоспособной научной, технологической, производственной и кадровой структуры отрасли в военном, специальном и гражданском сегментах рынка. Кроме того, такой подход позволяет проводить гибкую поддерживающую политику в зависимости от текущего состояния отрасли и макроэкономических условий», — сказал министр промышленности и торговли РФ Денис Мантуров.

www.minpromtorg.gov.ru

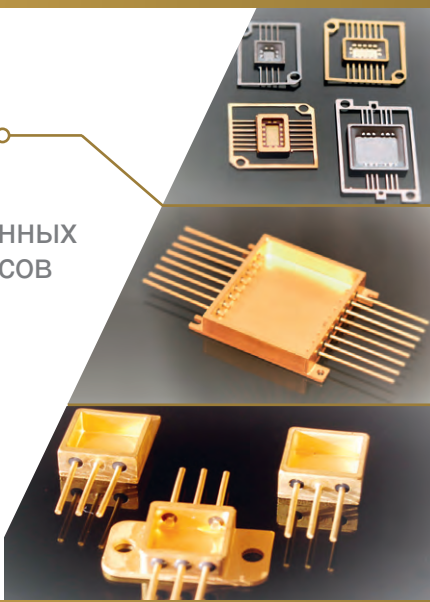


АО «ЗАВОД «МАРС»



Производство металлостеклянных
и металлокерамических корпусов
для микроэлектроники

Производство контактирующих
устройств и спутников-носителей



www.z-mars.ru
zmars@torzhok.tvcom.ru
 +7(48251)552-37

Реклама

Новости мира News of the World Новости мира

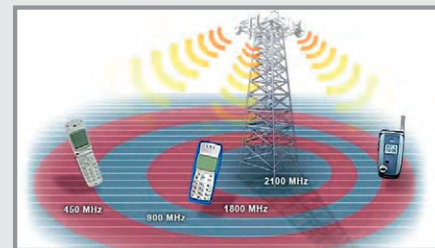
РФ достигла одного из самых высоких показателей распространения сотовой связи

Рынок сотовой связи в России практически исчерпал возможность экстенсивного развития. Каждый второй россиянин выходит в Интернет ежедневно. Такие данные приводятся в опубликованном Высшей школой экономики бюллетене с результатами Мониторинга информационного общества за период 2010–2015 годы.

В России отмечается один из самых высоких в мире показателей распространения сотовой связи: 151 активный абонент на 100 человек населения, что превосходит уровень развитых стран на четверть (120), развивающихся стран – на две трети (91). Плотность фиксированной связи в нашей стране невысока – 27 аппаратов на 100 человек населения (в развитых странах – 40). Таким образом, сегодня число активных абонентов сотовой связи в России в полтора раза превышает численность населения. В результате этот рынок практически

исчерпал возможности экстенсивного развития: абсолютное число абонентов увеличилось за 2014 год лишь на 1,2%, относительное (в расчёте на 100 человек населения) – почти не изменилось и составило к 2013 году 99,5%. При этом трафик сотовой связи вырос по сравнению с 2013 годом на 3%.

Как отмечается в исследовании, развитие сотовой связи тесно связано с обеспечением доступа к Интернету, возможностью передачи контента, качественного звука и других коммуникационных компонентов. В 2015 году в мире 46% домашних хозяйств имели доступ к Интернету, в том числе в развитых странах – 81%, в развивающихся – 34%. По сравнению с 2010 годом этот показатель вырос на 15–18 процентных пунктов. Проникновение Интернета в российские семьи проходило более активно: в течение последних пяти лет доля домашних хозяйств, имеющих доступ к Сети, выросла на 22 процентных пункта – с 48 до 70%. Достигнутый уровень – выше средних значений стран СНГ, Северной и Южной Америки, государств Ближнего Востока



и других регионов мира, но ниже европейского на 12 процентных пунктов.

По данным Международного союза электросвязи (МСЭ), мировая аудитория интернета превысила 3 млрд человек, составив 43% населения земного шара. В России каждый второй россиянин в возрасте 15–72 лет (52%) выходит в Сеть ежедневно. В целом за 2014 год интернет-аудитория составила 70% от численности населения рассматриваемой возрастной группы. По показателю годовой аудитории Интернета Россия, так же как и по его наличию в домашних хозяйствах, отстаёт от средних значений по Европе, опережая другие регионы.

www.pcweek.ru

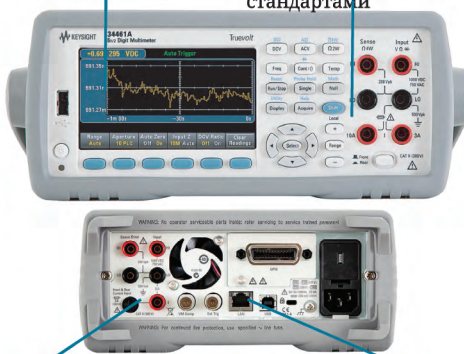


6½ и 7½ – разрядные цифровые мультиметры серии Truevolt 34460A, 34461A, 34465A, 34470A

■ Цветной графический дисплей с возможностью отображения тренда (кроме 34460a) аналоговой шкалы, гистограмм, математических функций и статистики

■ 12 измерительных функций: напряжение и сила постоянного и переменного тока, сопротивление по 2- и 4-проводной схеме, емкость, частота, период, температура, неразрывность электрических цепей, тестирование диодов

Цветной графический дисплей 100% совместимость по кодам SCPI с промышленными стандартами



Разъемы для подключения на задней панели



Утвержденные типы средств измерений

Интерфейсы: USB, LAN/LXI, GPIB

■ Точность по постоянному току до 0.0016%, скорость измерений до 50000 изм/сек, память до 2 Мвб

■ Максимальное входное напряжение 1000В, максимальный входной ток 3А/10А

■ Возможность дистанционного управления прибором, а также захвата и отображения данных на ПК или мобильном устройстве

Реклама

«ЭрисКом» - официальный дистрибьютор Keysight Technologies в России.

Тел./Факс: +7 (499) 218-2353
www.eriscom.ru / info@eriscom.ru

Гармонический анализ: выявление проблем целостности сигналов в системах питания

Симран Нанда, Keysight Technologies

К современным сетям питания могут подключаться самые разнообразные устройства: импульсные источники питания, регулируемые электроприводы с преобразованием частоты, источники бесперебойного питания, светодиодные осветительные приборы, зарядные устройства, инверторные преобразователи, генераторы и многие другие. Причём размер и надёжность многих таких устройств определяется, в первую очередь, входящими в их состав нелинейными компонентами. Это требует от разработчиков особого внимания к влиянию нелинейных токов на качество напряжения в сети питания.

Импульсные источники питания широко применяются в электронном оборудовании – компьютерах, мониторах, телевизорах и другом. Обычно эти устройства потребляют нелинейный (импульсный) ток и поэтому являются сильными источниками гармоник в сети питания (см. рис. 1). Это справедливо и для приводов с преобразованием частоты, которые часто применяются для управления двигателями переменного тока, например, в бытовой технике или в системах отопления, вентиляции и кондиционирования. Даже светодиодные лампы, несмотря на малую потребляемую

мощность, могут порождать гармоники достаточно высокого уровня при параллельном включении большого числа устройств.

Отрицательное влияние гармоник хорошо известно: перегрев кабелей и трансформаторов, ток в нейтральном проводнике, неожиданное срабатывание автоматических выключателей, повышенное электромагнитное излучение и сокращение срока службы электродвигателей и трансформаторов. Кроме того, для питания с учётом этих гармоник приходится использовать кабели большего сечения и трансформаторы с запасом мощности, что

влечёт за собой дополнительные расходы. Чтобы смягчить эти проблемы при разработке новых устройств, нужно оценить реальный уровень гармоник, что может оказаться весьма непростой задачей.

Добропорядочные потребители в сети питания

Конечно, проблемы чрезмерного уровня гармоник выходят далеко за пределы тестируемого устройства. Любое искажение напряжения или снижение качества питания влияет на всех потребителей, подключённых к рассматриваемому участку сети. Гармонические токи и напряжения могут сложным образом взаимодействовать с другим оборудованием, подключённым к сети питания, порождая трудно диагностируемые проблемы.

Чтобы минимизировать эти проблемы, инженеры-энергетики проверяют, являются ли их устройства «добропорядочными потребителями» в сети питания и не ухудшают ли они качество сигнала переменного тока для других потребителей. Измерение коэффициента нелинейных искажений (КНИ, THD), коэффициента мощности и уровня гармоник в сети питания является хорошим показателем того, как тестируемое устройство влияет на качество питающего напряжения.

Рекомендации IEEE и IEC описывают методы выполнения измерений и определяют максимальные уровни гармоник для мощных электронных устройств, подключённых к сети питания (IEEE 519, IEC 61000-3-2). Многие стандарты, относящиеся к качеству питания, регламентируют уровень гармоник, поскольку это позволяет рациональным способом указать контролируемые пределы искажений. Например, в таблице показаны пределы гармонических токов, определённые в IEC 61000-3-2 класс А (оборудование, потребляющее <16 А на фазу).

Если источник питания укладывается в описанные выше пределы, он будет оказывать минимальное влияние

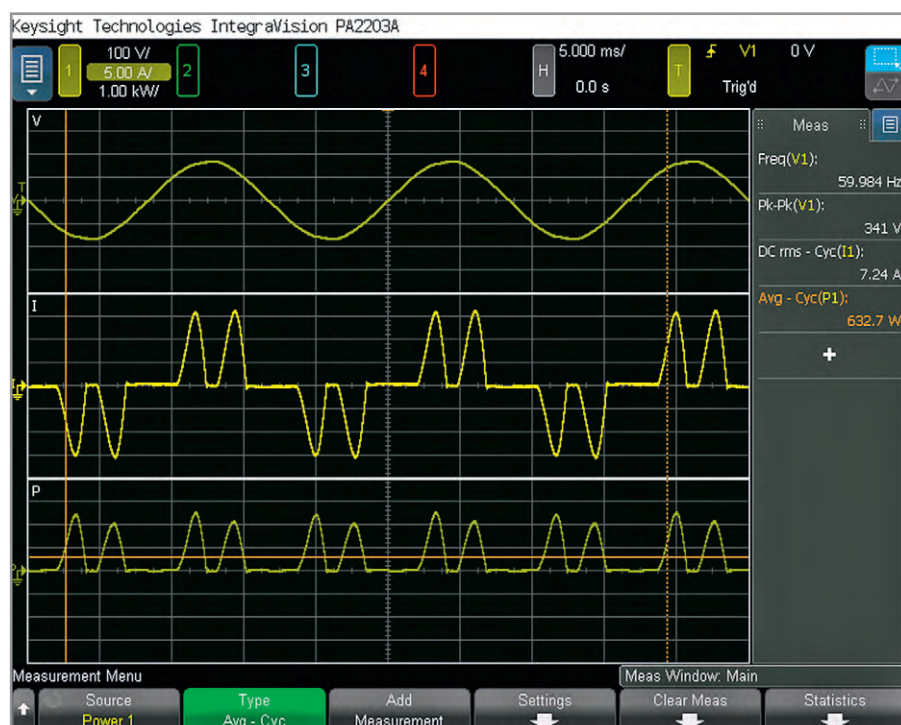


Рис. 1. Пример входных сигналов импульсного источника питания: верхняя развёртка – немного искажённое входное напряжение; средняя развёртка – ток, потребляемый источником от сети (характерная форма для нелинейной нагрузки); нижняя развёртка – потребляемая мощность

на качество питания. Гармонический анализ является превосходным инструментом, помогающим выявлять причины ухудшения качества сигнала и обеспечивать значения параметров, определённые стандартами.

ОБЗОР ГАРМОНИЧЕСКОГО АНАЛИЗА

Для разложения сложных периодических сигналов на набор простых синусоид гармонический анализ использует преобразование Фурье. Исходный сигнал может иметь сложную произвольную форму и, скорее всего, не описываться аналитической функцией. Однако сигнал можно оцифровать и пропустить через анализатор гармоник, который разложит его на группу синусоид (гармоник), сумма которых очень близка к форме исходного сигнала. Этот процесс иллюстрируется рисунком 2.

Известно, что гармоники распределяются по частотам. Самая низкая ненулевая гармоника называется основной частотой (или первой гармоникой, фундаментальной гармоникой). Частоты всех остальных гармоник кратны частоте первой гармоники. Так вторая гармоника вдвое больше основной частоты, третья – втрое больше и так далее.

ГАРМОНИКИ ТОКА И НАПРЯЖЕНИЯ И ПЕРЕДАЧА МОЩНОСТИ

Рассмотрим простую систему, состоящую из источника переменного тока и нагрузки. Средняя мощность, поступающая из источника в нагрузку за один период сетевого напряжения, описывается следующим уравнением:

$$P_{\text{avg}} = \frac{1}{T} \int_0^T v(t)i(t)dt, \quad (1)$$

где T – период сетевого напряжения, $v(t)$ – напряжение на нагрузке, а $i(t)$ – ток через нагрузку. Подставляя вместо $v(t)$ и $i(t)$ формулу для гармоник, получаем следующий результат:

$$P_{\text{avg}} = V_0 I_0 + \sum_{n=1}^{\infty} \frac{V_n I_n}{2} \cos(\phi_{vn} - \phi_{in}). \quad (2)$$

Эта формула более полезна: разложение P_{avg} на сумму гармоник позволяет рассчитать мощность, передаваемую на каждой гармонической частоте. Например, если необходимо узнать, какую мощность передаёт девятая гармоника, можно рассчитать это непо-

Максимальное допустимое значение тока для гармоник, определённое в стандарте IEC 61000-3-2 класс A

Нечётные гармоники, n	Макс. ток, А	Чётные гармоники, n	Макс. ток, А
3	2,3	2	1,08
5	1,14	4	0,43
7	0,77	6	0,30
9	0,40	8–40	$0,23 \times 8 / n$
11	0,33	–	–
13	0,21	–	–
15–39	$0,15 \times 15 / n$	–	–

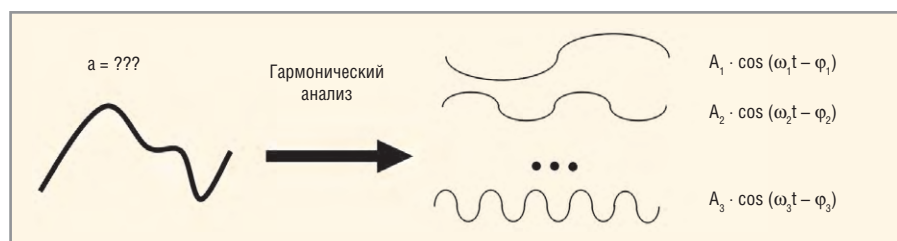


Рис. 2. Гармонический анализ раскладывает сложные периодические сигналы произвольной формы на набор синусоид

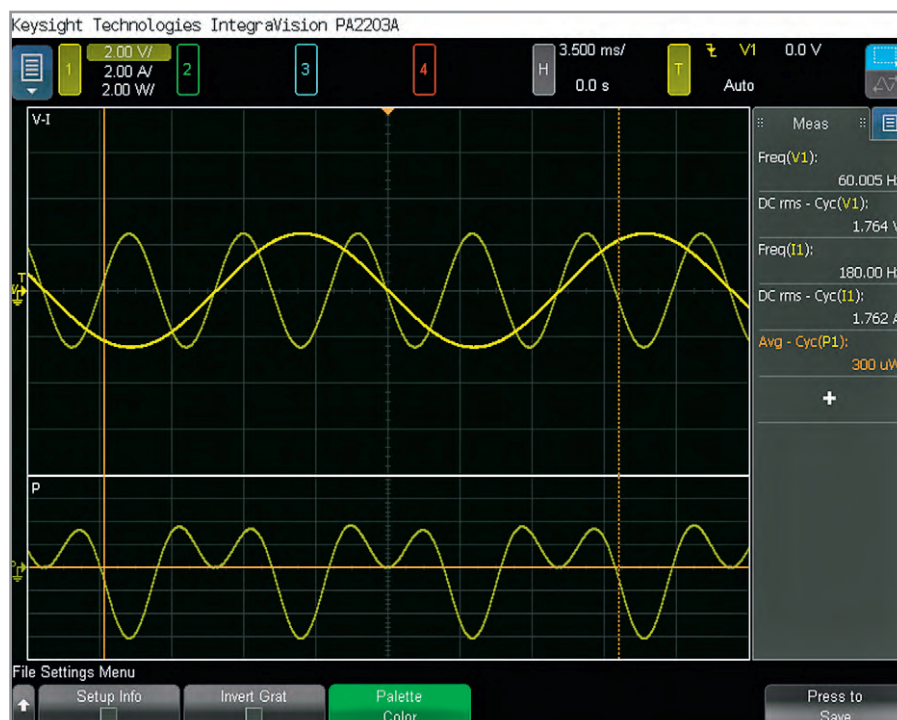


Рис. 3. Показания анализатора мощности – средняя мощность равна нулю

средственно, умножив ток и напряжение девятой гармоники на косинус сдвига фазы между ними:

$$P_{\text{avg9}} = \frac{V_9 I_9}{2} \cos(\phi_{v9} - \phi_{i9}).$$

Из приведённого уравнения можно сделать интересный вывод – соответствующие гармоники должны присутствовать и в токе, и в напряжении. В противном случае средняя мощность этой гармоникой не передаётся. Например, если напряжение содержит только основную частоту, а ток содержит только третью гармонику, то средняя

мощность будет равна нулю, как показано на рисунке 3. Анализатор мощности в данном случае показывает, что генератор подаёт сигнал напряжения, содержащий только основную частоту (60 Гц), а сигнал тока содержит только третью гармонику (180 Гц). Нижняя развёртка показывает потребляемую мощность: средняя мощность, передаваемая за период частоты 60 Гц, равна нулю, несмотря на то, что развёртки тока, напряжения и мощности имеют значительную амплитуду.

Если напряжение представляет собой чистую синусоиду, а ток не синусоида-



Рис. 4. Пример измерения гармоник, показывающий, что 15-я гармоника слишком велика и не укладывается в требования стандартов к качеству сетей питания

лен, то мощность будет передаваться только основной частотой. Все высшие гармоники сигнала тока будут непродуктивными.

Одной из целей проектирования систем питания является достижение максимального коэффициента мощности, который описывается уравнением:

$$\text{Коэффициент мощности} = \frac{W}{VA} = \frac{P_{avg}}{V_{rms} I_{rms}}$$

Однако гармоники, не передающие мощность, препятствуют достижению этой цели. Они не дают вклада в P_{avg} , но увеличивают составляющую $V_{rms} I_{rms}$. Дополнительное напряжение и/или ток гармоники не используются, но система питания всё-таки вынуждена передавать ток и напряжение этих гармоник и нести соответствующие потери. Поэтому, чтобы максимально эффективно передавать мощность, нужно минимизировать уровень высших гармоник.

Простые способы измерения гармоник

Первым важным шагом перед выполнением гармонического анализа является измерение КНИ (THD), особенно, если цель заключается в диагностике проблем качества питания. Это можно сделать цифровым мультиметром, спо-

собным измерять истинную среднеквадратичную мощность и обладающим достаточной полосой пропускания и частотой дискретизации для измерения высших гармонических составляющих. Если уровень THD достаточно низок (менее 3–5% по амплитуде), то можно считать, что никаких проблем с гармониками нет. Но если THD слишком высок, или вы хотите измерить энергоэффективность устройства, то одного измерения THD недостаточно. Нужно определить уровни всех гармоник.

Также может понадобиться выполнение нескольких циклов измерений для оценки энергоэффективности устройства в разных режимах работы и с разными нагрузками. Если воспользоваться для этого приборами общего назначения (цифровыми мультиметрами, анализаторами спектра или осциллографами), то сбор данных и последующая их обработка для гармонического анализа может занять очень много времени. Кроме того, сравнение уровней гармоник с опубликованными стандартами может оказаться очень трудоёмкой процедурой.

Современные анализаторы мощности упрощают и ускоряют этот процесс за счёт функций, специально предназначенных для гармонического анализа. Сбор данных, обработка в частотной области и гармонический анализ явля-

ются встроенными функциями прибора. Обычно анализаторы мощности обладают высокой частотой дискретизации и графическим дисплеем, который позволяет исследовать форму сигнала, как на осциллографе. Такая визуализация действительно бесценна, поскольку сразу можно увидеть, что вы измеряете именно то, что вам надо, и что неверное подключение не оказывает негативного эффекта на процесс тестирования.

Анализатор мощности может предоставить и другую полезную информацию, такую как измерение THD, частоты, амплитуды, фазы напряжения, тока и мощности, причём одновременно. После проверки схемы измерения вы просто запускаете гармонический анализ, и анализатор мощности отображает уровень гармоник в табличной форме и/или в виде линейчатой диаграммы.

Кроме того, многие анализаторы мощности имеют встроенную функцию отбраковки по предельным значениям, основанную на действующих стандартах. Это позволяет быстро и с удобством получать сведения о соответствии уровня гармоник установленным пределам.

Применение анализатора мощности для решения описанных выше проблем – минимизации высших гармоник для достижения максимальной энергоэффективности – позволяет быстро исследовать состав гармоник. Например, если взять устройство, создающее гармоники, как показано на рисунке 4, то можно увидеть, что сигнал тока, как и ожидалось, содержит в основном нечётные гармоники. Однако 15-я гармоника нехарактерно высока и выходит за пределы требований IEC 61000-3-2. Если ваше устройство должно соответствовать требованиям этого стандарта, то данную проблему надо решать.

Гармонический анализ может дать полезную информацию для решения проблем качества сигналов в системах питания, использующих импульсные преобразователи. Применение современного анализатора мощности позволяет просто и понятно моделировать сложное взаимодействие сигналов тока и напряжения. Гармонический анализ поможет создать устройство с минимальным уровнем высших гармоник, которое ведёт себя как «добропорядочный потребитель» в сети питания.





ДИПОЛЬ



Распродажа

Анализаторы параметров полупроводников Keysight серии B2900A со склада «Диполь»

Параметрические анализаторы серии обеспечивают лучшие в своём классе рабочие характеристики при невысокой стоимости.

- Максимальные значения параметров источника до 210В, до 3,03 А (непрерывном режиме)/ до 10,5 А (в импульсном режиме)
- Максимальное разрешение 10 фА / 10 нВ
- Наилучший в отрасли уровень собственных шумов (с фильтром) 10 мкВскз / 1 нВскз / Гц
- Графический интерфейс: 4 режима отображения на дисплее с диагональю 10,9 см
- Интегрированные функции: источник и измеритель напряжения / силы тока, генератор импульсов и сигналов произвольной формы

Сомневаетесь в выборе?

Выездные демонстрации и специальные ценовые предложения помогут принять решение и сэкономить бюджет

- Скорость поставки. Более 400 наименований продукции находится на складе и готовы к отгрузке в любой момент.
- Точность измерений. Услуги первичной и периодической поверки от собственной метрологической лаборатории.
- Уверенность в оборудовании. Собственный сервисный центр и трехлетняя гарантия от производителя.

Реклама

Санкт-Петербург / Москва / Нижний Новгород
www.dipaul.ru / info@dipaul.ru / тел. (812) 702-12-66

Новости мира News of the World Новости мира

Министерский сбой

Как стало известно «Ъ», у Минпромторга и Минкомсвязи возникли разногласия в вопросе импортозамещения телекоммуникационного оборудования. Каждое из министерств теперь работает над собственным проектом постановления правительства с мерами по ограничению закупок иностранного оборудования госкорпорациями и компаниями с госучастием. В Минпромторге обсуждается полный запрет на закупку иностранного ПО при наличии российских аналогов. Министерство уже заручилось поддержкой «Ростеха» и отраслевой ассоциации.

В Минпромторге на днях состоялось межведомственное совещание с участием представителей Минкомсвязи, Объединённой приборостроительной корпорации «Ростеха» и Ассоциации производителей электронной аппаратуры и приборов (АПЭАП), рассказал «Ъ» источник, близкий к министерству. По итогам совещания разработан проект постановления правительства «Об установлении запрета на допуск телекоммуникационного оборудования, происходящего из иностранных государств, для целей осуществления закупок товаров, работ, услуг отдельными видами юридических лиц», который сейчас проходит процедуру согласования со всеми профильными ведомствами и заинтересованными сторонами.

Согласно тексту проекта, госкомпаниям, госмонополиям и госкорпорациям предлагается оставить возможность закупать иностранное телекомоборудование исключительно в случаях, если российского аналога нет в реестре отечественного оборудования или он не под-

ходит по своим техническим характеристикам. При этом заказчик будет обязан обосновать необходимость закупки иностранного оборудования. Проектом предполагается оставить компаниям с госучастием возможность закупать оборудование из стран Евразийского экономического союза. Председатель совета АПЭАП Светлана Аполлонова подтвердила существование проекта постановления, добавив, что ассоциация принимала участие в его подготовке. Представитель ОПК Леонид Хозин сообщил, что корпорация знакома с этим проектом и считает, что предлагаемые ограничения – это «действенная мера поддержки отечественных производителей». В Минпромторге и Минкомсвязи не ответили на запрос «Ъ».

У Минкомсвязи другое видение регулирования закупок иностранного оборудования госкорпорациями. В конце декабря министерство разместило на федеральном портале проектов нормативных актов проект постановления правительства, которым предлагается обязать госкорпорации и компании с госучастием при проведении тендеров применять к предложениям российских производителей софта и оборудования понижающий коэффициент 15% к цене договора. Представитель Минэкономики Елена Лашкина сообщила, что проект, разработанный Минкомсвязью, находится в министерстве и «требует дополнительной проработки», проект из Минпромторга пока не поступал.

Министерства не впервые расходятся на почве импортозамещения оборудования. Так, в мае 2015 года министр связи Николай Никифоров направлял министру промышленности и торгов-

ли Денису Мантурову письмо с критикой подписанного Минпромторгом масштабного плана по импортозамещению в радиоэлектронной отрасли, содержащего более 500 различных видов электроники и IT-оборудования. Николай Никифоров предлагал исключить из плана по импортозамещению несколько десятков видов телекомоборудования: коммутаторы, маршрутизаторы, базовые станции и другое. Согласно опубликованным в конце января поручениям президента Владимира Путина, к 1 июня 2016 года Минпромторг, Минкомсвязь и Минэкономики должны представить совместные предложения, обеспечивающие приоритет российскому оборудованию при закупках.

Перечень оборудования отечественного происхождения Минпромторг ведёт с 2011 года, после подписания соответствующего приказа. На данный момент в нём находятся десятки видов оборудования от 15 российских компаний, в том числе НПФ «Микран», Т8, ФГУП ЭЗАН, НПП «Полигон» и так далее. По данным IDC, в 2013 году объём поставок IT-оборудования в Россию составлял \$21,7 млрд. На оборудование для сетей передачи данных приходилось 16% рынка, или \$3,47 млрд.

Светлана Аполлонова утверждает, что предлагаемая Минкомсвязью мера по закупкам российского оборудования в случае, если оно аналогично иностранному и дороже не более чем на 15%, не даст какого-либо эффекта. Леонид Хозин сообщил, что ОПК тоже поддерживает идею по запрету на закупку иностранного оборудования, которая обсуждалась в Минпромторге.

Коммерсантъ

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

ОФИЦИАЛЬНЫЙ ДИЛЕР НПП «АРБЕЛОС»

ProCHIP
POWERED BY ProSOFT

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

Новости мира News of the World Новости мира

Новая версия «Комплекта библиотек для Altium Designer 3.2»

В январе 2016 года специалисты НПП «Родник» выпустили новую версию комплекта библиотек для комплексной программы разработки электронных устройств на базе печатных плат Altium Designer. В новой версии «Комплекта библиотек для Altium Designer 3.2» было существенно увеличено количество элементов, как отечественного так и импортного производства, и теперь база содержит более 22 тыс. элементов.

Первая версия комплекта библиотек была выпущена в конце 2010 года в формате набора интегрированных библиотек и была воспринята пользователями программы Altium Designer как стартовый набор для начинающих пользователей. После первых внедрений данного комплекта на предприятиях радиоэлектронной отрасли были собраны замечания и предложения от пользователей, после чего была выработана унифицированная, подходящая большинству предприятий отрасли структура библиотек и разработан регламент по их формированию.

На сегодняшний день, данные библиотеки поставляются только в формате базы дан-

ных и могут быть легко масштабированы под потребности любого предприятия радиоэлектронной отрасли. В качестве основы корпоративных библиотек данный комплект был поставлен на более чем 150 предприятий. Многие пользователи отмечают, что база содержит основной набор часто используемых элементов, и наличие подобной библиотеки позволяет сэкономить массу времени на начальной стадии внедрения программы Altium Designer.

Напомним, что «Комплект библиотек для Altium Designer» представляет собой единую базу данных (БД), которая содержит необходимый набор атрибутов для идентификации компонента в базе, поиска компонентов и оформления конструкторской документации. В полях БД содержится информация об используемых условно-графических обозначениях (УГО) и топологических посадочных местах, которые хранятся в отдельных библиотеках и выполнены строго в соответствии с ЕСКД. Кроме этого в БД содержится справочная информация в виде Datasheet компонентов, хранящихся в отдельной директории. Также в состав комплекта входят типовые шаблоны для схем, печатных плат

и текстовой документации (перечень элементов, спецификация), а также инструкция для применения и рекомендации для повышения производительности при работе с базой.

Кроме количественного расширения номенклатуры электрорадиоэлементов в библиотеке были произведены оптимизационные изменения, в результате которых был существенно улучшен процесс управления базой. Например, основная масса символов элементов и топологических посадочных мест (footprint) были приведены к единому стандарту наименования, который также включён в комплект. Одинаковые типовые элементы (операционные усилители, логические элементы и т.д.) от разных производителей теперь используют общее УГО.

Вместе с комплектом библиотек пользователям программы Altium Designer предлагается техническая поддержка, которая заключается в возможности пополнения баз предприятия новыми элементами, а также в осуществлении работ по конвертации библиотек из ранее использовавшихся систем проектирования (P-CAD, OrCAD и др.) в формат Altium Designer.

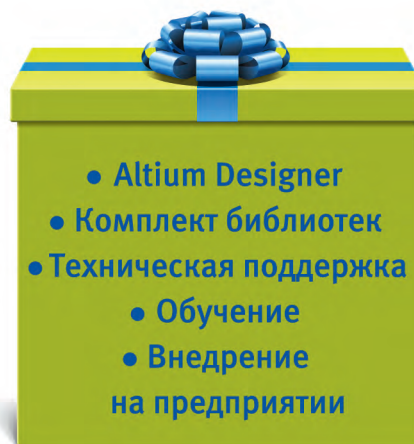
www.rodnik.ru



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

Altium Designer

от НПП «Родник»:
Все включено!



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

Altium

Реклама

С 1981 года
РОДНИК
СИСТЕМНЫЙ ИНТЕГРАТОР

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

STAN – инструмент для анализа устойчивости СВЧ-цепей

AMCAD Engineering

Перевод: Елена Кириленко

В статье описывается оригинальный метод анализа устойчивости СВЧ-цепей, а также построенное на его базе инструментальное средство, интегрируемое с рядом популярных систем автоматизированного проектирования.

Возникновение автоколебаний в СВЧ-цепях является одной из основных проблем, которые встречаются в процессе разработки усилителей мощности. Такие автоколебания имеют место из-за присутствия обратной связи, которая, в свою очередь, может проявляться в случаях высокого уровня усиления, в том числе и вне рабочего диапазона частот. Наличие нежелательных колебаний также зависит от выбранной рабочей точки питания устройства (устойчивость при линейных возмущениях) или же от уровня мощности, подаваемой на вход устройства (устойчивость при нелинейных возмущениях). Возможность получения максимально полной информации об устойчивости усилителя в процессе проектирования очень важна, в особенности для монолитных интегральных цепей (Monolithic Microwave Integrated Circuit, MMIC), где полностью отсутствует возможность какой-либо коррекции цепи после её производства.

Для анализа устойчивости СВЧ-цепей на маломощных и мощных сиг-

налах разработчиками используются различные методы. Некоторые из них встроены в коммерческие САПР, что упрощает их применение, например, μ -анализ и анализ методом К-фактора, которые предназначены для линейных устройств с двумя точками подключения и нежелательны в случае цепей с множеством активных компонентов. Более точные методы анализа на малом сигнале, применимые к устройствам с большим количеством активных компонентов, представлены в литературе, но являются слишком сложными для использования в САПР, особенно в случае цепей с множеством активных элементов.

В большинстве коммерческих САПР нет инструментов для анализа устойчивости в нелинейных режимах работы СВЧ-цепи. При этом разработаны различные методы такого анализа, но большинство из них не обеспечивают требуемую точность или же они являются слишком сложными для использования в процессе промышленной разработки.

Инструмент анализа устойчивости СВЧ-цепей STAN позволяет решить описанные проблемы и осуществить анализ устойчивости цепей на маломощных и мощных сигналах. Запатентованная методика, разработанная в Университете Страны Басков совместно с французским Национальным центром космических исследований (CNES), способна обнаружить и распознать природу автоколебаний, например, таких как параметрические колебания в усилителях мощности, которые могут зависеть от входного управляющего сигнала. Знание типа автоколебания упрощает введение стабилизирующих цепей, обеспечивающих баланс между требуемым запасом устойчивости и сохранением исходных характеристик цепи.

Описываемый метод базируется на идентификации нулей и полюсов. Пре-

имущество метода заключается в том, что одну и ту же методику можно применять для анализа систем с постоянным током, а также для анализа устойчивости при маломощном и мощном сигналах, основываясь на результатах симуляций, полученных средствами коммерческих САПР. На рисунке 1 показан источник синусоидального тока, соединённый с выбранным узлом цепи для анализа устойчивости, где f_0 , P_{in} – частота и мощность генератора, R_G – внутреннее сопротивление генератора, R_L – сопротивление нагрузки, V_{out} – выходное напряжение, i_{in} , f_s – ток и частота источника синусоидального тока.

ИНТЕГРАЦИЯ С СИСТЕМАМИ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ

На первом этапе работы с СВЧ-цепью нужно выбрать узел в цепи и подключить к нему источник тока. Далее для получения частотной характеристики цепи необходимо воспользоваться соответствующей линейной или нелинейной симуляцией. Соответствующие шаблоны для проведения симуляций доступны для программных пакетов Keysight ADS и AWR Microwave Office.

Вторым шагом является определение частотной характеристики цепи, получение передаточной функции и соответствующих ей нулей и полюсов. Этот шаг выполняется с помощью инструмента STAN, который на основе текстового файла, экспортированного из симулятора цепей, позволяет легко получить и проанализировать результаты. На рисунке 2 продемонстрирована карта нулей и полюсов, где $\times$ – полюса; $\circ$ – нули, а красным $\times$ отмечены полюса с положительной реальной частью, означающие наличие колебаний на данных частотах.

ВЫБОР УЗЛА ЦЕПИ И АВТОКОЛЕБАНИЯ

В простой цепи с ясной структурой обратной связи (ряд усилителей, осцилляторов, и так далее) любой из узлов может использоваться для анализа. Однако для более сложных

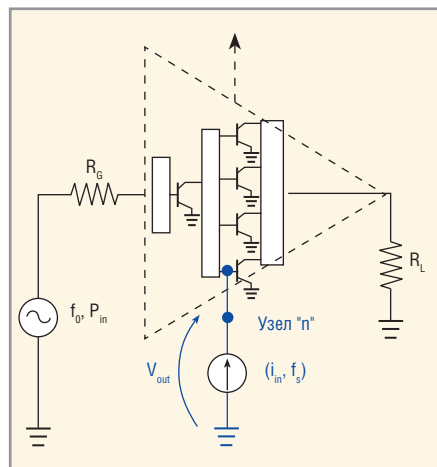


Рис. 1. Маломощный источник синусоидального тока, соединённый с выбранным узлом цепи для анализа устойчивости

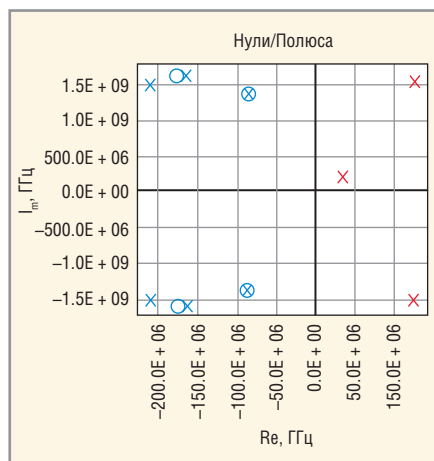


Рис. 2. Карта нулей и полюсов

цепей, например для многокаскадных усилителей мощности, рекомендуется проводить как минимум один анализ на каждый усилительный каскад.

Необходимость анализа устойчивости в нескольких узлах цепи не является недостатком данного метода, потому что именно так можно получить дополнительную информацию о природе автоколебаний, а также о конкретном месте, в котором возникает такое колебание. Итак, после завершения анализа нескольких узлов с полученными результатами можно определить тип режима возникающих автоколебаний и их расположение в цепи. Данная информация, в свою очередь, поможет разработчику выбрать оптимальную стратегию стабилизации.

ПАРАМЕТРИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ

Инструмент STAN также позволяет выполнить мультипараметрический анализ, то есть анализ с изменением значений параметров цепи. Этот анализ можно применять для проверки работы цепи в различных условиях или же для контроля критических резонансов, при изменении уровня входной управляющей мощности, импеданса нагрузки или любого параметра внутри цепи. Отслеживание положения критических полюсов цепи позволяет лучше понять динамику цепи и помогает выяснить, какой из параметров влияет на её устойчивость. На рисунке 3 приведено положение полюсов в зависимости от входной мощности и показано, что начиная с уровня 13 дБм появляются автоколебания.

Параметрический анализ также очень полезен для оптимизации цепей стабилизации. Он упрощает поиск оптимального компромисса между

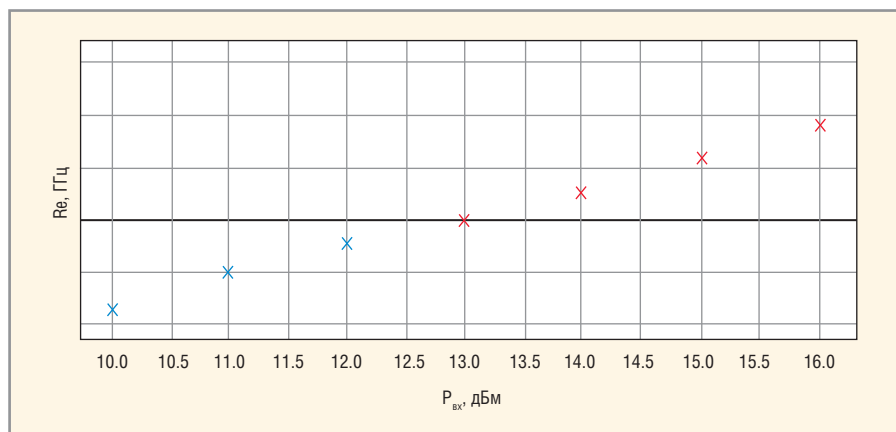


Рис. 3. Зависимость положения полюсов от уровня входной мощности

(Красным отмечены полюсы, в которых возникают автоколебания)

запасом устойчивости цепи и сохранением её СВЧ-характеристик.

Новый подход К РАЗРАБОТКЕ

Широко используемые техники стабилизации СВЧ-цепей в основном являются эмпирическими и слишком консервативными. Зачастую разработчики перегружают цепи, перестраховываются и оставляют слишком большой запас устойчивости. Это приводит к тому, что итоговые цепи будут ограничены в значениях выходной мощности, размере и других качественных характеристиках.

Использование инструмента STAN с первых этапов разработки – это современный подход к проектированию СВЧ-цепей. STAN может исполь-

зоваться на протяжении всего процесса оптимизации, что помогает снизить влияние цепей стабилизации на качественные характеристики работы устройства на основной частоте и позволяет одновременно сохранить запас устойчивости цепи. Благодаря скорости идентификации характеристик цепи, в данном инструменте появляется возможность выполнить анализ устойчивости по методу Монте-Карло, показывающий устойчивость схемы к изменениям процесса производства.

ЛИТЕРАТУРА

1. www.microwavejournal.com/articles/21971-stan-circuit-stability-analysis-tool.




IF/RF & Microwave Design
advantex

UNO-10M

Синтезатор частот

Диапазон частот: **100 кГц .. 13 ГГц**

Шаг перестройки: **0.001 ГГц**

Уровень фазового шума: **-140 дБн/Гц**
при отстройке **20 кГц @ 1 ГГц**

Выходная мощность: **-10..+15 дБм**

Шаг регулировки: **0.5 дБ**

Время перестройки:

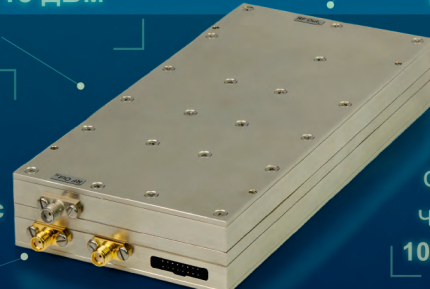
- шаг 10 МГц: **<1 мкс**
- шаг 1 ГГц: **<40 мкс**
- во всем диапазоне: **<140 мкс**

Опорный сигнал:

- диапазон частот: **1-250 МГц**
- уровень мощности: **0±10 дБм**

Габаритные размеры: **185x87.5x26.8 мм**

Сделано в России



Выход опорной частоты: **10/100 МГц**

Рабочий диапазон: **-40...+65°C**

www.advantex.ru
info@advantex.ru

Новости мира News of the World Новости мира

Начало массового коммерческого использования сетей 4.5G

Компания Huawei перед открытием Всемирного мобильного конгресса объявила о начале стратегического партнёрства в области сетей 4.5G с ведущими мировыми операторами связи TeliaSonera (Норвегия), НКТ (Гонконг), LG U+ (Корея), P4 (Польша), Viva (Кувейт) на саммите «Индустрия 4.5G», который стал частью саммита «Цифровизация», вошедшего в программу Всемирного мобильного конгресса. Это стратегическое партнёрство открывает новую главу для массового коммерческого использования сетей 4.5G в 2016 г.

Саммит «Индустрия 4.5G» собрал более 300 ведущих операторов связи, аналитиков и журналистов со всей Европы, Азии, Америки, Ближнего Востока и других регионов. Начиная с церемонии открытия саммит предлагает участникам площадку, где они могут поделиться своим опытом и идеями по поводу сетей 4.5G. В развёрнутых дискуссиях эксперты отрасли представили своё видение, стратегии, пилотные проекты и новейшие разработки, способствующие прогрессу сетей 4.5G.

Исполнительный директор Huawei, президент подразделения продуктов и решений Райан Дин предложил три отправные точки 4.5G: Gbps, опыт 4.0 и Connection+. Он также объяснил, как 4.5G увеличивает пропускную способность, которая предоставляет пользователям новый уровень качества и широкий спектр сервисов, а также помогает операторам в создании новых возможностей.

Свои презентации также представили представители операторов связи. Их выступления были посвящены таким темам, как опыт в области построения сетей с пропускной способностью Gbps, предоставление пользователям аудио и видео премиального качества, повышение пропускной способности системы, и другим.

www.pcweek.ru

FloTHERM XT от Mentor Graphics попало в число лауреатов рейтинга Electronic Products

Журнал Electronic Products назвал FloTHERM XT продуктом года в номинации «EDA Software and Hardware» («Программ-

ное и аппаратное обеспечение для проектирования электронных устройств»). На протяжении уже многих лет издание сообщает о важнейших событиях и называет программные продукты, появление которых стало заметным явлением в мире электроники.

Одним из лауреатов 2015 года в номинации «EDA Software and Hardware» стал разработанный компанией Mentor Graphics программный инструмент FloTHERM XT, входящий в состав FloTHERM – решения для теплового моделирования изделий.

ПО FloTHERM XT реализует подход к проведению теплотехнического анализа, ориентированный на использование средств САПР (MCAD, EDA), а также предоставляет расширенные возможности моделирования в САПР. Инструмент может использоваться на всех этапах процесса проектирования электроники – от разработки концепции (в том числе сложной) и эскизного проектирования до запуска изделия в производство. Поддерживается применение передовых технологий и взаимодействие с системой Xpedition Enterprise.



innodisk

Industrial
**SATADOM-SV
3SE Series**

ДЕЙСТВУЙ НА ОПЕРЕЖЕНИЕ

Компактные твердотельные накопители с интерфейсом SATA III, характеризующиеся более высокой скоростью передачи данных

ОФИЦИАЛЬНЫЙ ДИСТРИБЬЮТОР ПРОДУКЦИИ INNODISK

ProSOFT® 25 ЛЕТ

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



Реклама

Новости мира News of the World Новости мира

Моделирование с помощью FloTHERM XT улучшает дизайн макета и повышает надёжность изделия электроники. Тесное взаимодействие средств MCAD и EDA, а также просмотр сечений конструкции в режиме реального времени значительно расширяют возможности изучения тепловых ситуаций ещё на ранних этапах создания проекта.

www.astera.ru

Apple патентует бесконтактное управление компьютерами

Бюро патентов и торговых марок США опубликовало информацию о новом патенте, зарегистрированном компанией Apple. В нём описана технология регистрации жестов, с помощью которых пользователи смогут управлять компьютерами и другой электронной техникой на расстоянии, пишет Patently Apple.

Для реализации нового способа управления инженеры предлагают сканировать помещение, а затем передавать информацию на компьютер, который и будет обрабатывать данные. Примечательно, что сканировать пространство и улавливать жесты пользователей планируется не с помощью фронтальной камеры компьютера или ноутбука. Для этого инженеры хотят использовать специальные устройства, которые нужно будет разместить под потолком. Описываемый сценарий предполагает, что пользователь может подойти к MacBook в гостиной, жестом руки в воздухе запустить iTunes с фильмом и немедленно переместить контент на большой экран на стене с помощью AirPlay.

Изобретение также охватывает гаджеты для домашней автоматизации, которые, будучи объединёнными одной сетью, научатся распознавать жесты и будут реагировать на них в зависимости от своих базовых функций.

Кроме того, в VR-шлеме Apple, выход которого ожидается в обозримом будущем, может быть применён аналогичный способ взаимодействия с интерфейсом. Не исключено, что инженеры смогут доработать систему распознавания и отслеживания взгляда, чтобы лучше понимать пользователя. Как и в случае с другими подобными документами, неизвестно, когда и в каком виде будет реализована данная технология.

Напомним, что в начале февраля Apple получила патент на дисплей со встроенными датчиками близости для бесконтактного управления смартфонами. А вместе с приобретением израильской компании PrimeSense фирма Apple унаследовала богатый арсенал патентов, связанных

с измерением глубины, регистрацией объектов и созданием 3D-карт помещения.

Компания Immersion, специализирующаяся на технологиях тактильной обратной связи для сенсорных экранов, подала на Apple в суд. Компания заявила, что системы, которые используются в устройствах Apple, нарушают её патенты на технологию обратного отклика, так как она подразумевает реак-

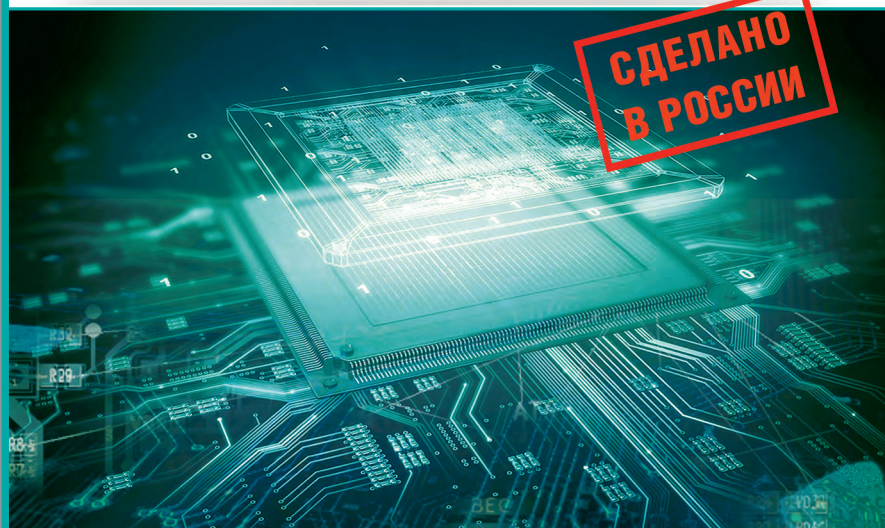
цию на прикосновение к экрану. Речь идёт о технологиях Taptic Engine и Force Touch.

Apple обязали выплатить \$862 млн учёным из Висконсинского университета. Суд признал, что компания незаконно использовала в своих смартфонах и планшетах разработки, позволяющие оптимизировать работу процессора и уменьшить использование энергии.

www.pcweek.ru

EREMEX
Иновационный подход к проектированию электроники

САПР электроники



DELTA DESIGN — система сквозного проектирования электронных устройств на базе печатных плат

- Менеджер библиотек LiBerty
- Схемотехнический редактор FlexyS
- Схемотехническое моделирование SimOne
- HDL-симулятор Simtera
- Ведение правил DRM
- Редактор печатных плат RightPCB
- Топологический трассировщик TopoR

WWW.DD.RU

ОФИЦИАЛЬНЫЙ ПОСТАВЩИК ПРОДУКЦИИ EREMEX

ProSoft® 25 лет

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



Реклама

Итоги форума «Радиоэлектроника. Приборостроение. Автоматизация»

С 21 по 23 октября 2015 года в Санкт-Петербурге в СКК прошёл Международный промышленный форум «Радиоэлектроника. Приборостроение. Автоматизация». Благодаря усилиям организатора мероприятия – выставочной компании «ФАРЭКСПО» – событие вызвало живой интерес в профессиональной среде.

В рамках Международного промышленного форума состоялись выставки «RADEL: радиоэлектроника и приборостроение», «Автоматизация 2015» и «Промышленная электротехника и приводы». Совместное проведение мероприятий позволило ознакомиться с технологиями и решениями смежных рынков, найти новых партнёров и разработать совместные проекты в различных отраслях. Данные проекты помогают осуществить на предприятиях модернизацию и техническое перевооружение производства на основе применения инновационных технологий и оборудования.

В торжественной церемонии открытия приняли участие представители компаний-экспонентов и партнёров мероприятий. Собравшиеся выразили благодарность организаторам выставок за предоставленную возможность продемонстрировать новейшую продукцию и решения, познакомиться с участниками рынка, приобрести новые контакты. Выступая с приветственным словом, генеральный дирек-

тор «ФАРЭКСПО» Олег Шость выразил уверенность, что «поставленные задачи будут выполнены, а результаты, полученные в ходе работы на мероприятиях, положительно повлияют на дальнейшее развитие компаний».

XV Международная промышленная выставка RADEL

«RADEL: радиоэлектроника и приборостроение» – ведущая отраслевая площадка для установления деловых контактов и продвижения бизнеса. В выставке и деловой программе приняли участие 84 компании из России, Белоруссии, Германии, КНР, Сербии. В 2015 году состав участников обновился практически наполовину. Впервые приняли участие в мероприятиях: ОАО «НПО «ЭРКОН» (Россия), компания «АВТЭКС+» (Россия), Würth Elektronik (Германия), ОАО «Позитрон» (Россия), R&D Sentronis A.D.Nis (Сербия), ОАО «Кермет» (Россия), производственное унитарное предприятие «Завод СВТ» (Белоруссия), Eternalstar-innovation (КНР) и др.

Участники выставки предложили наиболее передовые решения, инновационные разработки и новинки продукции, в частности: широкий ассортимент электронных компонентов и комплектующих, печатные платы, конструктивы, технологии, оборудование, инструменты и приборы, материалы для производств, измерительные, контрольно-испытательные, диагностические приборы и системы, светотехнику.

Повышенным интересом пользовалась экспозиция АО «Концерн «Созвездие» (входит в АО «Объединённая приборостроительная корпорация» Госкорпорации Ростех). Предприятие концерна ОАО «НИИЭТ» представило новейшие образцы электронных компонентов и комплектующих. За три дня работы выставки стенд посетили более 500 человек.

Большой интерес со стороны посетителей вызвал микроконтроллер K1921BK01T. Это изделие на базе популярного ядра ARM Cortex M4F, специально разработанное для решения задач управления электроприводом автомобилей, заслонок для нефтегазового оборудования. ОАО «НИИЭТ» одними из первых в России начали разработку микроконтроллеров на основе этого ядра.

Другим популярным экспонатом стала система-на-кристалле на базе процессора SPARC LEON4 v.8. Это совре-





менный и производительный процессор из линейки LEON, разработанной Европейским космическим агентством. Процессоры LEON являются «сердцем» бортовых компьютеров космических аппаратов для навигации и фактически стали стандартом в европейских космических аппаратах. Микросхема обеспечивает поддержку распространённой системы команд SPARC, обладает широким набором интерфейсов и периферии, способна обнаруживать и обрабатывать ошибки, появляющиеся в работе процессора.

Также на стенде были представлены высокоомощные СВЧ-транзисторы L-диапазона серии 2П9110 разработки ОАО «НИИЭТ» для применения в современных радарных системах.

Специалисты ОАО «НИИЭТ» приняли активное участие в деловой программе выставки – провели семинар о собственных актуальных и интересных изделиях в контексте импортоза-

мещения среди мощных ВЧ- и СВЧ-транзисторов и интегральных микросхем. Мероприятие посетили более 100 человек.

Постоянный участник выставки – компания «Совтест АТЕ» представила современные технологические решения, предназначенные для сборки печатных плат, а также оборудование для обработки, маркировки и зачистки провода/кабеля от крупнейших мировых производителей. Высокую оценку посетителей получили шкафы сухого хранения, поскольку они значительно дешевле зарубежных аналогов, но при этом не уступают им в качестве.

В этом году технологическое оборудование для производства электроники на стенде «Совтест АТЕ» было представлено преимущественно системами собственного производства. Доступность данного оборудования для российских производителей обусловлена исполь-

зованием новейших материалов и технологий при разработке и производстве, а превосходные рабочие характеристики ШСХ отвечают требованиям по хранению и условиям эксплуатации радиоэлементов, которые описаны в международных и российских стандартах. Впервые на стенде компании был представлен шкаф десикатор серии ДЕСС – современная система хранения электронных компонентов, обеспечивающая их защиту в условиях осушения внутренней среды шкафа в соответствии с требованиями по хранению радиотехнических изделий, регламентированными российскими и зарубежными стандартами.

Что касается оборудования зарубежных производителей, то здесь специалисты курской компании акцентировали внимание гостей на системах лазерной селективной пайки FireFly (Seica, Италия) и установках для отмывки фирмы Systronic.



Традиционно представители «Совтест АТЕ» предлагали решения для обработки кабеля, высокое качество которых посетители выставки смогли оценить самостоятельно. Так, высокую оценку получили автомат маркировки ПВХ и термоусаживаемой трубки SP2000, инструмент зачистки провода Ministrip и установки лазерной зачистки провода.

ООО «Новые Технологии» предложило инновационные решения по осна-

щению рабочих мест монтажника, а также презентовало оборудование для производства электронных приборов многих мировых производителей, таких как SMT Maschinen, Europlacer и Den-On.

Компания Rohde&Schwarz продемонстрировала векторные анализаторы электрических цепей, в том числе анализаторы цепей серии R&S ZVA, а также модуль расширения ZVAX-TRM, предна-

значенный для создания систем тестирования приёмо-передающих модулей АФАР; генераторы сигналов в широком диапазоне частот, позволяющие работать с сигналами различных стандартов и различными видами модуляции; высокоэффективные анализаторы спектра R&S FSW.

Фирма «Клевер Электроникс» предложила один из самых популярных среди отечественных производителей электроники автомат для монтажа малых серий электроники Autotronic BA385V2-V.

Группа компаний ОСТЕК впервые продемонстрировала: систему селективного нанесения двухкомпонентных влагозащитных материалов, построенную на платформе установки SL-940 компании Asymtek; автомат установки компонентов серии DECAN и цифроаналоговый тестовый комплекс на базе нового контроллера JTAG.

Для презентации продукции и продвижения компании в целом в новых регионах участники выставки активно использовали формат семинаров. В рамках деловой программы прошли семинары компаний «Завод полупроводниковых приборов», ООО «Новые Технологии», «АВТЭК+», группы компаний ОСТЕК, Keysight Technologies, ООО «АЛЕКСАНДЕР ЭЛЕКТРИК» источники электропитания, ОАО «НИИЭТ», ООО АЕДОН, АО «ПКК Миландр», Rohde&Schwarz.

«Автоматизация 2015» и «Промышленная электротехника и приводы»

В 2015 году в рамках объединённой экспозиции были представлены XVI Международная специализированная выставка «Автоматизация 2015» и VIII Международная специализированная выставка «Промышленная электротехника и приводы».

Участники выставки «Автоматизация» продемонстрировали инновационные решения, направленные на развитие и продвижение информационных и компьютерных технологий, программных средств автоматизации, автоматизированных и готовых отраслевых систем.

Тематика выставки «Промышленная электротехника и приводы» была посвящена вопросам проектирования, эксплуатации и модернизации электрохозяйств предприятий различных отраслей.

Среди участников выставок – ведущие игроки российского рынка промышленной автоматизации и электротехники Санкт-Петербурга.

Компания ОВЕН (Россия) продемонстрировала контрольно-измерительные приборы и средства автоматизации, с помощью которых можно создавать АСУ ТП любого уровня сложности в различных отраслях промышленности с использованием как проводных, так и беспроводных технологий.

На стенде ООО «ОСАТЕК» (Россия) общий интерес вызвал сервер удалённого доступа ChG-PLC.

Компания Phoenix Contact (Германия) представила интеллектуальные источники бесперебойного питания QUINT-UPS, которые помогают продлить срок службы аккумуляторных батарей, и источники питания TRIO POWER нового поколения. Особое внимание было уделено компактным и надёжным автоматам CBM.

Специалисты ООО «СИМЭКС» (Россия), дистрибьютора известных электротехнических компаний Siemens, Emerson, WEG, Weidmüller, ДКС, Провенто, Helmholtz и Arestech, представили посетителям новые каталоги продукции данных торговых марок, получили возможность пообщаться со специалистами в области автоматизации производства, а также бесперебойного электропитания.

Собственную продукцию предложили разработчики компании «Меандр» (Россия). Экспозиция производителя уникальных электронных реле для промышленной автоматизации вызвала ажиотаж.

Большой интерес вызвали дебютанты выставок: Micro Sensor (Китай), Phytex (Германия), российские компании «Континент» и «Поларлайт» (Санкт-Петербург), «Микропривод» (Москва), «Нэкс Технолоджис» (Череповец), «СКБ Индукция» (Челябинск).



Впервые в рамках выставок «Автоматизация» и «Промышленная электротехника и электроприводы» была представлена коллективная экспозиция предприятий города Томска – главного сибирского центра образования, науки, инноваций. Свою продукцию продемонстрировали:

- «Инком» – аппаратно-программные системы сбора и обработки данных;
- ООО «Сибтеплоэлектрокомплект» – теплотехническое и электротехническое оборудование, средства измерения и контроля, исполнительные устройства и механизмы;
- ПК «Вертикаль» – корпусные изделия и двери специального назначения;
- НПФ Мехатроника-ПРО – лидер СНГ в области систем управления электродвигателями.

В заочном формате на стенде Томской области были представлены компании: «Центр точной механообработ-

ки», «Сибирская электротехническая компания», «ПКК Феррумфог», «Сибирский механический завод», «Сибирская машиностроительная компания», «Эмиссионная электроника», «Сектор Проф РВД».

В рамках деловой программы прошли семинары компаний: «ДЕВЕСОФТ РУС», ОВЕН, «БРЕСЛЕР» и «Мехатроника-ПРО».

Международный промышленный форум «Радиоэлектроника. Приборостроение. Автоматизация» в 2015 году посетили 4 192 человека. 98% посетителей форума являются специалистами данных отраслей.

По итогам проведённых мероприятий специалисты отметили высокую эффективность диалога участников и посетителей, а также выразили заинтересованность в участии в аналогичных проектах, проводимых компанией «ФАРЭКСПО».



Письмо в редакцию: роль ёмкостных накопителей в проектировании системы электропитания

С интересом прочитал в журнале «Современная электроника» № 8 за 2015 год статью начальника отдела разработки компании ООО «КВ Системы» Олега Негребы.

Кратко проблематику сам автор статьи описывает следующим образом: энергопотребление процессорных устройств зависит от динамической загрузки процессора и может меняться за короткие промежутки времени. Такая динамика предъявляет жёсткие требования к источнику питания по качеству выходного напряжения при скачкообразном изменении выходного тока.

Ссылаясь на статью Давида Моррисона «Modeling DC-DC Converter Transient Response», автор утверждает, что «ограниченное быстродействие обратной связи по напряжению у источников электропитания требует установки между ними и динамической нагрузки ёмкостных накопителей энергии».

Главный практический PR-посыл статьи можно сформулировать так: «Для решения этих вопросов компанией «КВ Системы» были разработаны и освоены в серийном производстве модульные изолированные источники КМС, позволяющие за счёт очень большого быстродействия обратной связи по напряжению уменьшить количество, а во многих случаях и полностью исключить накопители энергии, улучшив при этом массогабаритные показатели всей системы электропитания».

Таким образом, автор напрямую связывает выбор элементов выходного LC-фильтра (к коим относится и ёмкостный накопитель) импульсных источников с быстродействием обратной связи и даёт команду разработчикам – быстродействие этой самой связи очень повышать!

Как мне кажется, данные рекомендации разработчикам систем электропитания весьма революционны, есть вероятность введения в заблуждение покупателей модулей КМС (МДМ-А).

Очень важно разобраться в трёх понятиях.

1. Что такое медленная обратная связь в импульсных источниках?

2. Могут ли модули КМС (МДМ-А) за счёт большого быстродействия обратной связи во многих случаях полностью исключить накопители энергии и улучшить массогабаритные показатели?

3. Что же проповедует в области источников электропитания «иноземный» Д. Моррисон?

Начнём с медленной обратной связи

До сих пор считалось, что LC-фильтр на выходе источника, такого как модуль КМС (МДМ-А), является минимально необходимой и неустраняемой частью – основой импульсного преобразователя. Кроме статьи уважаемого Давида Моррисона опубликовано много работ по оптимизации таких LC-фильтров, в том числе и отечественных.

1. Различают оптимизацию по устранению остатков квантования (пульсаций рабочей частоты преобразователя), оптимизацию по уменьшению воздействия пульсаций входной сети, оптимизацию переходных процессов, вызванных воздействиями со стороны нагрузки, сети и т.д.

2. Для применений, где очень важны массогабаритные показатели используют двухзвенные LC-фильтры на выходе, а иногда и трёхзвенные. Быстродействие LC-фильтра является определяющим для быстродействия всего источника. Его частоту среза невозможно, по многим ограничениям (в том числе по теореме Котельникова), приблизить даже к половинной частоте преобразования. Типовыми значениями для современных источников (при частотах преобразования в диапазоне до 500 кГц) является диапазон частот среза фильтра – примерно 0,5...5 кГц. В этих практических условиях, говоря о быстродействии обратной связи, можно смело употреблять термин «бесконечное» по отношению к быстродействию выходного LC-фильтра.

Таким образом, по вопросу быстродействия обратной связи по напряжению для импульсных преобразователей следует вывод: за исключением некоторых случаев организации

обратной связи сложными способами с многочисленными преобразованиями, в том числе цифровыми (положение дел с цифровыми обратными связями в источниках электропитания кардинально улучшилось за последнее десятилетие), вопрос о проблемах «медлительности» обратной связи в импульсных источниках просто не стоит, неактуален и, по всей видимости, является скорее пиар-ходом автора статьи.

Медленной обратной связи в импульсных источниках сегодня в практическом смысле не существует!

О возможностях модулей КМС (МДМ-А)

Рассмотрим часть структуры импульсного источника электропитания, на 99% определяющую реакцию выходного напряжения источника на внешние воздействия – простейший LC-фильтр. При мгновенном увеличении выходного тока, когда скорость изменения тока в индуктивности LC-фильтра в сотни раз меньше, чем скорость наброса нагрузки (на практике нагрузка, например, от микропроцессора может появиться за 5...10 нс), никакая обратная связь вообще не способна повлиять на скачок напряжения вниз – ни медленная, ни быстрая, т.к. индуктивность LC-фильтра полностью блокирует реакцию силовой части.

Поясню, если скачок тока является функцией Хевисайта, то скачок выходного напряжения вниз $\Delta U = \Delta I \times R_c$, где R_c – внутреннее сопротивление конденсатора LC-фильтра.

Тут уж призыв исключить выходной конденсатор (ёмкостный накопитель) приведёт к полной утрате возможности улучшения массогабаритных показателей системы электропитания.

Как говорится, «поздно пить боржоми...».

Имеется много не надуманных, а практических случаев нелинейной нагрузки, нагрузки с участками отрицательного сопротивления, нагрузки с противо-эдс, когда от источника требуется обратимость энергетического пути, и многое другое. И в этих случа-

ях рекомендации автора статьи, похоже, ошибочны, а модули КМС (МДМ-А) без выходных накопителей – вредны!

Увы, ограниченный формат журнального отзыва на статью не позволяет мне рассказать об интересных и даже захватывающих моментах борьбы с переходными процессами в импульсных источниках электропитания классическими методами.

И, наконец, о бедном, но уважаемом Давиде Моррисоне

Бедный потому, что ничего об исключении ёмкостных накопителей в импульсных источниках и обратной связи с «очень большим быстро-

действием» впрямую он и не писал. Как говорится, «попал под лошадь». Я не поленился и сделал перевод упомянутой статьи.

Что же по пиаровской части статьи от «КВ Системы»

Мы заказали у этой компании несколько штук рекламируемых модулей для испытаний на возможность, как говорится в статье: «КМС позволяют реализовать компактные децентрали-

зованные системы электропитания без использования существенных ёмкостных накопителей энергии».

В конце концов, кто его знает, может, предлагаемый в статье Олега Негребы перенос ёмкостных накопителей ближе к входу и подальше от нагрузки позволит энергии обойти нехороший LC-фильтр?

По результатам испытаний обещаю подготовить статью с рисунками и даже формулами.

С уважением, главный конструктор ГК Александр Электрик (вчера), инновационной группы «ВИПАГ» (сегодня), к.т.н. А.Ю. Гончаров.

P.S. Только что получили письмо от директора ООО «КВ Системы» Е.В. Жиржир с отказом. Видно, гранаты не той системы.

Новости мира News of the World Новости мира

Электронные компоненты и модули для транспортного приборостроения

Коллеги, приглашаем принять участие в конференции «Электронные компоненты и модули для транспортного приборостроения», где специалисты вашей компа-

нии смогут представить поставляемые вами электронные и электротехнические компоненты предприятиям транспортного приборостроения и машиностроения.

Конференция пройдёт 6 апреля 2016 года в Москве, в КВЦ «Сокольники» в первый день работы 10-й специализирован-

ной выставки информационных технологий и электроники для транспорта и транспортных коммуникаций «Электроника-Транспорт 2016».

Организатор конференции – журнал «Современная электроника».

www.e-transport.ru/transpribor

Светотехническая продукция для промышленности, бизнеса, городской инфраструктуры

Впервые в Москве!

Инновационный салон
**ПРОМЫШЛЕННАЯ
СВЕТОТЕХНИКА**
Москва

6-9 июня 2016 г.
Москва, ЦВК «Экспоцентр»

В рамках выставки
“ЭЛЕКТРО 2016”



WWW.PROMLIGHT-EXPO.RU/MSK

Поддержка и содействие:



Е•Х•Р•О ELECTRONICA



ufi
Approved
Event

19-я Международная выставка
электронных компонентов,
модулей и комплектующих

0+



15–17 марта

2016

Москва, Крокус Экспо

ВСЕ ЦВЕТ ЭЛЕКТРОНИКИ

Совместно
с выставкой



Организаторы:



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

Получите электронный билет: expoelectronica.ru

- Наука начинается с тех пор,
как начинают измерять...

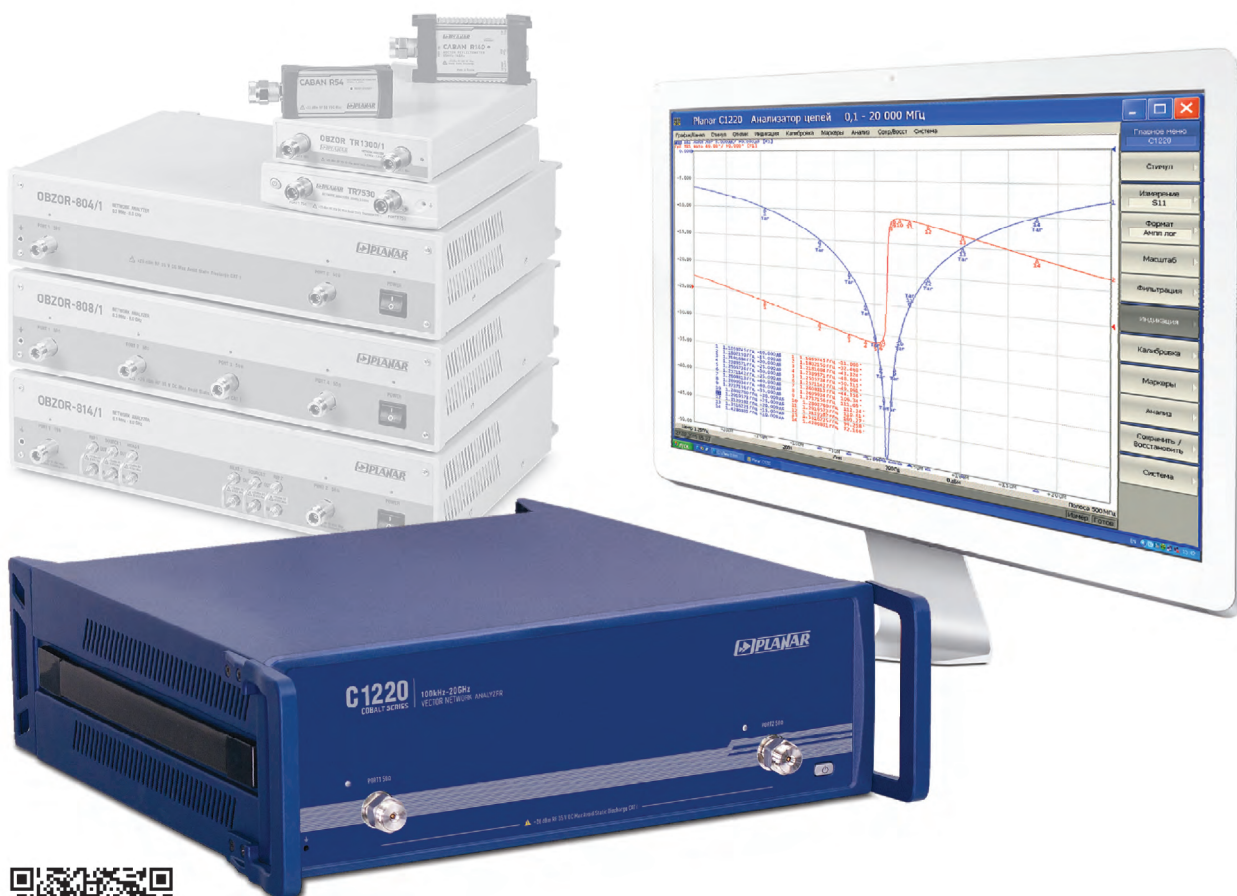
Менделеев Д.И.

ПЛАНАР

ВЕКТОРНЫЕ АНАЛИЗАТОРЫ ЦЕПЕЙ

ПРЕДСТАВЛЯЕМ НОВЫЙ ПРИБОР СЕРИИ **COBALT**, модель **C1220**:

- Диапазон частот от 100 кГц до 20 ГГц
- Динамический диапазон до 145 дБ
- Лучшее соотношение цена/качество
- Максимальный функционал по базовой стоимости *



Реклама



заходите: www.planar.chel.ru звоните: +7 (351) 72 99 777

* - Более полную информацию о технических характеристиках можно получить на www.planar.chel.ru

PLANAR

Сделано в России

ENGINEER
OF THE MONTH

Станьте самым ценным сотрудником вашей компании!

Осциллографы Keysight семейства InfiniiVision помогут вам достичь новых высот.

Широкая функциональность осциллографов InfiniiVision, в т.ч. запуск по выделенной области, встроенное ПО для анализа, а также сверхвысокая скорость обновления сигналов на экране помогут вам протестировать разрабатываемые устройства еще быстрее. А если у вас возникнут сложности в проведении испытаний, команда экспертов Keysight всегда придет к вам на помощь. С вашим талантом и нашими приборами вы будете самым ценным сотрудником компании!



Осциллографы Keysight семейства InfiniiVision	Серия 2000X	Серия 3000X	Серия 4000X	Серия 6000X
Полоса пропускания	70 МГц – 200 МГц	100 МГц – 1 ГГц	200 МГц – 1,5 ГГц	1 ГГц – 6 ГГц
Встроенные функции	Генератор сигналов произвольной формы, цифровой вольтметр, анализатор протоклов, БПФ, частотомер, осциллограф смешанных сигналов			

Специальное предложение! До 30 сентября 2016 при покупке осциллографов InfiniiVision серии 3000T цифровые каналы (MSO) – в комплекте!
www.keysight.com/find/supercharge_mso



Unlocking Measurement Insights

8 800 500 9286 (Звонок по России бесплатный)

© Keysight Technologies, Inc. 2016

Реклама

Группа электронных измерений Agilent – теперь Keysight Technologies