

СОВРЕМЕННАЯ ЭЛЕКТРОНИКА

3

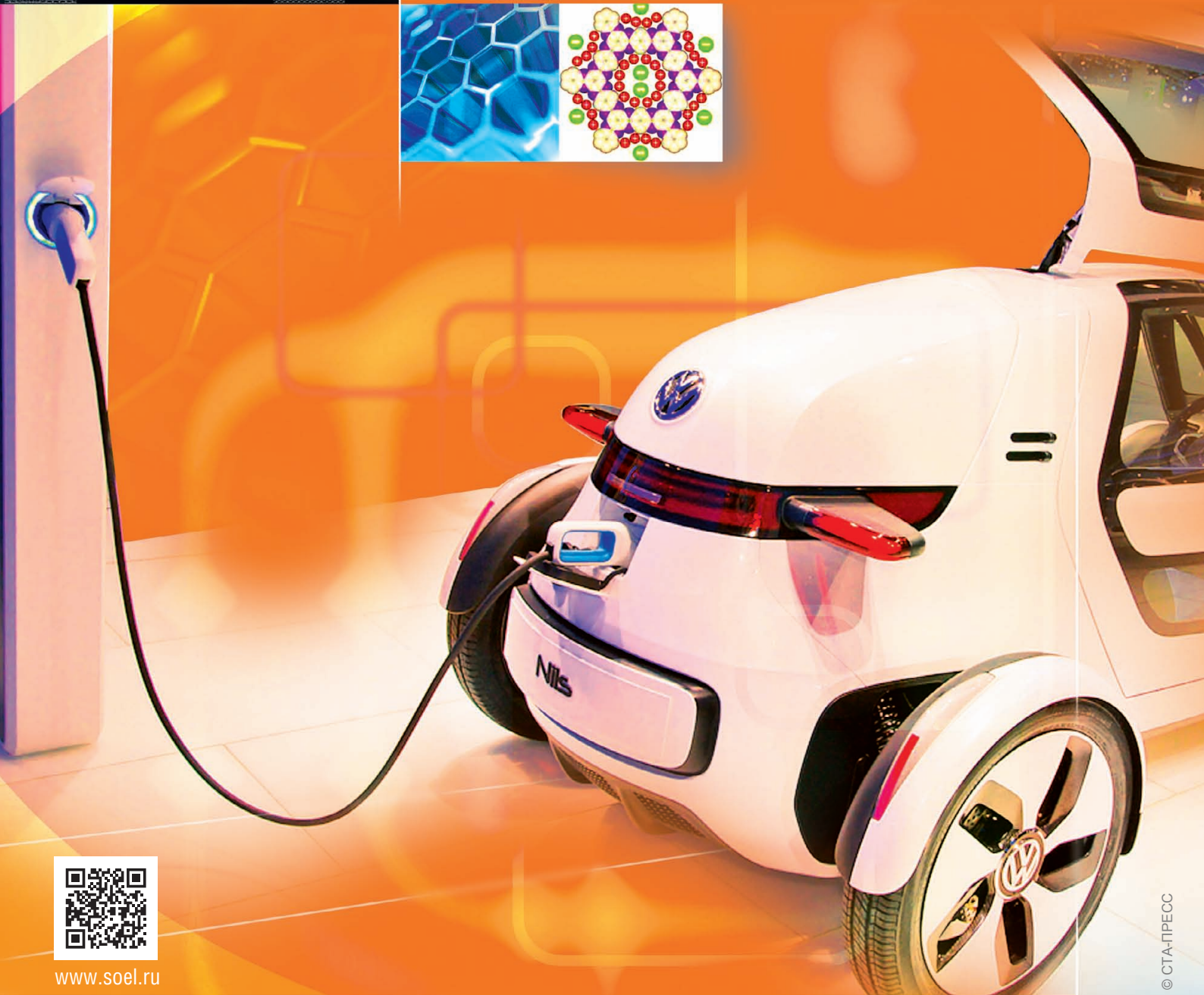
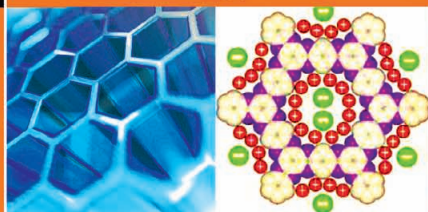
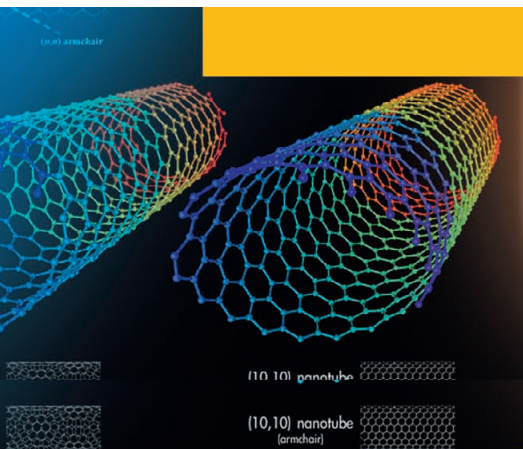
2012

В номере

Отечественный микроконтроллер MDR32F9Q2I
Гиперболоидные соединители для ответственных приложений
Промышленные программируемые счётчики импульсов
Суперконденсатор в системе резервного питания
Интеграция программных платформ Cadence и Ansys

и многое другое

и многое другое



ПОДЪЕМНЫЕ УСТРОЙСТВА ДЛЯ СВЕТИЛЬНИКОВ

от 15.000-


Производство: Южная Корея

- Вес светильников от 5 до 500 кг
- Высота спуска до 30 метров
- Управление пультом ДУ
- Крепление к потолку или балке
- Синхронизированные подъемники для баннеров и рекламных конструкций
- Широкий выбор крепежа

легкость
в управлении
безопасность
экономичность

 REEL TECH



 Демонстрационные залы в Москве

Тел.: (495) 660-55-48

E-mail: lift@reeltech.ru

ВЫСОКИЕ ТЕХНОЛОГИИ НА СЛУЖБЕ ОТЕЧЕСТВУ

Контрактное производство

электронных изделий любой сложности по конструкторской документации заказчика

Электронные компоненты

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

Поставка печатных плат

ДОЛОМАНТ является генеральным дистрибьютором компании SEP (Корея), одного из мировых лидеров в производстве печатных плат.

Монтаж печатных плат

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

Сборка приборов, стоек, шкафов

Полный цикл производства электроники.

Заказные разработки

изделий в соответствии с техническим заданием заказчика для военного, двойного назначения и атомной энергетики

Разработка и производство электронного оборудования и программного обеспечения

Более 500 изделий для специальных применений и жестких условий эксплуатации

Поставка в качестве второго поставщика

Более 400 000 наименований изделий иностранного производства под контролем военного представительства

Специальные проверки и исследования

Контакты

Россия, 117437, г. Москва, ул. Профсоюзная, д. 108
Тел.: (495) 234-0639, факс: (495) 232-1654
E-mail: info@dolomant.ru
E-mail: cd@dolomant.ru

Заказные разработки

Контрактное производство электроники

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

Главный редактор
Александр Майстренко

Зам. главного редактора
Татьяна Крюк

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

Вёрстка
Олеся Фрейберг

Обложка
Дмитрий Юсим

Служба распространения
Ирина Лобанова (info@soel.ru)

Служба рекламы
(advert@soel.ru)
Ирина Савина



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



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

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

Перепечатка материалов допускается только
с письменного разрешения редакции.
Ответственность за содержание рекламы
несут рекламодатели.
Ответственность за содержание статей
несут авторы.
Материалы, переданные редакции,
не рецензируются и не возвращаются.
© СТА-ПРЕСС, 2012

3/2012 Contents

MARKET

News from the Russian Market	4
ONIKS Innovation Electronic Firm: 20th Anniversary	8
<i>Ol'ga Medved'</i>	

ELEMENTS AND COMPONENTS

Linear Technology LED Drivers	10
<i>Yurii Petropavlovskii</i>	
MDR32F9Q2I Microcontroller. Part 1: Taste and Design Tools	18
<i>Mikhail Golubtsov</i>	
Electrical Connectors for Application-Specific Embedded Systems	22
<i>Dmitrii Gamanyuk</i>	
Efficient FSK/PSK Modulator Uses Multichannel DDS to Switch at Zero Crossings	26
<i>David Brandon, Jeff Keip</i>	

DEVICES AND SYSTEMS

Russian Industrial Programmable Pulse Counters	30
<i>ASergei Shishkin</i>	
Certification Tests for Electromagnetic Compatibility of Technical Facilities	38
<i>Valerii Gerasimov</i>	

PRACTICAL ELECTRONICS

How to Make a Successive Approximation ADC Embedded in a Microcontroller Operate with the Resolution of a Delta-Sigma ADC	44
<i>Aleksei Kuz'minov</i>	
USB for Entry-Level Users	50
<i>Evgenii Rakhno</i>	
Supercapacitor Charger and Ideal Diode for Power Supply Ride-Through Systems	54
<i>George H. Barbehenn</i>	

DESIGN AND SIMULATION

FPGAs Designed for Raising the Capacity of Systems	60
<i>Vladimir Vychuzhanin</i>	
Antenna and Microwave Device Design Automation in Advanced Electrodynamics Simulators. Part 1: Log-Periodic Dipole Antenna	64
<i>Andrei Plastikov</i>	
Transistor Microwave Mixer with a High Power Transfer Ratio	68
<i>Vitalii Romanyuk</i>	
Integration of the Cadence and Ansys Software Platforms for Complete Electromagnetic Analysis of PCBs	72
<i>Anatolii Sergeev</i>	

PROGRAMMING

Multitask Project Realization Based on an ARM7 Microcontroller without Using Operational Systems	78
<i>Konstantin Os'kin</i>	

Содержание 3/2012

РЫНОК

- 4 **Новости российского рынка**
- 8 **20-летний юбилей инновационной микрорелектронной фирмы «ОНИКС»**
Ольга Медведь

ЭЛЕМЕНТЫ И КОМПОНЕНТЫ

- 10 **Драйверы светодиодов компании Linear Technology**
Юрий Петропавловский
- 18 **Микроконтроллер MDR32F9Q21**
Часть 1. Первое знакомство с микроконтроллером и средствами разработки для него
Михаил Голубцов
- 22 **Электрические соединители для встраиваемых систем специального назначения**
Дмитрий Гаманюк
- 26 **Модулятор ЧМн/ФМн на основе многоканального цифрового синтезатора сигналов с переключением в нуле**
Дэвид Брэндон, Джефф Кейп

ПРИБОРЫ И СИСТЕМЫ

- 30 **Отечественные промышленные программируемые счётчики импульсов**
Сергей Шишкин
- 38 **Сертификационные испытания технических средств на соответствие требованиям электромагнитной совместимости**
Валерий Герасимов

ПРАКТИЧЕСКАЯ ЭЛЕКТРОНИКА

- 44 **Как заставить встроенный в микроконтроллер АЦП поразрядного уравнивания работать с разрешением дельта-сигма-АЦП**
Алексей Кузьминов
- 50 **USB для начинающих**
Евгений Рахно
- 54 **Зарядное устройство для суперконденсаторов в системе резервного питания**
Джордж Барбехенн

ПРОЕКТИРОВАНИЕ И МОДЕЛИРОВАНИЕ

- 60 **Применение ПЛИС для увеличения пропускной способности устройств**
Владимир Вычужанин
- 64 **Автоматизация процесса проектирования антенн и устройств СВЧ в современных программных комплексах электродинамического моделирования**
Часть 1. Логопериодическая вибраторная антенна
Андрей Пластик
- 68 **Транзисторный смеситель СВЧ с повышенным коэффициентом передачи мощности**
Виталий Романюк
- 72 **Интеграция программных платформ Cadence и Ansys для полного электромагнитного анализа печатных плат**
Анатолий Сергеев

ПРОГРАММИРОВАНИЕ

- 78 **Реализация многозадачного проекта на микроконтроллере ARM7 без использования операционных систем**
Константин Оськин

ПОДПИСКА НА ЖУРНАЛ

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



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

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

ПЛАТНАЯ ПОДПИСКА

Преимущества:

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

«Роспечать»

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

Подписаться можно как на 6 месяцев, так и на год. Подписные индексы по каталогу агентства «Роспечать»: на полугодие – **46459**, на год – **36280**.

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

«Агентство «ГАЛ»»

Тел.: (495) 981-0324, (499) 685-1220
artos-gal@mail.ru

«Интер-Почта-2003»

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

«Урал-Пресс»

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

Читатели из дальнего зарубежья

могут оформить подписку через агентство

«МК-Периодика»

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

Новости российского рынка

Современные технологии

Компания PCB technology предлагает печатные платы с новой технологией защиты переходных отверстий – PCB-plugging

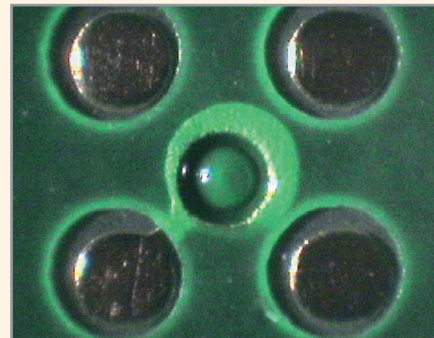
В процессе изготовления печатных плат для защиты проводящего рисунка на плату наносится паяльная маска. Паяльная маска защищает отверстия от утечки припоя в них, а также служит для предотвращения окисления меди в переходных отверстиях.

Заводы всё чаще используют жидкую паяльную маску. Но она не способна гарантированно обеспечить тент над отверстием. Маска может разрываться над отверстием или затекать внутрь отверстия, тем

самым оголяя медные стенки отверстия, которые впоследствии могут окисляться и набирать влагу. Поэтому отверстия предлагается дополнительно забивать маской.

Технологический процесс PCB-plugging заключается в следующем: до нанесения основной маски в переходные отверстия «заталкивают» специальный пастообразный компаунд или непосредственно паяльную маску. В этом случае:

- внутренние стенки переходных отверстий гарантированно покрываются компаундом и защищены от влаги;
- основная жидкая маска ровнее ложится на площадки переходных отверстий, т.к. не стекает внутрь;



- слой маски гарантирует и влагозащиту меди, и полное закрытие переходных отверстий. Это делает более надёжным монтаж корпусов типа BGA.

www.pcbtech.ru

Тел.: 8-800-333-9722

Элементы и компоненты

Существенное улучшение прецизионного термокомпенсированного кварцевого генератора ГК270-ТК

ОАО «Морион» (Санкт-Петербург) представляет новую, улучшенную версию прецизионного термокомпенсированного кварцевого генератора ГК270-ТК. Ключевой особенностью прибора является сочетание следующих характеристик:

- стабильность частоты на уровне термо-стабилизированного генератора ($\sim 10^{-7}$);
- малое значение потребляемой мощности – как после включения генератора, так и в установившемся режиме;
- малое время стабилизации частоты после включения (около 2...3 с);
- низкий уровень фазовых шумов.

Изменениям подверглись следующие параметры:

- уменьшился потребляемый ток (<17 мА);
- улучшились параметры выхода на режим.



ГК270-ТК является продолжением семейства качественно новых прецизионных термокомпенсированных генераторов ГК202-ТК и ГК203-ТК, но при этом разработан для поставок в категории качества ВП.

ГК270-ТК имеет стандартные частоты: 9,8304 МГц; 10,0 МГц; 12,288 МГц; 12,8 МГц, выходной сигнал SIN и напряжение питания 5 В. Прибор обеспечивает температурную стабильность частоты до $1,0 \times 10^{-7}$ в широком интервале рабочих температур и долговременную стабильность частоты до $1,5 \times 10^{-7}$ за год. Генератор выполнен в стандартном корпусе с размерами $36 \times 27 \times 12,6$ мм, однако при этом имеет очень перспективное исполнение с высотой 10 мм.

ГК270-ТК предназначен для специальных применений и поставляется в категории качества ВП.

Дополнительная информация об этих и других новых приборах доступна на сайте ОАО «Морион»

www.morion.com.ru

Тел. (812) 350-7572, (812) 350-9243

Радиационно-стойкие 10-Вт DC/DC-преобразователи серии S от International Rectifier упрощают требования к квалификации

Серийные радиационно-стойкие 10-Вт DC/DC-преобразователи серии S, предлагаемые компанией International Rectifier, упрощают процессы квалификации и обеспечивают более быстрое завершение проекта по сравнению с изготовленными на заказ изделиями. Предлагаются изделия, выпускаемые с отбраковочными испытаниями по классу К (уровень качества для космических применений) согласно техническим условиям MIL-PRF-38534.

Компактные и легкие DC/DC-преобразователи серии S являются идеальным выбором для маломощных схем, таких как ана-



логовые и цифровые схемы управления энергетическими системами, а также усилители сигналов и датчики в геосинхронных и низкоорбитальных спутниковых системах.

Преобразователи основаны на испытанной к радиационным воздействиям конструкции. Применяется умеренный запас к техническим показателям компонентов, который может быть критичным при выборе изделий для применений в космосе.

Преобразователи серии S характеризуются номинальным значением входного напряжения 28 В, предлагаются в одно- и двухканальных конфигурациях и работают с КПД до 82%. DC/DC-преобразователи оснащены различными сервисными и защитными функциями, такими как блокировка при пониженном напряжении, ограничение перенапряжения на выходе, вход дистанционного включения/выключения, защита от короткого замыкания и перегрузки по току. Другой отличительной характеристикой является трансформаторная развязка в контуре обратной связи.

Преобразователи серии S устойчивы к воздействию потоков нейтронов и больших доз радиации, что может быть решающим фактором для многих применений.

Новости российского рынка

Краткая сводка параметров:

- диапазон входных напряжений от 18 до 40 В;
- выходная мощность до 10 Вт;
- одно- и двухканальные модели с номиналами выходных напряжений 3,3, 5, 12, 15, ± 5 , ± 12 и ± 15 В;
- диапазон рабочих температур от -55 до $+125^\circ\text{C}$;
- масса 50 г;
- габариты (Д × Ш × В) 57,53 × 33,27 × 10,8 мм;
- среднее время безотказной работы (MTBF) $-1,5 \times 10^6$ ч – рассчитано по стандарту MIL-HDBK-217F2 для применения в аппаратуре космических аппаратов на орбитальном участке полёта SF при $+35^\circ\text{C}$.

www.prochip.ru

Тел.: (495) 232-2522

Компактная микросхема AUIR0815S драйвера затвора уменьшает и упрощает конструкцию силового привода в гибридных транспортных средствах и электромобилях

Компания International Rectifier, IR®, представила интегральную микросхему AUIR0815S, сертифицированную для применения в электрооборудовании автомобилей, которая отличается очень высоким значением выходного тока – более 10 А – для управления мощными IGBT- или MOSFET-транзисторами в инверторных каскадах для силовых приводов гибридных и электрических транспортных средств.

Очень низкий выходной импеданс и потери мощности AUIR0815S позволяют функционировать в условиях высоких температур окружающей среды. Типичное выходное сопротивление в режиме приёма тока 90 и 180 мОм при вытекающем токе. Устройство также характеризуется отрицательным напряжением затвор-исток V_{gs} и способностью длительно находиться в открытом состоянии, благодаря встроенному PMOS-выходу параллельно нагрузочному NMOS верхнего плеча. Раздельные выходы OUTH и OUTL делают возможным вы-

бор двух разных внешних резисторов для заряда и разряда цепи затвора, что существенно для управления электромагнитными помехами и эффекта CdV/dt в драйверах электродвигателей высокой мощности и импульсных источниках питания.

«AUIR0815S упрощает конструкцию инверторных систем, предлагая высокий выходной ток со всеми необходимыми защитными функциями и квалификационными требованиями для жёстких условий применения в автомобильных силовых приводах», – заявил Davide Giacommi, директор управления производством товаров и применениями подразделения автомобильных изделий IR.

При низком уровне на входе IN выход OUTL снижается до V_{EE} (отрицательное напряжение питания драйвера), позволяя управление затвором отрицательным напряжением и выбор широкого ряда IGBT. Внутреннее логическое управление выходами OUTH и OUTL исключает сквозной ток и позволяет оптимизировать задержку включения. Кроме того, может быть активирован режим низкого потребления тока через вывод LPM, который уменьшает потребление ИС за счёт более медленных рабочих задержек.

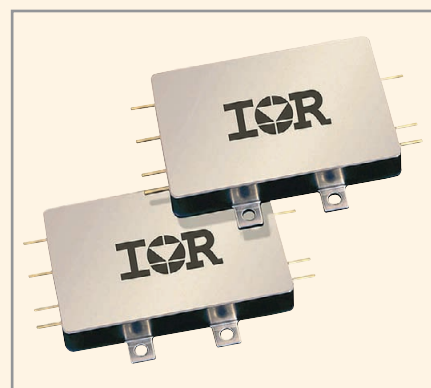
Устройства сертифицированы в соответствии с требованиями стандартов AEC-Q101, выпускаются в стандартном промышленном корпусе SO-8, который соответствует требованиям RoHS к содержанию свинца; микросхемы подвергаются статическим и динамическим испытаниям в сочетании со 100-% автоматической визуальной проверкой на уровне пластин для обеспечения бездефектности продукции.

www.prochip.ru

Тел.: (495) 232-2522

Радиационно-стойкие DC/DC-преобразователи для работы в системах электроснабжения КА со 100-В шиной питания

Компания International Rectifier закончила разработку радиационно-стойкого DC/DC-преобразователя LS1001515T по техническому заданию одной из российских компаний. Модуль, который включают в свой состав помехоподавляющий фильтр, обеспечивает соответствие требованиям стандарта MIL-STD-461C, часть CE03, к уровню кондуктивных помех. Выходные напряжения 15 В ± 15 В, выходная мощность составляет 6 Вт. Модуль предназначен для работы в системах электроснабжения космических аппаратов посто-



янного напряжения 100 В: диапазон входных напряжений 50...120 В. Отклонения напряжения 100 В питающей сети постоянного тока составляет 92...108 В. Преобразователи серии LS1001515T предлагают проверенные и эффективные стандартные решения, которые обеспечивают подавление помех. Модуль DC/DC-преобразователя LS1001515T может применяться в аппаратуре космических аппаратов, предназначенных для работы на низких, средних и геостационарных орбитах, а также в научных целевых программах, которые требуют срока активного существования до 15 лет или значений поглощённой дозы 100 крад (Si).

Новый преобразователь характеризуется значением поглощённой дозы более чем 100 крад (Si), гарантируется отсутствие обратимых и катастрофических отказов от одиночных эффектов при воздействии протонов и ионов с пороговыми линейными потерями энергии (ЛПЭ) более чем 82 МэВ см²/мг.

Модули выполнены в корпусах, подобным корпусам популярных преобразователей серии LS28 с габаритами (Д × Ш × В) 58,4 × 50,8 × 10,8 мм, масса модуля 45 г.

Компания International Rectifier принимает заказы на разработку DC/DC-преобразователей по техническим заданиям заказчиков или модернизацию существующих стандартных преобразователей.

www.prochip.ru

Тел.: (495) 232-2522

Радиационно-стойкие высоконадёжные DC/DC-преобразователи серии M3G упрощают разработку и сокращают затраты

Серийные радиационно-стойкие DC/DC-преобразователи серии M3G, предлагаемые компанией International Rectifier, позволяют ускорить дорогостоящие циклы разработки аппаратуры в космической промышленности. DC/DC-преобразователи серии M3G являются стандартными бло-



Новости российского рынка



ками для создания систем питания космических аппаратов с шинами постоянного напряжения 28, 50 и 70 В. Преобразователи выполнены на основе однотактной прямоходовой понижающей структуры, предлагаются одно-, двух- и трёхканальные модели. Каждый модуль собран, протестирован и снабжён комплектом документации для сокращения или исключения длительности цикла, необходимого для исследований и документирования схем конструкций собственной разработки.

Небольшие габариты, малая масса и прочность конструкции делают преобразователи M3G идеальными для применений в аппаратуре космических аппаратов для геостационарных орбит и исследований дальнего космоса, а также систем связи.

Сложно найти полностью квалифицированные и документированные готовые решения для преобразования напряжения, предназначенные для космических применений. Многие разработчики систем в космической промышленности разрабатывают свои собственные конструкции систем электроснабжения, которые требуют разработки схем, документации и исследований. Серийные преобразователи компании IR позволяют разработчикам собственных схем использовать готовые решения для систем управления электропитанием, устраняют затраты на разработку, исследования и выпуск технической документации.

Серия M3G способна выдерживать воздействие ионизирующих излучений космического пространства при суммарной накопленной дозе радиации более 200 крад (Si), гарантируется отсутствие обратимых и катастрофических отказов от одиночных эффектов при воздействии протонов и ионов с пороговыми линейными потерями

энергии (ЛПЭ) более чем 82 МэВ см²/мг. Преобразователи серии M3G упрощают компоновку системы питания, так как фильтрация электромагнитных потерь, а также частотная и фазовая синхронизация встроены. Кроме того, устройства M3G выполнены по толстоплёночной гибридной технологии, обеспечивающей компактный объём примерно 43,75 см³ при наименьшей массе 110 г.

Выполненные исследования и оформленная документация включает отчёты по устойчивости к радиационным воздействиям, показателям надёжности, анализ наихудшего сочетания внешних факторов, электрического и температурного воздействий.

Основные параметры:

- поглощённая доза >200 крад (Si);
- пороговые ЛПЭ >82 МэВ см²/мг;
- поток нейтронов 8×10^{12} частиц/см² (мин.), 10^{13} частиц/см² (тип.);
- мощность дозы излучения 1×10^8 рад/с (мин.), 10^{11} рад/с (тип.);
- соответствие требованиям стандарта MIL-STD-461C, CE03 и CS01 к излучаемым кондуктивным помехам и устойчивости к воздействию кондуктивных помех;
- масса <110 г;
- диапазон рабочих температур от -55 до +125°C;
- диапазоны входных напряжений: +18...60; +38...60; +60...120 В;
- выходные напряжения: 3,3; 5; 5,2; 12; 15; ±5; ±12; ±15; 5/±12; 5/±15 В;
- выходные мощности 30 Вт (модели с выходным напряжением 3,3 В), 40 Вт (все остальные модели);
- синхронизация со стороны входных и выходных цепей;
- габариты (Д × Ш × В) 76,2 × 50,8 × 11,3 мм;
- среднее время безотказной работы (MTBF) 5×10^6 ч (рассчитано по стандарту надёжности MIL-HDBK-217F2 для условий применения в аппаратуре КА на орбитальном участке полёта SF при температуре корпуса +35°C).

www.prochip.ru

Тел.: (495) 232-2522

Высокоэффективные DC/DC-преобразователи для систем электропитания с сетевыми напряжениями 50 и 120 В

Серия AFL DC/DC-преобразователей, предлагаемых компанией International Rectifier, включает две линейки изделий, предназначенных для применения в сис-



темах электропитания с постоянными напряжениями 50 (AFL50) и 120 (AFL120) В. Диапазоны отклонения входных напряжений от 30 до 80 В (AFL50) и от 80 до 60 В (модели AFL120). Преобразователь AFL12005S характеризуется значением КПД не менее 80%, что обеспечивает приблизительно на 25% больше мощности при выходном напряжении 5 В, чем ближайшее конкурирующее устройство подобного класса. Модель AFL12003R3S представляет собой преобразователь с выходным напряжением 3,3 В со значением КПД до 72%.

Модули преобразователей AFL50 и AFL120 разработаны для работы в жёстких условиях эксплуатации с предельными температурами от -55 до +125°C, характерными для авиационного электронного оборудования гражданских и военных самолётов, систем управления вооружением и систем наведения на цель. Изделия также хорошо подходят для конструкторских платформ, где важными являются небольшие габариты и масса.

Преобразователи серии AFL квалифицированы Агентством материально-технического снабжения МО США (Defense Logistics Agency – DLA) за их надёжность и контролепригодность и доступны для заказа с номерами SMD (Standard Microcircuit Drawing).

Модули AFL50 и AFL120 оснащены требуемыми для современных систем функциональными возможностями: командными входами управления включением/выключением как со стороны первичной, так и со стороны вторичной цепи, плавным запуском, внешней синхронизацией, блокировкой при пониженном входном напряжении, возможностью параллельной работы для повышения выходной мощности. Основными свойствами являются параллельная работа с равномерным распределением тока между модулями и высокая удельная мощность до 80 Вт/дюйм³. Стандартные одноканальные модели обеспечивают на

Новости российского рынка

выходе напряжения от 3,3 до 28 В, двухканальные модели обеспечивают номинальные значения выходных напряжений ± 5 , ± 12 и ± 15 В. Выходные мощности от 66 до 120 Вт в зависимости от модели.

Приобрести всю номенклатуру продукции International Rectifier (HiRel) можно у официального партнёра IR в России – компании ПРОСОФТ.

www.prochip.ru
Тел.: (495) 232-2522

Компания HARTING разработала новую серию соединителей для обслуживания высокоскоростных локальных сетей Ethernet – har-port

Новые соединители серии har-port позволяют осуществлять доступ к блокам управления и интерфейсам промышленных компьютеров извне, что предоставляет возможность применения har-port в распределительных щитах и управляющих терминалах.



Благодаря компактным размерам данные соединители являются идеальным решением для взаимодействия с рабочими станциями, а также для обеспечения передачи данных по сети Ethernet со скоростями до 10 Гбит/с. Корпус разъёма выполнен из полиамидного материала с обеспечением степени защиты уровня IP20/IP44. Серия har-port включает в себя такие интерфейсы, как USB 2.0 и USB 3.0 типа А. Передача данных осуществляется через полностью экранированный кабель RJ45 категории CAT6, сертифицированный по стандартам ISO. Монтаж разъёма осуществляется посредством одной крепёжной гайки, предназначенной под стандартный круговой вырез диаметром 22 мм, который широко

используется во многих промышленных решениях.

<http://www.prochip.ru>
Тел.: (495) 232-2522

Новые OLED-дисплеи от Raystar Optronics

Компания Raystar Optronics, Inc. выпустила новые модели OLED-дисплеев REC004002A и REG20016A.

Обе модели имеют одинаковые размеры, видимую область экрана 100×30 мм и расположение выводов подобно стандартной модели STN LCD RC4002A. Это позволяет легко заменить в текущих приложениях ЖК-дисплеи на модели OLED.



REC004002A представляет собой буквенно-цифровой OLED-дисплей со стандартным форматом 40 знаков на 2 строки, имеет встроенный функционально законченный драйвер шрифтов (знакогенератор), который содержит следующие шрифты: English_Japanese, Western European I, Western European II и English-Russian (4 варианта). Замена исходного шрифта осуществляется только программным способом.

REG020016A является эквивалентом дисплея REC004002A, характеризуется форматом 200×16 и поэтому может применяться для отображения информации в графическом режиме.

Основные характеристики дисплеев REC004002A и REG020016A:

- размеры – $182 \times 38,5$ мм;
- видимая область экрана – $154,4 \times 16,5$ мм;
- размер пиксела – $0,57 \times 0,65$ мм;
- шаг пиксела – $0,62 \times 0,7$ мм;
- режим мультиплексирования – 1/16;
- напряжение питания – 5 В, опционально 3 В;
- интерфейс – 4/8-битный 6800 (опция 8080, SPI).

<http://www.prosoft.ru>
Тел.: (495) 234-0636

Компания HARTING представила новое поколение соединителей RJ45 с возможностью монтажа в полевых условиях

Данный вид соединителей выпущен на рынок под наименованием HARTING RJ In-



dustrial 10G RJ45. Эти разъёмы представляют собой результат богатого опыта применения соединителей RJ45, которые монтируются без использования специальных инструментов и отвечают требованиям сетей Ethernet со скоростями 1 и 10 Гбит/с. Соединители RJ45 являются хорошим решением для промышленных применений, так как соответствуют предъявляемым требованиям прочности и надёжности, но в то же время являются конструктивно лёгкими и оптимизированными под многопортовые соединения. По желанию заказчика соединители могут оснащаться RFID-чипами для сохранения параметров и идентификации соединительного кабеля. Таким образом, HARTING RJ Industrial 10G RJ45 – инновационное решение, представляющее собой основу для высокоскоростных локальных сетей Ethernet и Fast Ethernet, а область применения этих соединителей чрезвычайно широка: от обеспечения офисной IT-инфраструктуры до приложений промышленной автоматизации и устройств, работающих на открытом воздухе.

В настоящее время спектр продукции компании HARTING включает в себя следующие соединители со степенью защиты IP20, а также мощные соединители для более жёстких условий эксплуатации со степенью защиты IP65/67:

- соединитель HARTING RJ Industrial 10G – степень защиты IP20;
- соединитель Han-Max RJ45 10G – степень защиты IP65/67 (вариант 1 по IEC 61076-3-106, рекомендуемый тип для EtherNet/IP согласно спецификации ODVA);
- соединитель HARTING PushPull RJ45 10G – степень защиты IP65/67 (вариант 4 по IEC 61076-3-106, рекомендуемый тип для кабелей, применяемых в промышленном строительстве);
- Han 3A RJ45 10G – соединитель со степенями защиты IP65/67 (вариант 5 по IEC 61076-3-106, рекомендуемый тип для сетей PROFINET);
- 10-гигабитный соединитель Han 3A RJ45 Hybrid 10G – степень защиты IP65/67 (вариант 5 по IEC 61076-3-106, рекомендуемый тип для сетей PROFINET);
- 10-гигабитный соединитель Han PushPull RJ45 10G (вариант 14 по IEC/PAS 61076-3-106, рекомендуемый тип для сетей PROFINET и AIDA).

<http://www.prochip.ru>
Тел.: (495) 232-2522

20-летний юбилей инновационной микроэлектронной фирмы «ОНИКС»

Ольга Медведь (г. Ярославль)

2012 г. для ООО «Микроэлектронной фирмы «ОНИКС»» (г. Ярославль) является юбилейным. МЭФ «ОНИКС» – ведущее предприятие в области паст для толстоплёночной технологии и создания изделий и технологий на основе новых материалов.

Толчком к созданию МЭФ «ОНИКС» послужили события в стране в 1990 – 1991 гг.

Именно в этот период прекратило свою активную, многогранную деятельность в г. Ярославле предприятие НПО «Электроприбор», являющееся головным объединением в Минприборе в области микроэлектроники для приборостроения и других отраслей промышленности.

В объединении интенсивно развивались толстоплёночная и тонкоплёночная технологии. Толстоплёночная технология в стране зарождалась одновременно в Ярославле, Зеленограде и Каунасе (Литва). Но в 1991 г. все работы были остановлены, всё оборудование ликвидировано.

МЭФ «ОНИКС» создавалась с 1991 г. на пустом месте, с «чистого листа». Это был невероятно тяжёлый период. Вектор развития изначально был направлен на создание нового предприятия

замкнутого цикла для исследований, разработки и производства материалов и продукции по толстоплёночной технологии.

Ежегодная модернизация производства, сохранение и усиление научного и производственного потенциала позволяет проводить работы в области инновационных направлений. Продукция, выпускаемая нашей компанией, широко используется в автомобильной, аэрокосмической, радиоэлектронной промышленности, в машиностроении, приборостроении и в медицинском оборудовании.

На собственном производстве освоен серийный выпуск более 700 модификаций следующих видов продукции:

- материалы (пасты) для толстоплёночной технологии микроэлектроники;
- припойные пасты для поверхностного монтажа электронных компонентов;

- платы (контрактное производство) для:
 - гибридных схем с прецизионными резисторами на керамике, поликоре,
 - силовой электроники на поликоре и нитриде алюминия,
 - светодиодных модулей на керамике и алюминии;
- плоские и гибкие нагревательные элементы по техническим требованиям заказчика;
- электролюминесцентные панели на гибком и жёстком носителе;
- энергосберегающие приборы и устройства.

Многие разработки запатентованы. МЭФ «ОНИКС» с 1997 г. является техническим представителем на территории РФ и СНГ мирового лидера в области материалов для толстоплёночной технологии – компании DuPont (США).

С 2003 г. микроэлектронная фирма «ОНИКС» представляет на российском рынке мирового лидера по производству керамических подложек – компанию CoorsTek (США).

С 2009 г. организовано серийное производство припойных паст для автоматизированного поверхностного монтажа по лицензионному соглашению с компанией Heraeus (Германия).

Большой опыт и квалификация наших специалистов позволяют бесплатно предоставлять заказчикам технический сервис: оказание помощи в правильном подборе материалов, проведение консультаций, выработка рекомендаций по техпроцессу и т.д.

Система менеджмента качества нашей компании соответствует требованиям стандарта DIN EN ISO 9001:2000, что подтверждается сертификатами соответствия DQS и IQNet, полученными в 2003 г.

МЭФ «ОНИКС» – ежегодный участник нескольких международных выставок, предприятие награждено многочисленными дипломами и грамотами.

*www.pripoika.ru,
www.onyx.yaroslavl.ru
Тел./факс: (4852) 670-512*



С апреля производством ЖК-панелей займется Samsung Display

Компания Samsung Electronics объявила о создании дочернего предприятия Samsung Display, которое займётся производством ЖК-панелей. Решение о передаче ЖК-бизнеса дочерней компании уже одобрено советом директоров Samsung. В марте его предстоит обсудить собранию акционеров. В случае положительного голосования по этому вопросу, начиная с 1 апреля, выпуск ЖК-экранов будет заниматься Samsung Display, уставный капитал которой составит 7,5 млрд. южнокорейских вон (\$667 млн.).

Это вынужденный шаг для южнокорейской компании, обусловленный падением спроса на ЖК-дисплеи и, соответственно, снижением прибыльности их изготовления. Производство OLED-панелей останется в ведении компании, сообщившей о намерении сосредоточиться на внедрении новейших технологии для сохранения преимущества над конкурентами.

«Разделение бизнеса позволит ускорить принятие решений, а также более оперативно реагировать на нужды клиентов, – заявил Донгун Пак (Donggun Park), исполнительный президент и руководитель направления по производству ЖК-панелей Samsung. – Благодаря повышению конкурентоспособности мы и в дальнейшем сможем обеспечивать рынок высококачественными продуктами и услугами».

samsung.com

Фохсонн повысила зарплату рабочим на 16...25%

Крупнейший контрактный партнер Apple компания Foxconn Technology Group вновь повысила зарплату своим работникам. Это третье повышение зарплаты работников компании, начиная с 2010 г. С 1 февраля оклады и тарифные ставки сотрудников низшей квалификации Фохсонн выросли на 16...25%.

В заявлении компании, опубликованном в пятницу, сообщается, что зарплата работников низшей квалификации фаб-



рики в Шэньчжэне выросла до 1800 юаней (\$286) и в дальнейшем может быть увеличена до 2200 юаней (\$349) в случае успешной сдачи квалификационных экзаменов. Три года назад среднемесячная зарплата данной категории работников Фохсонн не превышала 900 юаней (\$143).

Компания также сообщила, что зарплата работников низшей квалификации любой из её фабрик значительно превышает размер минимальной зарплаты, установленной местными органами самоуправления.

Заявление Фохсонн о повышении зарплаты последовало спустя несколько дней после того, как на заводской комплекс в Шэньчжэне, известный как Foxconn City, прибыла команда экспертов по трудовому праву во главе с президентом Ассоциации справедливого труда (Fair Labor Association, FLA) Ауретом ван Херденом для проведения инспекции условий труда и быта работников компании.

Спустя день после начала проверки представитель FLA сообщил, что условия труда работников Foxconn City, занимающихся сборкой iPad, гораздо лучше, чем на любой из швейных фабрик Китая.

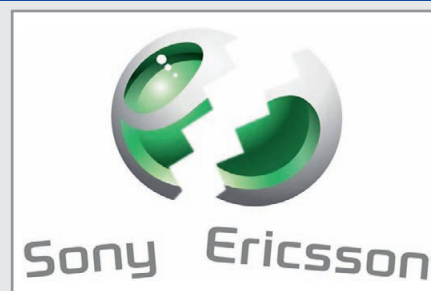
appleinsider.com

Sony переименовала Sony Ericsson в Sony Mobile Communications

Компания Sony объявила о завершении сделки по приобретению Sony Ericsson. После перечисления надлежащих сумм и получения одобрения регулирующих органов совместное предприятие Sony Ericsson перешло в полную собственность японской компании. Всего в общей сложности выкуп доли Ericsson в совместном предприятии обошёлся компании Sony в 1,05 млрд. евро.

В вышедшем в связи с завершением сделки пресс-релизе сообщается, что новое дочернее предприятие компании Sony вместо Sony Ericsson получило название Sony Mobile Communications. Предполагается, что производство мобильных устройств в дальнейшем станет важным элементом электронного бизнеса компании, поставившей задачу интегрировать в единую экосистему смартфоны с выпускаемой бытовой электроникой, поддерживающей доступ к Интернету, включая телевизоры, планшеты и компьютеры.

Штаб-квартира нового предприятия находится в Лондоне, уставный капитал ра-



вен 100 млн. евро. Численность работников Sony Mobile Communications по состоянию на 1 февраля составляет около 8 тыс. человек.

sony-europe.com

Rambus приобрела Unity Semiconductor, компанию – разработчика «убийцы» NAND-флэш-памяти

Американская корпорация Rambus сообщила о завершении сделки по приобретению компании Unity Semiconductor – разработчика энергонезависимой памяти нового поколения на токопроводящих металлических оксидах (conductive metal oxide, CMOx). Сумма сделки составила \$35 млн., согласно её условиям, сотрудники Unity войдут в состав коллектива Rambus, продолжив работу над совершенствованием памяти.



Приобретение позволит Rambus расширить пакет перспективных технологий, дополнив его рядом весомых патентов. За девять лет работы над CMOx-памятью Unity получила более 150 патентов, описывающих принципы её функционирования, особенности применения и технологию производства. По словам разработчиков, данный тип памяти превосходит применяемую сейчас флэш-память типа NAND как по плотности и надёжности, так и по производительности, оставаясь при этом менее затратной в производстве.

В начале прошлого года Unity договорилась с Micron о сотрудничестве в области производства CMOx-памяти в течение ближайших двух лет. Начало широкого применения памяти CMOx позволит ускорить повсеместный переход на энергонезависимую память терабитного класса.

rambus.com

Драйверы светодиодов компании Linear Technology

Юрий Петропавловский (Ростовская обл.)

В статье рассмотрена номенклатура и классификационные параметры микросхем драйверов светодиодов компании Linear Technology, выпущенных в 2010 и 2011 гг.

В конце 2011 г. компания Linear Technology (США) отметила 30-летний юбилей [1]. Компания была основана в 1981 г. Робертом Свонсоном и Робертом Добкиным, работавшими до этого в National Semiconductor. Добкину принадлежат такие известные решения, как трёхвыводные, регулируемые одним резистором стабилизаторы напряжения в стандартных корпусах TO-220, TO-3, TO-93, включая популярные микросхемы LM317/LM337.

На протяжении своей истории компания Linear Technology реализовала многочисленные разработки в области

аналоговых и аналого-цифровых ИС. Оригинальные схемотехнические решения и технологии корпусов ИС, в частности DC/DC-преобразователей напряжения, позволили создать новое поколение локализованных вблизи нагрузки устройств для питания различных систем, в том числе на базе ПЛИС (FPGA), получивших название μ -модулей [2].

Особенностями μ -модулей являются:

- точное поддержание выходного тока нагрузки от импульса к импульсу;
- возможность перераспределения выходного тока между нагрузками;

- возможность питания преобразователей от нескольких источников (в случае недостаточной мощности единичного источника);
- возможность работы на различные шины питания ПЛИС или систем питания с функцией слежения и/или последовательного включения/выключения выходных напряжений;
- пониженные требования к параметрам фильтрующих конденсаторов;
- низкий профиль конструкции преобразователей для увеличения интенсивности охлаждающего потока воздуха.

Более подробная информация о возможностях μ -модулей приведена в [3].

В каталоге компании от 2012 г. приведены 87 типов драйверов светодиодов различных структур [4, 5]; их классификационные параметры – только для основных исполнений – перечислены в таблице. Ниже мы рассмотрим особенности некоторых ИС, выпущенных в 2010–2011 гг.

Микросхема LT3597 – трёхканальный понижающий драйвер светодиодов с входным напряжением до 60 В. Области применения микросхемы, рекомендованные изготовителем: доски объявлений и вывески; моно-, мульти- и полноцветные светодиодные дисплеи; светодиодная подсветка больших экранов; автомобильные, промышленные и медицинские дисплеи. Особенности микросхемы:

- три понижающих регулятора тока с током до 100 мА и быстродействующими ключами N–P–N (до десяти последовательно включённых светодиодов в каждой цепочке);
- быстродействующие источники тока (длительность импульсов до 1 мкс), диапазон регулировки яркости без изменения оттенка 10 000 : 1 (технология True Color PWM™);
- сохранение работоспособности при отказах отдельных светодиодов;
- адаптация выходного напряжения для повышения эффективности преобразования;
- диапазон входных напряжений 6...60 В;
- точность установки токов светодиодов $\pm 2\%$;

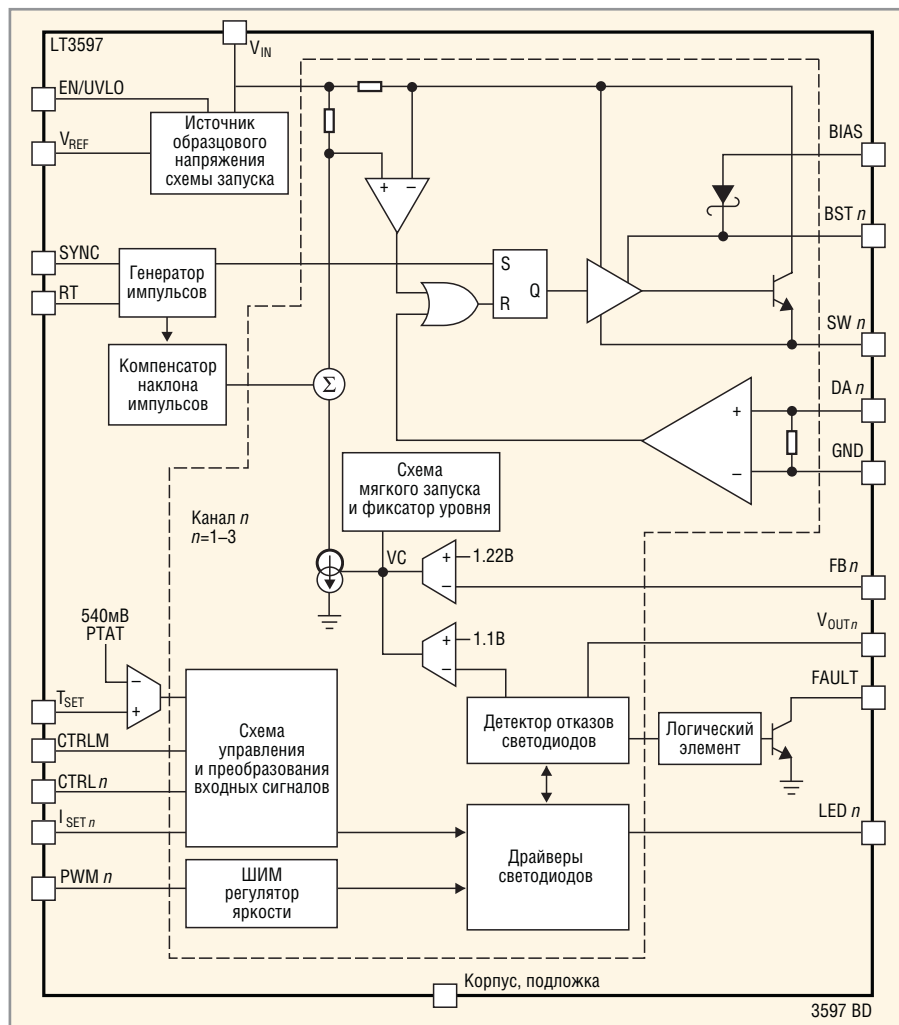


Рис. 1. Структурная схема ИС LT3597

Основные параметры ИС драйверов светодиодов компании Linear Technology

Тип ИС	Число выходов	Увх.мин. (В)	Увх.макс. (В)	Ивых, А	Увых, В	Топология	Число светодиодов	Корпус
LT1618	1	1,6	18	2	36	Boost, Sepic, Flyback	20	MS-10, DFN-10
LT1932	1	1	10	0,55	36	Boost	8	ThinSOT
LT1937	1	2,5	10	0,22	36	Boost	4	ThinSOT, SC-70
LT3003	3	3	40	0,35		Ballaster		MS-10E
LT3465	1	2,7	16	0,34	30	Boost	6	ThinSOT
LT3465A	1	2,7	16	0,34	30	Boost	6	ThinSOT
LT3466	2	2,7	24	0,4	39,5	Boost	2 × 10	DFN10
LT3474/FEAT.	1	4	36	2,1	15	Buck	4	TSSOP16
LT3475-1	2	4	36	2	25	Buck	4	TSSOP20
LT3476	4	2,8	16	4	36	Boost, Buck-Boost, Buck	4 × 8	QFN38
LT3477	1	2,3	25	6,3	40	Buck, Boost, Buck-Boost	12	QFN-20, TSSOP-20
LT3478	1	2,8	36	6,3	42	Boost, Buck-Boost, Buck	6	TSSOP-16
LT3486	2	2,4	24	1,2	35,4	Boost	2 × 10	DFN-16, TSSOP-16
LT3491	1	2,5	12	0,35	24	Boost	6	SC-70, DFN-6
LT3492	3	3	30	1	60	Buck, Boost, Buck-Boost	3 × 10	QFN-28, TSSOP-28
LT3496	3	3	30	1	45	Boost, Buck-Boost, Buck	3 × 10	QFN-28, TSSOP-16
LT3497	2	2,5	10	0,4	35	Boost	2 × 6	DFN-10
LT3517	1	3	30	1,9	40	Buck, Boost, Buck-Boost	10	QFN-16, TSSOP-16
LT3518	1	2	40	2,8	45	Buck, Boost, Buck-Boost	10	QFN-16
LT3519	1	3	30	0,98	45	Boost, Sepic, Buck-Boost, Buck	10	MS-16
LT3590	1	4,5	55	0,115	55	Buck	10	SC-70, DFN-6
LT3591	1	2,5	12	0,8	42	Boost	10	DFN-8
LT3592	1	3,6	36	1,25	36	Buck	10	DFN-10, MS-10
LT3593	1	2,7	5,5	0,7	45	Boost	10	DFN-6, SOT-23
LT3595	16	4,5	45	0,12	45	Buck	16 × 10	QFN-56
LT3595A	16	4,5	45	0,12	45	Buck	16 × 10	QFN-56
LT3596	3	6	60	1	60	Buck	3 × 10	QFN-52
LT3597/NEW	3	6	60	0,51		Buck	3 × 10	QFN-52
LT3598/FEAT	6	6	30	0,33	44	Boost, Sepic	6 × 10	QFN-24
LT3599/FEAT	4	4	30	0,625	44	Boost, Sepic	4 × 10	QFN-32, TSSOP-28
LT3956/FEAT	3	6	60	0,51	44	Boost, Sepic	3 × 10	QFN-52
LT3799/NEW	6	3,2	30	0,33	44	Boost, Sepic	6 × 10	QFN-24
LT3598/FEAT	1	3,2	30	2	44	Boost, Sepic	10	QFN-24
LT3599/FEAT	1	3	30	2,5	44	Boost, Sepic	10	QFN-32, TSSOP-28
LT3741	1	6	60	25	34	Buck	10	QFN-20
LT3743/FEAT	1	6	36	20	30	Buck	10	QFN-28, TSSOP-28
LT3745/NEW	16	6	36		36	Buck	16 × 10	QFN-40
LT3746/NEW	32	6	55		13	Buck	32 × 3	QFN-56
LT3754	16	6	40	0,375	45	Boost	16 × 10	QFN-32
LT3755-1/FEAT	1	4,5	40	25	75	Buck, Boost, Sepic, Buck-Boost	25+	QFN-16, MS-16
LT3756-1/FEAT	1	6	100	25	100	Buck, Boost, Sepic, Buck-Boost	25+	QFN-16, MS-16
LT3760	8	6	40	0,5	45	Boost	8 × 10	TSSOP-28
LT8500/NEW	48	3	5,5			ШИМ		QFN-56
LTC3200	1	2,7	4,5		5	Charge Pump	6	MS-8
LTC3201	1	2,7	4,5		4,5	Charge Pump	6	MS-10
LTC3202	1	2,7	4,5		4,5	Charge Pump	8	DFN-10, MS-10
LTC3205	7	2,8	4,5		4,5	Charge Pump	4,2,1 RGB	QFN-24
LTC3206	11	2,8	4,5		4,5	Charge Pump	6,4,1 RGB	QFN-24
LTC3207	13	2,9	4,5		4,5	Charge Pump	12 + 1	QFN-24
LTC3208	17	2,9	4,5		5	Charge Pump	17	QFN-32
LTC3209	8	2,9	4,5		5,1	Charge Pump	5,2,1	QFN-20
LTC3210	5	2,9	4,5		5,05	Charge Pump	4,1	QFN-16
LTC3212	3	2,7	4,5		5,5	Charge Pump	3	DFN-12
LTC3214	1	2,9	4,4		5	Charge Pump	1	DFN-10
LTC3215	1	2,9	4,5		5,1	Charge Pump	1	DFN-10
LTC3216	1	2,9	4,5		5,1	Charge Pump	1	DFN-12
LTC3217	4	2,9	4,5		5,05	Charge Pump	4	QFN-16
LTC3218	1	2,9	4,5		5,3	Charge Pump	1	DFN-10
LTC3219/FEAT	9	2,9	5,5		5,5	Charge Pump	9	QFN-20
LTC3220/FEAT	18	2,9	5,5		5,5	Charge Pump	18	QFN-24
LTC3230/FEAT	5	2,7	5,5		5,5	Charge Pump	5	QFN-20
LTC3452/FEAT	7	2,7	5,5		4,5	Buck-Boost	5	QFN-20
LTC3453/FEAT	4	2,7	5,5		4,5	Buck-Boost	4	QFN-16
LTC3454/FEAT	1	2,7	5,5		5,15	Buck-Boost	1	DFN-10
LTC3490	1	1	3,2	2	4	Boost	2	DFN-10, SO-8
LTC3675/FEAT	7	2,7	5,5	2,8	5,5	Buck	10	QFN-44
LTC3783	1	4	36	25	100	Boost, Sepic, Flyback	25+	DFN-16, TSSOP-16
LTM8040/FEAT	1	3	30	1	13	Buck	4	LGA
LTM8042/FEAT	1	3	30	1	32	Boost, Buck	10	LGA

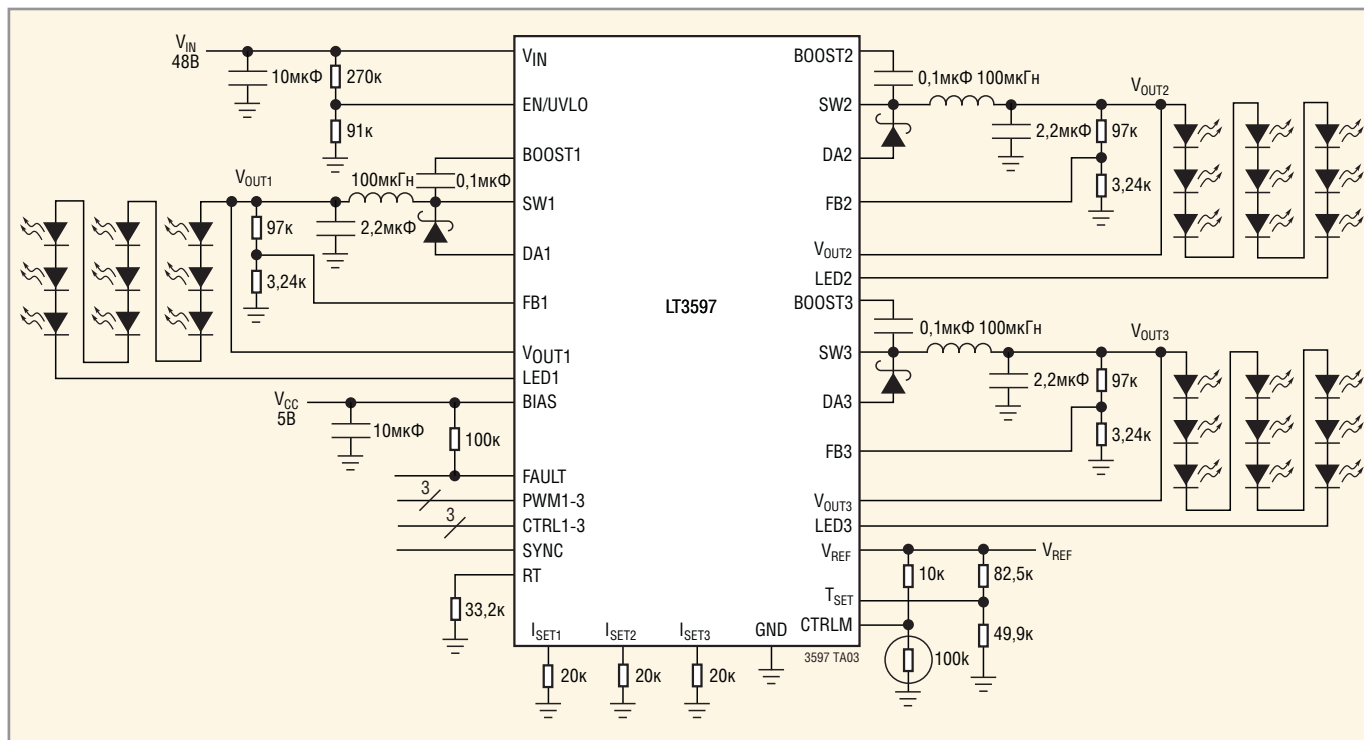


Рис. 2. Типовая схема включения микросхемы LT3597

- установка выходного тока внешними резисторами в каждом канале;
- мягкий запуск и внутренняя компенсация;
- программируемая частота генерации (0,2...1 МГц);
- возможность внешней синхронизации;
- мониторинг обрывов и коротких замыканий в цепях нагрузок;
- программирование тепловых режимов светодиодов;
- программируемая температурная защита;
- миниатюрный корпус QFN 8 × 5 × 0,6 мм;
- промышленный рабочий диапазон температур -40...125°C.

Структурная схема ИС приведена на рисунке 1, в неё входят следующие

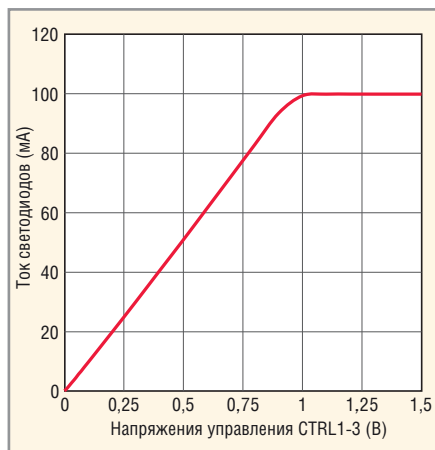


Рис. 3. Зависимость выходного тока микросхемы LT3597 от напряжения управления

основные узлы: источник образцового напряжения схемы запуска; генератор импульсов; компенсатор нелинейности генератора; схема мягкого запуска и фиксатор уровня; схема управления и преобразования входных сигналов; ШИМ-регулятор яркости; детектор отказов светодиодов; драйверы светодиодов; логические схемы, компараторы и ОУ.

На рисунке 2 приведена типовая схема включения микросхемы для питания трёх цепочек по девять белых светодиодов в каждой токком 100 мА при входном напряжении 48 В; частота внутреннего генератора 1 МГц. Назначение функциональных выводов микросхемы:

- BOOST1, BOOST2, BOOST3 (выводы 2, 48, 39) – подключение запускающих конденсаторов;
- SW1, SW2, SW3 (выводы 4, 46, 41) – подключение индуктивностей, диодов вольтодобавки (Catch Diode) и запускающих конденсаторов;
- DA1, DA2, DA3 (выводы 6, 44, 43) – подключение анодов диодов вольтодобавки;
- FB1, FB2, FB3 (выводы 7, 34, 35) – входы обратной связи;
- EN/UVLO (вывод 9) – входы запуска и схемы детектирования пониженного напряжения питания; пороговое значение напряжения на выводе составляет 1,51 В и может быть изменено внешними резисторами;

- Tset (вывод 11) – вход схемы терморегулирования (программируется температура кристалла);
- Iset1, Iset2, Iset3 (выводы 14, 15, 16) – входы для программирования номиналов выходных токов 3 каналов микросхемы;
- RT (вывод 17) – вывод для подключения внешнего резистора установки частоты генератора (при $R_t = 33,2 \text{ кОм}$ $f = 1 \text{ МГц}$, при 80 кОм – $0,5 \text{ МГц}$, при 20 кОм – $0,2 \text{ МГц}$);
- Vout1, Vout2, Vout3 (выводы 19, 22, 23) – выводы для программирования оптимального выходного напряжения драйверов;
- VREF (вывод 12) – выход образцового напряжения 2 В (ток нагрузки не более 200 мкА);
- CTRLM (вывод 13) – вывод для подключения терморезистора с отрицательным ТКС для компенсации изменений температуры окружающей среды;
- LED1, LED2, LED3 (выводы 20, 21, 24) – токовые выходы трёх каналов микросхемы;
- FAULT (вывод 25) – выход сигнала «обрыв» нагрузки;
- SYNC (вывод 27) – вход внешней синхронизации;
- PWM1, PWM2, PWM3 (выводы 30, 29, 28) – ШИМ-входы регулировки яркости (если ШИМ-регулировка не используется, выводы необходимо соединить с выводом 12, VREF);

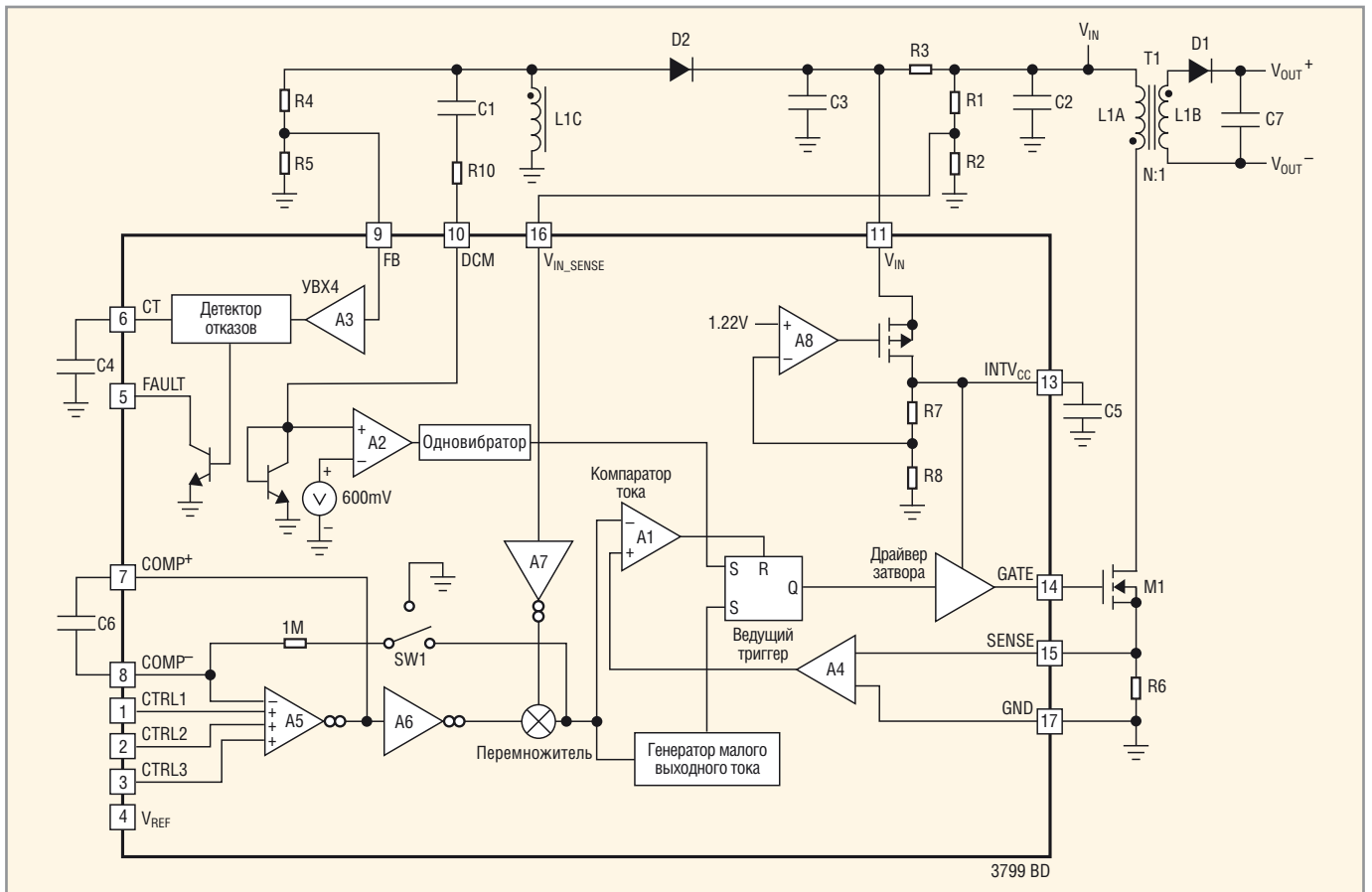


Рис. 4. Структурная схема ИС LT3799

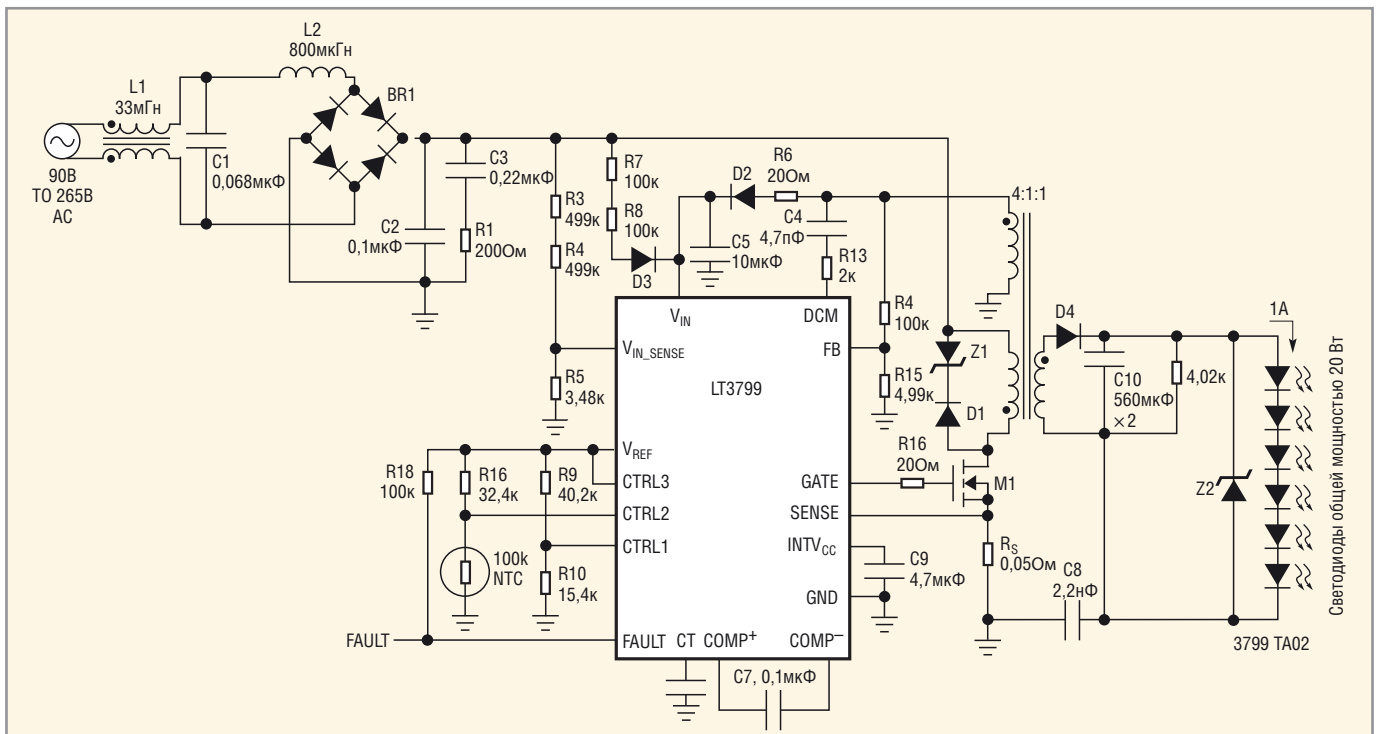


Рис. 5. Типовая схема включения ИС LT3799

- CTRL1, CTRL2, CTRL3 (выводы 33, 32, 31) – аналоговые входы управления яркостью;
- BIAS (вывод 37) – напряжение смещения внутренних узлов микросхемы;
- Vin (выводы 50, 51) – общее напряжение питания.

Номинальный ток каждой цепочки светодиодов может быть отдельно запрограммирован до 100 мА регуляровкой сопротивлений внешних резисторов на выводах Iset1 – Iset3. Точность установки токов составляет ±2%. Величина номинального выходного тока

определяется выражением: $I_{\text{ВЫХ1-3}} = 2B/R_{\text{Iset1-3}}$, где $I_{\text{ВЫХ1-3}}$ – номинальные выходные токи в цепочках светодиодов на выходах LED1 – LED3 микросхемы в мА, $R_{\text{Iset1-3}}$ – сопротивления резисторов между выводами Iset1 – Iset3 и корпусом в кОм. Примеры: при

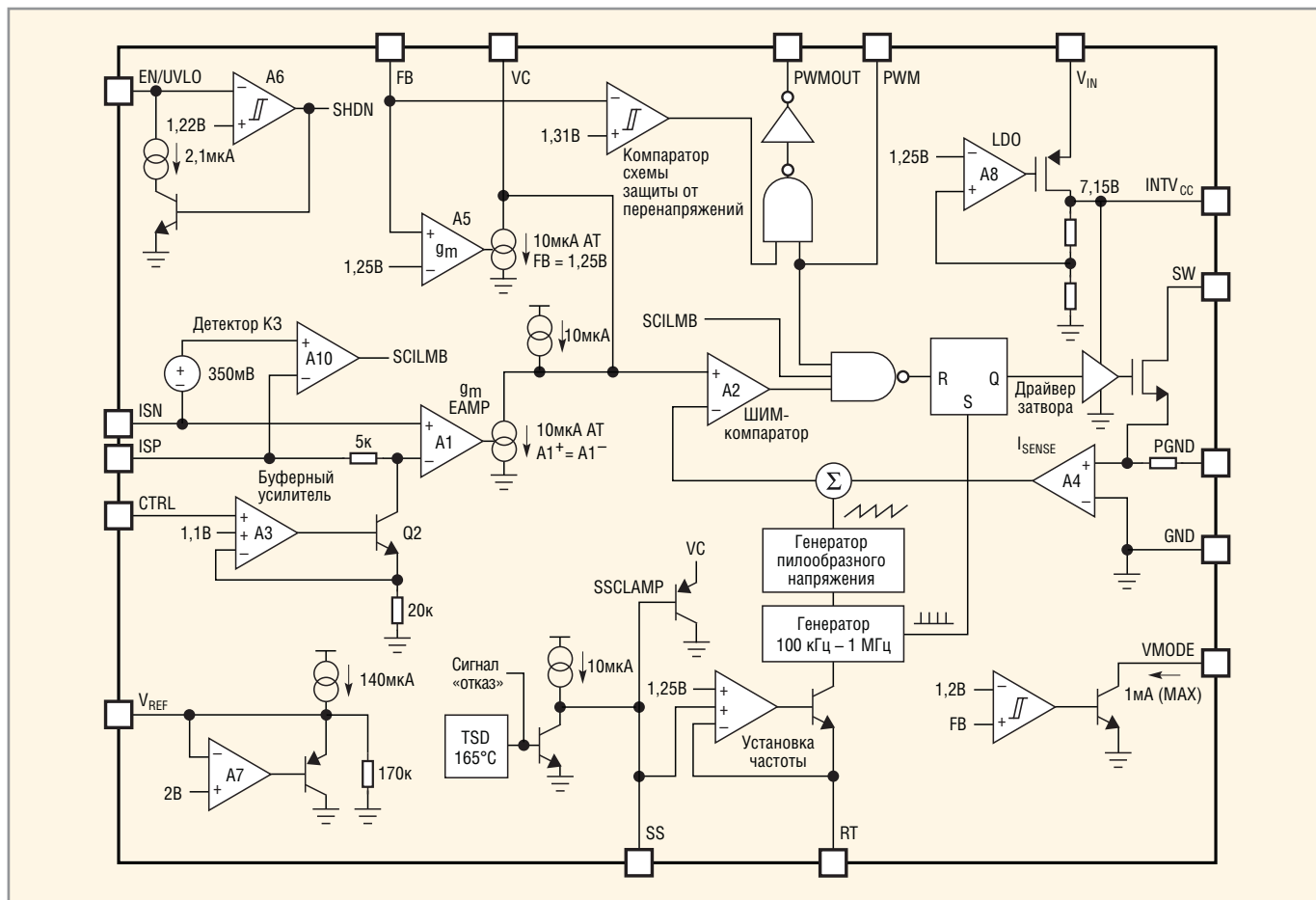


Рис. 6. Структурная схема ИС LT3956

$R_{Iset} = 20 \text{ кОм}$, $I_{ВЫХ} = 100 \text{ мА}$; $25 \text{ кОм} - 80 \text{ мА}$; $33,3 \text{ кОм} - 60 \text{ мА}$; $50 \text{ кОм} - 40 \text{ мА}$; $100 \text{ кОм} - 20 \text{ мА}$.

Регулировка яркости свечения светодиодов в пределах $0 \dots I_{ВЫХ}$ может осуществляться напряжениями в диапазоне $0 \dots 1 \text{ В}$, подаваемыми на выводы CTRL1 – CTRL3; соответствующая зависимость $I_{ВЫХ}$ от U_{ctrl} приведена на рисунке 3. ШИМ-регулировка яркости осуществляется подачей импульсов на входы PWM1 – PWM3; параметры импульсов: $U_{лог. 0}$ не более $0,4 \text{ В}$, $U_{лог. 1}$ не

менее $1,6 \text{ В}$ (не более 6 В), минимальная длительность импульсов 1 мкс , максимальный период следования 100 мс . Регулировка яркости в пределах $10\,000 : 1$ обеспечивается при изменении коэффициента заполнения импульсов в диапазоне $0,01 \dots 100\%$.

В микросхеме предусмотрена специальная температурная регулировка, предотвращающая перегрев как собственного кристалла микросхемы, так и подключённых светодиодов при повышении температуры окружающей

среды. Максимальная температура кристалла микросхемы T_j задаётся резистором R2, подключённым между выводами Vref и Tset, и R1 – между выводом Tset и корпусом. Примеры: $T_j = 85^\circ\text{C} - R1/R2 = 49,9 \text{ кОм}/97,6 \text{ кОм}$; $T_j = 100^\circ\text{C} - 49,9 \text{ кОм}/90,9 \text{ кОм}$; $T_j = 115^\circ\text{C} - 49,9 \text{ кОм}/84,5 \text{ кОм}$.

При установке резистора с отрицательным температурным коэффициентом сопротивления (NTC) между выводом 13 (CTRLM) и корпусом можно обеспечить контроль температуры светодиодов на всём периоде эксплуатации системы при изменениях температуры окружающей среды.

Микросхема LT3799 (2011) – изолированный обратногоходовой преобразователь для питания светодиодов с активным корректором коэффициента мощности (ККМ). Изоляция от питающей сети обеспечивается выходным импульсным трансформатором. Области применения микросхемы, рекомендованные изготовителем: светодиодные устройства мощностью от 4 до 100 Вт с высоким постоянным напряжением питания. Особенности прибора:

- изолированный драйвер с ККМ и минимальным числом внешних компонентов;

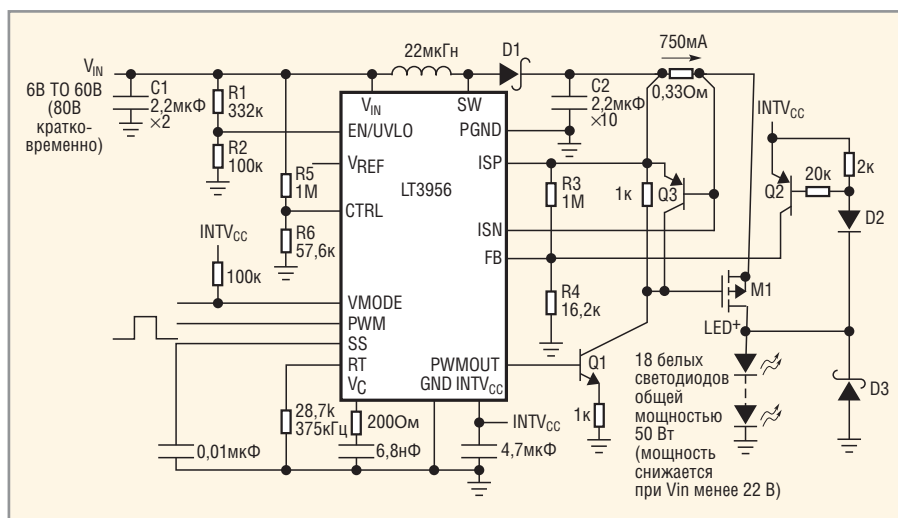


Рис. 7. Типовая схема включения ИС LT3956

- возможность симисторной регулировки яркости;
- допустимые входное и выходное напряжения определяются только параметрами внешних компонентов;
- активный ККМ (типовое значение КМ более 0,97);
- низкий уровень гармоник в выходном сигнале;
- отсутствие внешних оптронов;
- установка выходного тока с погрешностью не более $\pm 5\%$;
- защита от обрыва и коротких замыканий в светодиодной цепи;
- термостойкий 16-выводной корпус MSOP;
- промышленный диапазон рабочих температур $-40...125^{\circ}\text{C}$.

Структурная схема ИС приведена на рисунке 4, в неё входят следующие основные узлы: детектор отказов; одно-вибратор; перемножитель; компаратор тока; ведущий RS-триггер; генератор малого выходного тока; драйвер затвора; ОУ, компараторы и УВХ.

На рисунке 5 показана типовая схема включения ИС с возможностью симисторной регулировки яркости светодиодов общей мощностью 20 Вт при работе в диапазоне сетевых напряжений 90...265 В. При работе от сети с напряжением 220 В схема может быть оптимизирована, для чего номиналы следующих элементов должны иметь другие значения: $R_{10} = 24,9 \text{ кОм}$, $R_s = 0,075 \text{ Ом}$, $R_1 = 1 \text{ кОм}$, $C_2 = 0,033 \text{ мкФ}$, $C_3 = 0,1 \text{ мкФ}$.

Микросхема LT3956 (2010) – преобразователь постоянного тока и напряжения для питания светодиодов высокой яркости. ИС может быть также использована в зарядных устройствах и стабилизаторах напряжения с точным ограничением выходного тока. В неё интегрированы N-канальный полевой транзистор с $U_{\text{си}} = 84 \text{ В}$, $I_c = 3,9 \text{ А}$, $R_{\text{ds.on}} = 90 \text{ мОм}$ и стабилизатор напряжения 7,15 В. Предусмотрена регулировка частоты внутреннего генератора в пределах 0,1...1 МГц. ШИМ-регулировка яркости свечения светодиодов обеспечивается в диапазоне 3000 : 1; возможна также аналоговая регулировка яркости. Другие особенности микросхемы:

- широкий диапазон входных напряжений 4,5...80 В;
- возможность реализации режимов преобразования Boost, Buck, Buck-Boost, Sepic и Flyback;
- защита при обрыве светодиодов;

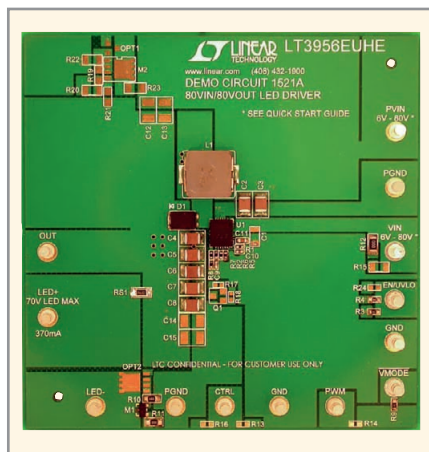


Рис. 8. Внешний вид демонстрационной платы 1521A

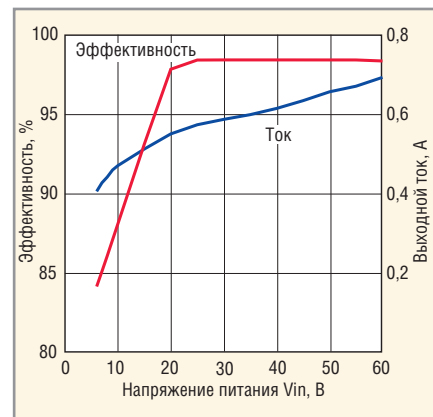


Рис. 9. Зависимости КПД (%) и выходного тока преобразователя на микросхеме LT3956 от напряжения питания

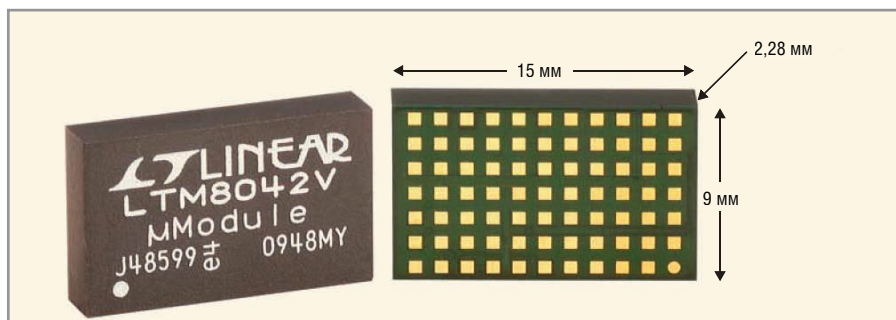


Рис. 10. Внешний вид и габариты микросхем LTM8042, LTM8042-1

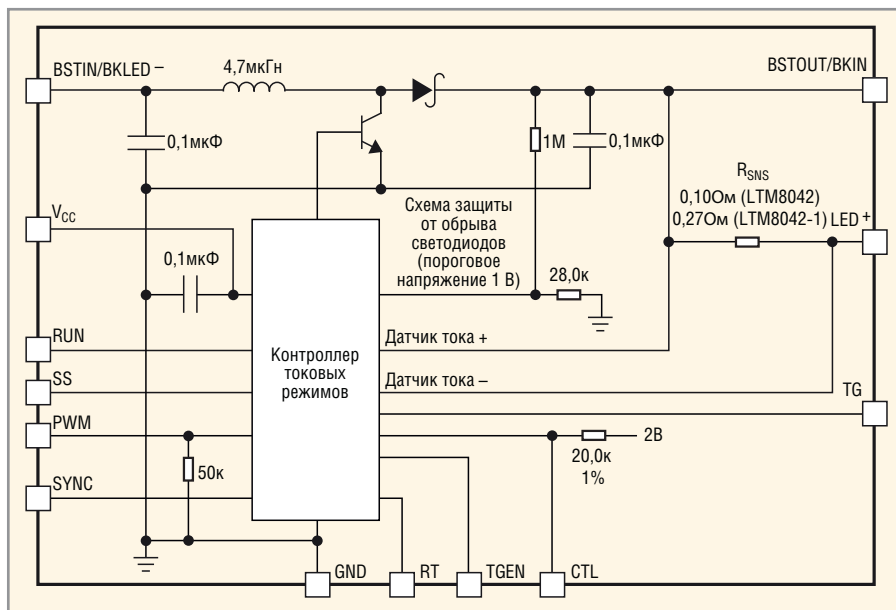


Рис. 11. Структурная схема ИС LTM8042, LTM8042-1

- программируемый мягкий запуск;
- промышленный рабочий диапазон температур $-40...125^{\circ}\text{C}$.

Структурная схема ИС приведена на рисунке 6, в её состав входят следующие основные узлы: детектор коротких замыканий; буферный усилитель сигнала управления; компаратор схемы защиты от перенапряжений; схема температурной защиты (TSD 165 $^{\circ}\text{C}$); ШИМ-компаратор; генератор пилообразного напряжения; перестраиваемый

генератор импульсов (0,1...1 МГц); драйвер затвора; усилитель сигнала датчика выходного тока (I_{sense}); ОУ, компараторы, логические элементы.

Типовая схема включения ИС в качестве повышающего преобразователя для питания цепочки светодиодов мощностью 50 Вт приведена на рисунке 7. Внешний вид демонстрационной платы источника питания LT3956EUNE (Demo Circuit 1521A) показан на рисунке 8. В качестве выходного ключа

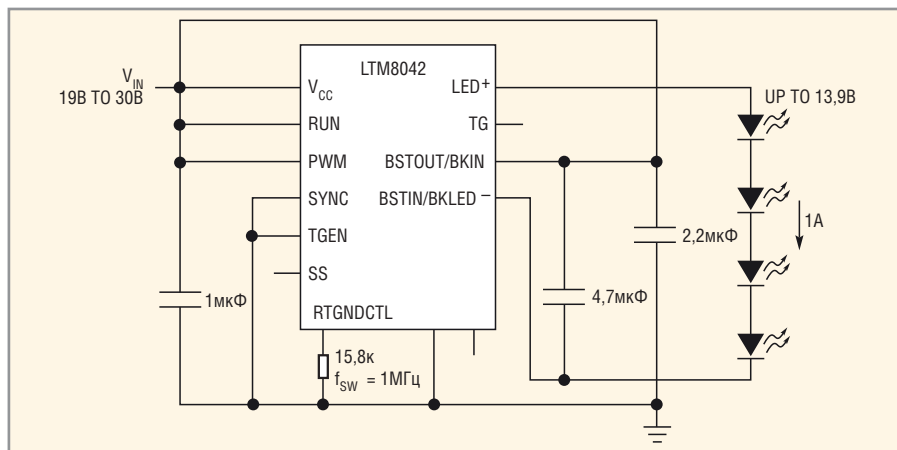


Рис. 12. Типовая схема включения ИС LTM8042 и LTM8042-1

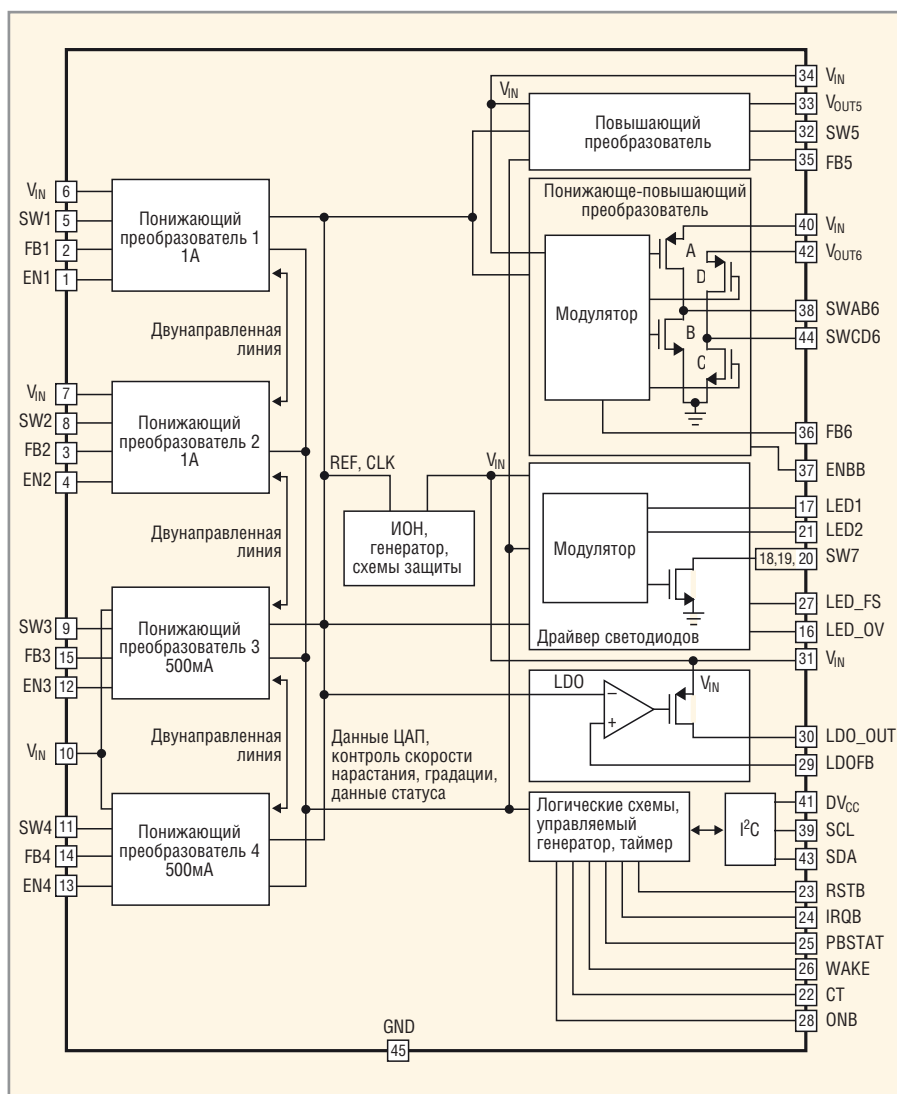


Рис. 13. Структура микросхемы LTC3675

ча Q1 применён МОП-транзистор Si7113DN фирмы Vishay Siliconix. Схема отличается высокой эффективностью, которую иллюстрируют зависимости КПД (%) и выходного тока преобразователя от входного напряжения на рисунке 9.

Микросхемы LTM8042, LTM8042-1 (2010) – повышающий драйвер свето-

диодов класса μModule и источник тока. Приборы разработаны для питания светодиодов током до 1 А (LTM8042) или до 350 мА (LTM8042-1). Драйвер обеспечивает ШИМ-регулировку яркости в пределах 3000 : 1 и аналоговую регулировку одним резистором в пределах 10 : 1. Области применения микросхем, рекомендованные изгото-

лем: подсветка дисплеев, подсветка автомобильных и авиационных приборов, освещение, сканеры. Особенности микросхем:

- регулировка яркости без изменения цветовых оттенков (технология True Color PWM™);
- возможность реализации топологий Boost, Buck, Buck-Boost;
- широкий диапазон входных напряжений 3...30 В;
- интегрированный драйвер затвора и возможность включения дополнительного р-канального МОП-транзистора для ШИМ-регулировки яркости;
- регулировка частоты коммутации в пределах 0,25...2 МГц;
- стабилизация тока и напряжения;
- малый ток потребления в состоянии ожидания (не более 1 мкА);
- промышленный рабочий диапазон температур –40...125°C.

Внешний вид микросхем показан на рисунке 10. На рисунке 11 приведена структурная схема ИС, в её состав входит контроллер светодиодов и все необходимые компоненты, в том числе катушка индуктивности. Схема включения ИС в режиме понижающего преобразователя показана на рисунке 12. Драйвер обеспечивает питание светодиодов стабильным током 1 А ($U_{\text{ВЫХ}}$ до 13,9 В) при изменении входного напряжения в пределах 19...30 В.

Микросхема LTC3675 (2010) – семиканальная конфигурируемая микросхема управления питанием большой мощности (High Power PMIC). В состав ИС входят многоканальный DC/DC-преобразователь и двояный драйвер светодиодов. Входное напряжение V_{in} , подаваемое на микросхему, может находиться в пределах 2,7...5,5 В, что позволяет использовать в качестве первичного источника питания литий-ионные аккумуляторы и другие автономные источники электроэнергии. Основные области применения микросхемы: мощные (5...10 Вт) устройства с питанием от аккумуляторов; портативные промышленные приборы; ручные терминалы; переносные измерительные приборы; многоканальные источники питания. Особенности микросхемы:

- четыре монолитных синхронных понижающих DC/DC-преобразователя 1 А/1 А/500 мА/500 мА;
- независимые повышающий (1 А) и понижающий/повышающий (1 А) DC/DC-преобразователи;

- двоянный драйвер светодиодов с выходным напряжением до 40 В и управлением по шине I²C;
- программируемые по шине I²C выходные напряжения, режимы работы и параметры коммутации всех преобразователей;
- малый ток потребления в режиме ожидания (не более 16 мкА);
- промышленный диапазон рабочих температур -40...125°C.

Структурная схема ИС приведена на рисунке 13, в её состав входят следующие основные узлы: понижающие DC/DC-преобразователи напряжения; источник опорного напряжения (ИОН), генератор, схемы защиты; повышающий DC/DC-преобразователь; понижающий/повышающий DC/DC-преобразователь; драйвер светодиодов; стабилизатор с малым падением напряжения (LDO); логические схемы, управляемый генератор, таймер; интерфейс управления (I²C).

Типовая схема включения ИС приведена на рисунке 14. Запуск преобразователей производится высоким (0,65 В) логическим уровнем на входах EN1 – EN4 (Buck), ENBB (Buck-Boost). Управление всеми режимами

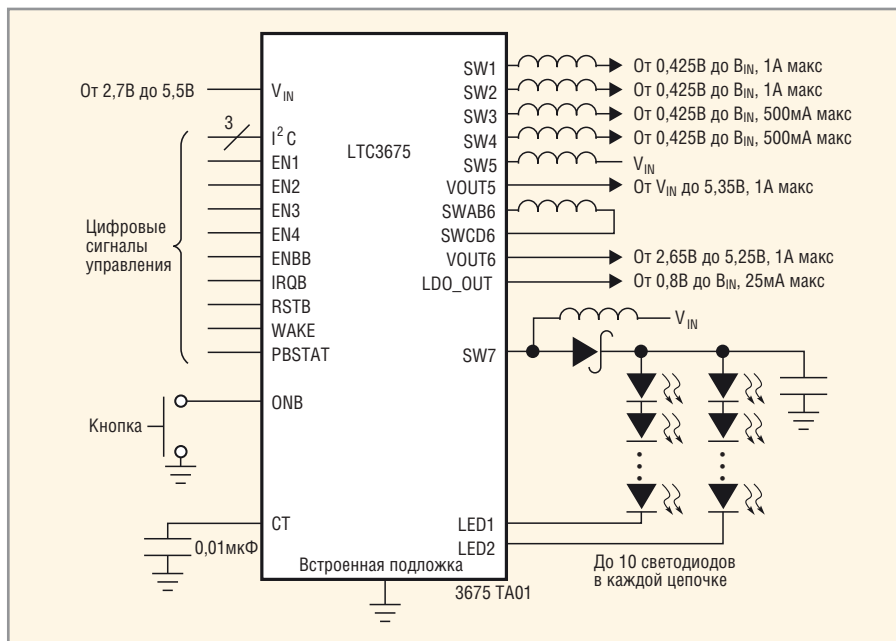


Рис. 14. Типовая схема включения ИС LTC3675

микросхемы осуществляется по интерфейсу I²C.

ЛИТЕРАТУРА

1. [http://cds.linear.com/docs/Press%20Release/30%20years%20release%20Final%2009-26-11%20\(4\).pdf](http://cds.linear.com/docs/Press%20Release/30%20years%20release%20Final%2009-26-11%20(4).pdf)
2. <http://www.linear.com/products/>

3. *Афшин Одабай*. Уменьшение числа компонентов в источниках питания систем на базе FPGA. Компоненты и технологии. 2011. № 11.

4. http://www.linear.com/products/led_driver_ics.

5. http://parametric.linear.com/led_driver_ics.



Компания AXONIM Devices - инновационная компания, ориентированная на оказание услуг в области встраиваемых систем.

Основное направление деятельности компании – разработка электронных встраиваемых систем (PLC-контроллеры, мультимедиа и мобильные устройства, системы сбора информации и многое другое), разработка и портирование BSP встраиваемых ОС (Windows Embedded, Linux, Android, eCos, freeRTOS), разработка, моделирование и перенос алгоритмов цифровой обработки сигналов (фильтрация, обработка аудио и видео потоков и другое) на целевую платформу, разработка систем с использованием FPGA, разработка Firmware под различные платформы.

Результатом работы высококвалифицированных специалистов нашей компании является полнофункциональный прототип устройства и набор конструкторской документации, позволяющий наладить производство конечного продукта.

Применяемые технологии

Архитектуры
ARM, SuperH, x86, TI DSP C5x/C6x+, ADI Blackfin/Shark, AVR32, MSP430

Компоненты
Altera, Analog Devices, Atmel, AMD, Beck, Freescale, Fujitsu, Intel, Marvell, NVidia, NXP, Panasonic, Samsung, STM, TI, Xilinx.

Операционные системы

Embedded Windows, Embedded Linux, eCOS, FreeRTOS, ADI VDK, TI DSP/BIOS

Интерфейсы
USB Host/Client/OTG, SPI/SSP, I2C, LVDS, UART, RS232/485/422, LCD HDMI, DVI, SD / SDHC / MMC / CF / PCMCIA, ATA, SATA, PATA, Ethernet, PoE, PCI, PCIe, 1-Wire, uWire, CAN, SPORT, S/PDIF, PPI, I2S, AC97, TDM, RMII, MII, IrDA, Bluetooth, WIFI, GPRS / GSM / 3G / HSPA, ZigBee, GPS.

www.axonim.by

email: info@axonim.by

tel/fax: +375 17 2547900

Реклама

Микроконтроллер MDR32F9Q2I

Часть 1. Первое знакомство с микроконтроллером и средствами разработки для него

Михаил Голубцов (Москва)

Цикл статей предназначен для тех читателей, которые хотят познакомиться с отечественным Cortex-M3 совместимым микроконтроллером и научиться его использовать в своих задачах. В этом цикле будут рассмотрены все основные аппаратные узлы микроконтроллера, а также их программирование. Будет представлена минимально необходимая информация для их практического освоения. В каждой статье будет приводиться пример практического применения на том или ином реальном примере, приведена схема и полный текст программы. С учётом того, что этот микроконтроллер ощутимо сложнее, чем, например, широко распространённая серия микроконтроллеров AVR, цикл статей может существенно снизить трудоёмкость освоения микроконтроллера.

Не секрет, что, по сравнению с импортными, выбор отечественных микроконтроллеров очень небольшой. При этом до недавнего времени практически все отечественные микроконтроллеры были ориентированы исключительно на применение в военных, космических и подобных им задачах. Микроконтроллеры для таких задач должны отвечать большому количеству повышенных требований. В первую очередь, это расширенный температурный диапазон, повышенная устойчивость к механическим воздействиям – ударам, вибрации, значительным ускорениям. Кроме того, во многих случаях требуется радиационная стойкость. Такие микроконтроллеры проходят достаточно много дорогостоящих испытаний. Так как задачи очень специфические и в большинстве случаев отсутствует серийное изготовление изделий на основе этих микросхем, часто микросхемы производятся в сравнительно небольших количествах. Всё это приводит к тому, что стоимость микросхем становится очень высокой. Так, например, стоимость отечественных микроконтроллеров может составлять от 3,5 до 10, а то и 15 тыс. руб. При этом по параметрам (кроме температурных параметров и параметров, относящихся к требованиям для 5 приёмки) эти микроконтроллеры часто соответствуют импортным стоимостью примерно от 50 до 300 руб.

Получается, что при разработке каких-либо изделий, не ориентирован-

ных на применение в заказах, где необходима специальная приёмка, – для атомной промышленности, космических аппаратов и т.д., – применение отечественных микроконтроллеров получается абсолютно нерентабельным. Поэтому, несмотря на призывы многих руководителей поддерживать отечественную электронику и использовать отечественные компоненты, можно с уверенностью утверждать, что в 99% случаев в проектах, не ориентированных на специальные применения, используются импортные микроконтроллеры.

Но сравнительно недавно одно из предприятий Зеленограда наладило производство отечественных микроконтроллеров индустриального исполнения не в металлокерамическом корпусе, а в пластиковом, типа LQFP. Он не ориентирован на применение в военных задачах, а поэтому проходит намного меньшее количество испытаний.

Основные параметры этого микроконтроллера:

- 32-разряда,
- ядро Cortex-M3,
- память программ 128 Кб,
- тактовая частота до 80 МГц.

Но самое главное – стоимость этого микроконтроллера, которая составляет 165 руб. Низкая стоимость наряду с достаточно неплохими параметрами делает этот микроконтроллер интересным для использования в отечественном оборудовании.

Для написания программ можно использовать традиционные средства разработки, применяемые для микроконтроллеров ARM. В широко распространённом компиляторе Keil этот микроконтроллер, начиная с версии 4.22, поддерживается производителем компилятора. После установки компилятора можно открыть пример программы для этого микроконтроллера. Для занесения прошивки в Flash-память программ и для отладки можно использовать отладчик MT-Link.

Далее мы познакомимся с последовательностью действий, необходимых для создания проекта, его настройки, набора простой программы и занесения её в микроконтроллер. Также познакомимся с базовыми возможностями отладки программы в среде Keil. Для этого мы будем пользоваться отладочной платой, предлагаемой производителем микроконтроллера, для которой в компиляторе Keil имеется готовый пример программы.

Отладочный комплект представляет собой печатную плату, на которой имеется:

- микроконтроллер MDR32F9Q2I в панели;
- разъёмы для подключения отладчика;
- три микропереключателя, определяющих режим работы микроконтроллера после подачи питания;
- разъём для подключения карты памяти microSD;
- разъём USB;
- три разъёма с выведенными на них входом АЦП, выходом ЦАП и входом компаратора;
- разъём Audio jack для подключения наушников;
- микросхема формирователя CAN и разъём DB9, на который выведены его выводы;
- микросхема формирователя RS232 и разъём DB9, на который выведены его выводы;
- батарейка для питания подсистемы часов реального времени микроконтроллера;
- монохромный графический индикатор с разрешением 128 × 64 точки

- шесть кнопок, подключенных к портам ввода/вывода;
- кнопка, подключенная к входу Reset микроконтроллера.

Для того чтобы познакомиться с применением микроконтроллера в среде компилятора Keil, следует скачать ознакомительную версию компилятора на сайте www.keil.com. Для этого на сайте нужно выбрать версию компилятора для работы с микроконтроллерами ARM. Для получения ссылки для скачивания необходимо заполнить небольшую анкету. Ознакомительную версию компилятора можно скачать бесплатно. Разумеется, её возможности урезаны по сравнению с коммерческой, но этих возможностей вполне достаточно для того, чтобы познакомиться с микроконтроллером и сделать несложные программы для него. Ограничения заключаются в размере программы – не более 32 Кб.

После скачивания компилятора необходимо установить его на компьютере. Для этого запускаем исполняемый файл. Путь установки оставляем тот, который предлагается установщиком. В окне *Customer information* совсем не обязательно вводить реальные данные,

можно заполнить произвольными значениями. После того как установщик скопирует файлы на жёсткий диск, появится окно *File Installation Completed*. В нём следует установить галочку напротив надписи *Add example projects to the recently used project list* и выбрать из выпадающего списка пример программы для отладочной платы от «Миландр»: *Milandr Board*. На этом установка компилятора завершена.

Для работы с отладчиком следует установить для него драйвер. Как уже говорилось, мы будем пользоваться отладчиком MT-Link. Подключим его к USB-порту компьютера (подключать его к отладочной плате пока не надо). Windows обнаружит новое устройство и откроет окно для поиска драйвера для него. На вопрос, разрешить ли Windows самостоятельно найти драйверы в Интернете, следует выбрать вариант «Нет, не в этот раз». В следующем окне выбираем вариант «Установка из указанного места». Теперь укажем расположение драйвера для отладчика. Если путь установки компилятора тот, что был предложен программой установки, то путь к файлам драйвера C:\Keil\ARM\Segger\USB Driver\x86.

После нажатия кнопки «Далее» процесс установки драйвера отладчика будет завершён.

После установки драйвера для отладчика можно приступать к экспериментам с отладочной платой. Поставьте три микропереключателя режима загрузки в положение 0 0 0, что соответствует работе с отладчиком, подключенным к разъёму JTAG-B. Подключите блок питания к отладочной плате. Подключите отладчик к разъёму JTAG-B на плате и к разъёму USB компьютера. Запустите Keil.

Если при установке была поставлена галочка, включающая пример программы для микроконтроллера «Миландр» как «последний использованный», то после запуска Keil в нём откроется этот пример. Если этого не произошло, откройте его самостоятельно. Пример находится в папке: C:\Keil\ARM\Boards\Milandr\MCU_1986VE92U\Blinky.

Перед началом работы с проектом следует указать компилятору тип используемого отладчика и указать алгоритм программирования для памяти программ. Для этого выполним *Flash > Configure Flash Tools*. Появится окно

АЦП компании МИЛАНДР

www.milandr.ru

АЦП в составе ИМС 1886VE1Y/2(21)Y/5Y : 10 бит, 50 квыб/с	SAR
АЦП в составе ИМС 1886VE6Y : 12 бит, 70 квыб/с	SAR
АЦП в составе ИМС 1986VE91T/92Y/93Y , 1986VE1T, 1986VE2T : 12 бит, 70 квыб/с	SAR
Аудио АЦП в составе ЦСП 1901BЦ1T	$\Delta\Sigma$
Полосовой АЦП в составе приемника 1321XD1Y	$\Delta\Sigma$
1316ПП1AY	ПНЧ
АЦП в составе ИМС K1986VE2T	$\Delta\Sigma$
АЦП 1316PV1Y : 14 бит, 100 МГц	Конв.

Российские
микросхемы
от идеи до
промышленного
производства!

124498, г. Москва, Зеленоград, проезд 4806, дом 6
тел.: +7 (495) 981-54-33, факс: +7 (495) 981-54-36
www.milandr.ru



Реклама

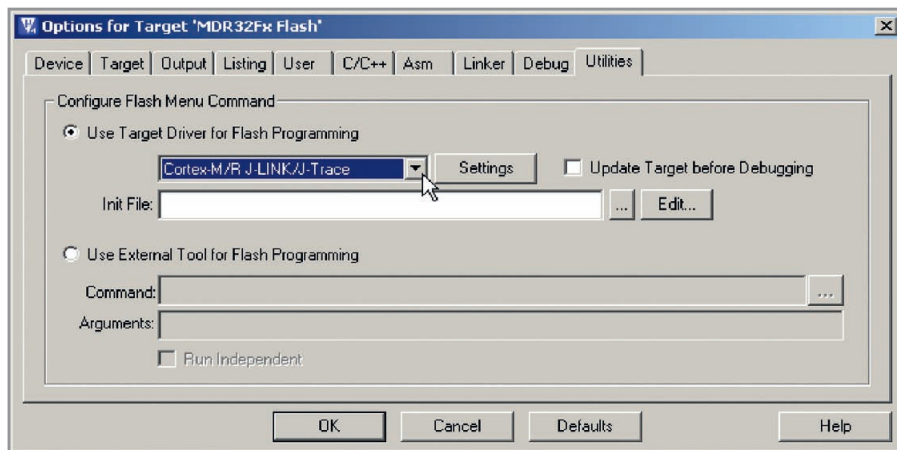


Рис. 1. Выбор типа отладчика для программирования

Configure for target 'MDR32Fx Flash'. В нём следует выбрать вкладку *Utilities*. Там надо указать тип отладчика в соответствии с рис. 1.

Теперь в этом же окне надо нажать кнопку *Settings*. Откроется окно (см. рис. 2), где нужно задать алгоритм программирования Flash. Для этого следует нажать кнопку *Add* и выбрать из предоставленного компилятором списка названия нужного нам процессора.

Мы настроили опции для прошивки программы в Flash-память микроконтроллера. Но надо настроить ещё опции для отладки программы. Для этого снова выполним *Flash > Configure Flash Tools*. Но на этот раз нужно выбрать вкладку *Debug* и на ней указать тип используемого отладчика (см. рис. 3).

Теперь, если нажать кнопку *Settings*, должно открыться окно настроек отладчика.

Если прошивка имеющегося у вас отладчика не последней версии, то Keil

может предложить её обновить. Если не позволить ему это сделать, работать он будет, но практически на каждое действие будет снова выдаваться предложение обновить прошивку, что очень неудобно. Если позволить, он самостоятельно обновит прошивку. Важно в течение процесса обновления не выключать питание и не отсоединять отладчик от компьютера и отладочной платы. Если аппаратная версия отладчика не самая новая, появится предупреждение об этом. Дело в том, что некоторые возможности для отладки в новых версиях отладчика реализованы аппаратно, а в том отладчике, который подключен в данный момент, – нет, и эти возможности будут реализованы программно. Так как тут уже ничего не обновить, имеет смысл поставить галочку, чтобы это предупреждение не выводилось повторно.

После этих предупреждений (или сразу, если их не было) мы должны

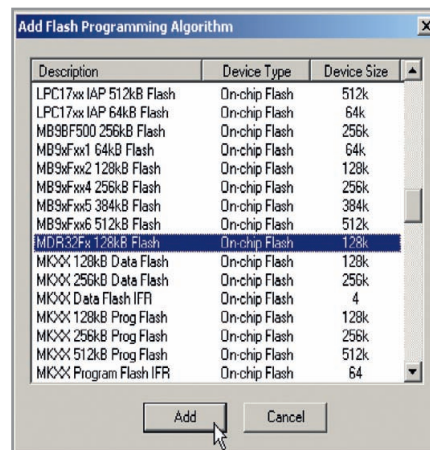


Рис. 2. Выбор типа процессора

увидеть окно, подобное показанному на рис. 4. По его содержимому мы можем увидеть, всё ли у нас получилось, – должен отобразиться серийный номер отладчика, номер версии его аппаратуры и номер прошивки. Увидеть, обнаружен ли микроконтроллер, можно, посмотрев JTAG Device Chain. Если там ничего нет – микроконтроллер не обнаружен. Если обнаружен, можно нажимать *OK* и приступать к работе.

Напомню, у нас уже открыт пример проекта для нашего микроконтроллера и мы только что настроили опции для отладки и программирования. Откомпилируем проект. Для этого выполним *Project > Rebuild All Target File*. В нижней части окна компилятора, под текстом программы, имеется окно сообщений. В случае удачной компиляции в нём должно отобразиться сообщение «0 Error(s)». Если имеются ошибки, они будут перечислены в этом окне. Дважды кликая мышкой по названиям ошибок, можно открывать в окне с программой то место, где эта ошибка обнаружена.

Для прошивки программы в Flash-память микроконтроллера необходимо выполнить *Flash > Download*. После этого следует нажать на кнопку *Reset* или снять и повторно подать напряжение питания на отладочную плату для запуска прошитой программы.

Для пошаговой отладки программы следует выполнить *Debug > Start/Stop Debug Session*. После этого станут доступны команды отладки. Все они располагаются в меню *Debug*. Основные из них: запустить программу, выполнить одну команду программы (сделать шаг), установить или снять точку останова, остановить выполнение программы. При этом по исходному тексту программы перемещается выделенная другим цветом линия, благо-

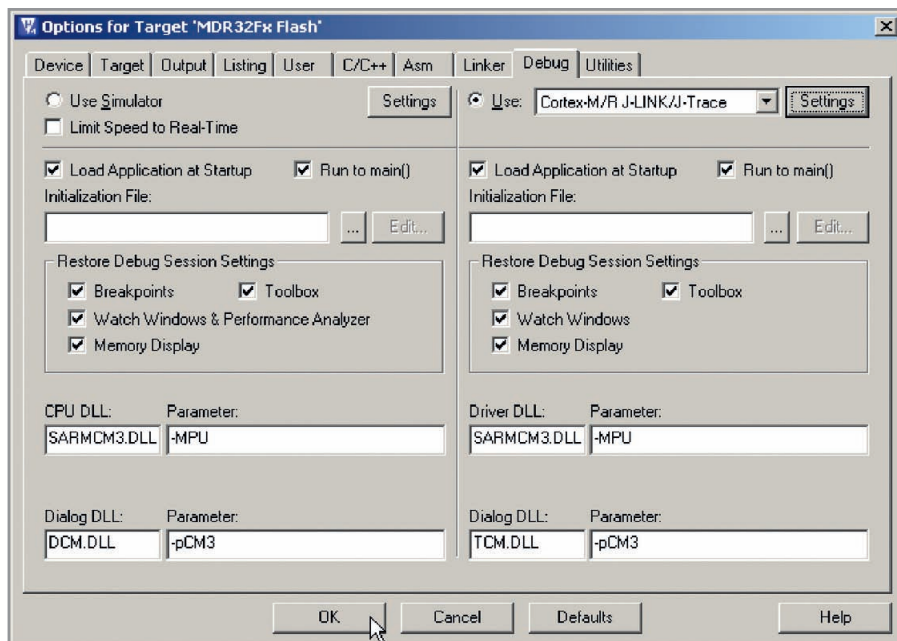


Рис. 3. Выбор типа отладчика для пошагового выполнения программы

даря которой можно видеть, какая команда программы выполняется в данный момент (рис. 5).

Несколько важных замечаний.

Обратите внимание, что у микроконтроллера имеется два порта для подключения отладчика: А и В. Это сделано из-за того, что выводы для подключения отладчика совмещены с выводами различных встроенных в микроконтроллер устройств. В зависимости от того, какие из них используются в том или ином проекте, выбирается тот вариант подключения отладчика, который позволит не занимать его разъёмом нужные для конструкции выводы микроконтроллера. Производители микроконтроллера рекомендуют подключать отладчик только к плате, на которую уже подано напряжение питания.

Если в программе настроить для работы на выход один или несколько выводов, используемых для подключения отладчика, его работа станет невозможной. В таком случае можно использовать другой разъём для отладчика, если он имеется в целевой схеме. Но если таким образом «выведены из строя» оба разъёма для отладчика, то ни один из них не станет работать. При этом в нижнем окне появляется сообщение о том, что микроконтроллер не обнаружен.

Для решения этой проблемы есть несколько простых путей:

- установить микропереключатели режима загрузки в положение 1 1 0 – режим загрузки по UART – и, пользуясь переходником RS232-UART или USB-UART (в комплект отладочной платы не входят), прошить в микроконтроллер программу, которая не использует выводы, задействованные отладчиком, после чего снова появится возможность использовать отладчик;
- установить микропереключатели режима загрузки в положение 0 1 1 – режим загрузки из внешней микросхемы памяти и отладки по JTAG-V (в этом микроконтроллере такой режим не используется – не все выводы выведены из кристалла; в варианте микроконтроллера с большим числом выводов имеется возможность выполнения программы из внешней микросхемы памяти). После снятия и повторной подачи напряжения питания микроконтроллер попытается выполнить программу из внешней микросхемы памяти. Разумеется, он её не обнаружит, и при этом не-

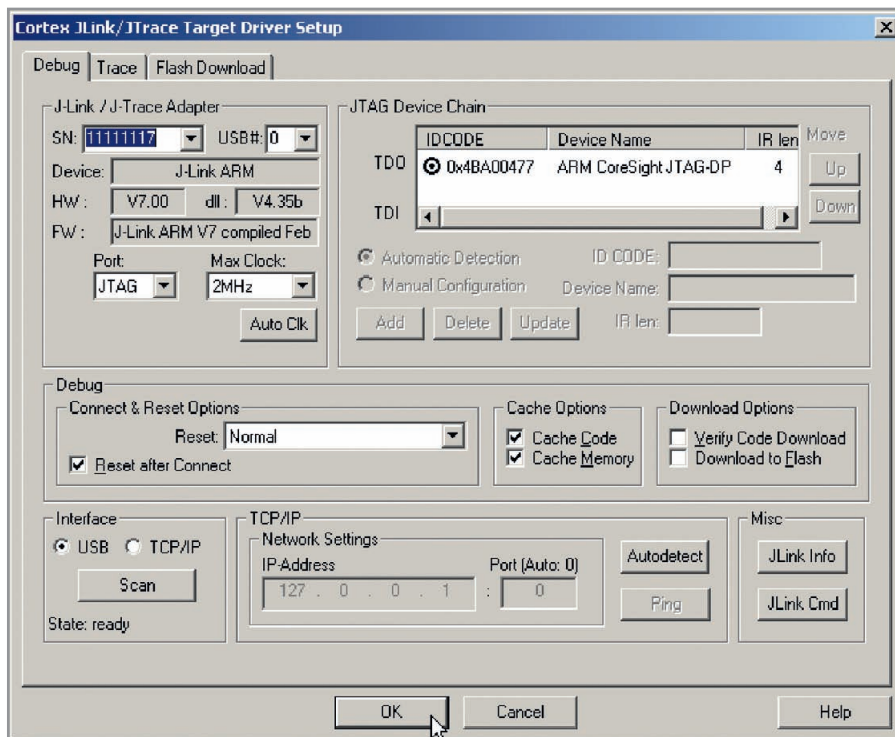


Рис. 4. Окно настроек отладчика

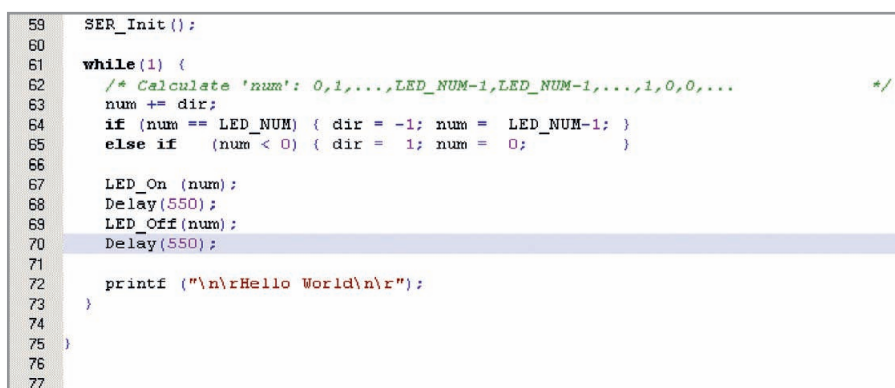


Рис. 5. Окно программы при отладке

прерывно будет происходить исключение «неверная команда». В таком состоянии зашитая в микроконтроллер программа пользователя не выполняется, и, соответственно, ничто не мешает использовать разъём JTAG-V для стирания неудачной программы;

- на время отладки программы ввести в неё паузу длительностью 5...10 с перед тем, как будут настраиваться порты ввода/вывода. Это позволит в случае ошибочной настройки выводов, используемых отладчиком на вывод, не потерять возможности стереть программу и записать новую – в течение этой паузы после нажатия на кнопку сброса отладчик будет работать, так как порты в этот момент ещё не настроены на выход;
- на время отладки программы ввести в неё настройку одного вывода порта, к которому подключена кнопка и

ожидание нажатия на эту кнопку. И только после того как будет обнаружено нажатие на эту кнопку, происходит настройка всех остальных портов ввода/вывода и начинается выполнение программы. Соответственно, до нажатия на эту кнопку выводы портов ещё не настроены и отладчик будет работать независимо от того, есть ли в программе ошибочные настройки портов (мешающие отладчику) или нет.

В заключение можно сказать, что появление этого микроконтроллера можно рассматривать как своего рода «революцию», которая позволит создавать конкурентоспособные электронные изделия на отечественной элементной базе. И это не просто микроконтроллер в пластиковом корпусе, он при этом полностью соответствует уровню аналогичных импортных микроконтроллеров.

Электрические соединители для встраиваемых систем специального назначения

Дмитрий Гаманюк (г. Саратов)

Встраиваемые системы специального назначения используются для управления сложными объектами, к которым в первую очередь относится военная техника, системы управления сложными и опасными процессами в химической промышленности, атомной энергетике, системах распределения электрической энергии, управления общественным транспортом и транспортирования нефти и газа. Требования к надёжности и безотказности работы этих систем существенно выше, чем для встраиваемых систем общего назначения.

Как и любая компьютерная система, встраиваемая система специального назначения (ВССН) представляет собой совокупность аппаратной и программной части. В настоящее время ВССН создаются на основе стандартных решений с использованием стандартных вычислительных модулей, построенных на электронных компонентах индустриального или специального применения. Аналогичная ситуация наблюдается в области программного обеспечения, и для ВССН разработчики или выбирают специализированные ОС реального времени, например, такие как QNX или КРДА, или разрабатывают оригинальные программные средства. Для электронных компонентов встраиваемых систем замена компонентов индустриального назначения на компоненты специального назначения, обладающие повышенной надёжностью, решает проблему безотказного функционирования ВССН в течение гарантированного времени жизненного цикла.

Программные средства имеют в своём составе штатные специальные модули автоматического восстановления процессов и восстановления логических соединений, при помощи которых программист предусматривает в

алгоритме работы системы специальные меры для восстановления соединений, что существенно осложняет и проектирование программы, и работу системы.

Для систем, работающих в составе объектов вооружения, на борту самолётов, вертолётов, кораблей, ракет и пусковых комплексов, характерно воздействие высоких уровней ударных и вибрационных нагрузок, возникающих при эксплуатации и являющихся нормальными условиями применения.

Вибрационные нагрузки, распространяясь по конструкции, воздействуют на все элементы, в том числе и на электрические соединители, а наличие в электрических соединителях большого количества не закреплённых жёстко мелких металлических контактных элементов, резонирующих на определённой частоте, приводит к серии разрывов в точке контактирования, что нарушает целостность электрического сигнала. При этом не только программная система на протяжении некоторого времени пытается «достучаться» до другого вычислительного модуля, что увеличивает время реакции системы на воздействие, но и происходит механическое разрушение сначала покрытия, а затем и ос-

новного материала контактов. Следующей стадией является существенное ухудшение электрических характеристик контактирования. Это явление называется фреттингом, или вибрационной коррозией электрических контактов (см. рис. 1).

В настоящее время несколько российских компаний, использующих в разрабатываемой ими новой технике вычислительные модули на основе форм-фактора PC-104+, столкнулись с проблемами при испытаниях соединителей на воздействие широкополосной вибрации. В результате исследований было выявлено, что контакты соединителей для шины PCI были разрушены под воздействием фреттинга.

С такой же проблемой столкнулись разработчики космических аппаратов для NASA, которые вынуждены были произвести отбор соединителей для полётного использования на основе собственных независимых испытаний соединителей compactPCI. В результате для субконтракторов NASA был разослан документ NASA GSFC: S-311-P-822, который допускает к использованию только соединители, производимые компанией Hypertronics Corporation, мировым лидером в производстве соединительных систем, имеющим более чем сорокалетнюю историю разработок и производства электрических соединителей с использованием легендарной технологии гиперболоидного контакта Hypertac.

Hypertronics предлагает уникальную технологию электрического контакта Hypertac, которая основана на технологии гиперболоидного гнездового контакта, называемого так вследствие того, что проволоки, которые являют-

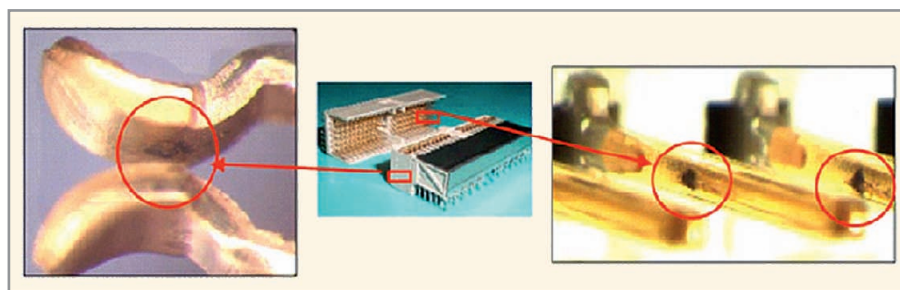


Рис. 1. Фреттинг электрических контактов

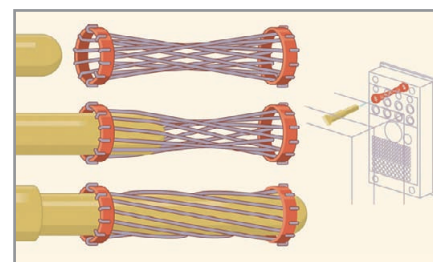


Рис. 2. Конструкция и принцип работы контактной системы Hypertac

ся главными контактными элементами, кажутся изогнутыми по гиперболе. Конструкция гнезда такова, что в средней части проходное сечение гнездового контакта меньше, чем на входе и выходе, таким образом, введённый штырь охватывается проволоками гнезда со всех сторон, порождая множество точек контактирования, равномерно разнесённых по длине и по окружности (см. рис. 2).

Гиперболоидный гнездовой контакт, сформированный туго натянутыми проволоками, обеспечивает низкое усилие сочленения и расчленения, более высокий ток в контактной паре, беспрецедентно низкое переходное сопротивление, абсолютную устойчивость к ударам и вибрациям и сопротивление вибрационной коррозии (фреттингу электрических контактов), а также большое количество циклов сочленения (см. таблицу).

Электрические соединители для ВССН, построенные на основе технологии Hypertac, серийно производимые компанией Hypertronics Corporation, несмотря на более сложную конструкцию контактов, соответствуют требованиям действующих стандартов и взаимозаменяемы со стандартными разъёмами по размерам и посадочным местам. Для сохранения преемственности в разработках и возможности подключения систем, использующих электрические соединители Hypertronics, к стандартным соединителям существуют специальные переходные вставки.

Преимущества контактной системы Hypertac

Особенности контактной системы	Преимущества
Низкое усилие сочленения и расчленения	Снижение полного веса системы за счёт использования соединителей с большим количеством контактов Снижение нагрузки на печатную плату при сочленении (соединители для печатных плат) Увеличение срока эксплуатации
Значительное количество циклов сочленения-расчленения	Низкая стоимость Снижение объёма обслуживания и регламентных работ или их полное исключение для контактных систем Увеличение интервалов между техническими обслуживаниями
Низкое контактное сопротивление	Снижение падения напряжения на соединителе Снижение тепловыделения системы
Большой ток на одиночный контакт	Миниатюризация конструкции и увеличение передаваемой электрической мощности на единицу поперечного сечения соединителя
Устойчивость к ударам и вибрации	Использование соединителей для работы в жёстких условиях Создание высоконадёжных систем, не требующих обслуживания и контроля при эксплуатации

Соединители PC/104+

Соединители серии PC/104+ (рис. 3) предназначены для замены стандартных соединителей в шине PCI встраиваемых систем для обеспечения устойчивой работы системы в условиях ударов и вибраций. Использование соединителя PC/104+ с гиперболоидными контактами существенно расширяет возможность платформы PC/104 по использованию в критических областях.

Традиционный дизайн соединителя с конструкцией в виде расположенных друг над другом печатных плат исключает необходимость использования различных конструкций в виде материнской платы и направляющих устройств. Соединители Hypertronics PC/104+ взаимозаменяемы со стандартными соединителями PC/104+ COTS и обеспечивают инженерам высоконадёжные решения. Благодаря этому

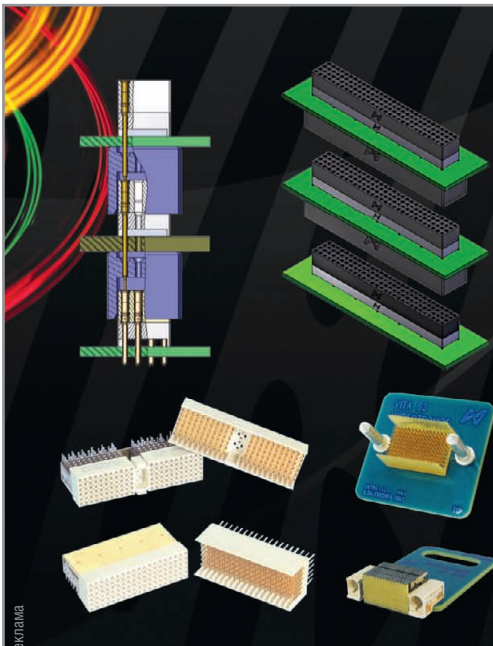
инженеры могут использовать решения в форм-факторе PC/104+ в более жёстких условиях, вплоть до космической техники.

Соединители Compact PCI

Соединители Compact PCI (рис. 4) взаимосочлаемы со стандартными соединителями cPCI. Посадочные места унифицированы со стандартными соединителями. Экранирующий корпус защищает электрические цепи от помех. Материал изолятора обладает свойствами пониженного газовыделения, что позволяет использовать данные соединители в космической технике. Направляющие элементы препятствуют неправильному сочленению.

Соединители KVPX

Соединители KVPX (рис. 5) сконструированы для использования во встраиваемых системах специального




ПОСТАВКИ И ПРОИЗВОДСТВО СОЕДИНИТЕЛЕЙ ДЛЯ ВСТРАИВАЕМЫХ СИСТЕМ.

Группа компаний «Промышленные технологии» более 15 лет осуществляет поставки пассивных электронных компонентов, разработку и производство электрических жгутов, коробок СЭС, электросоединителей.

В настоящее время совместно с компанией Hypertronics освоено производство следующих серий соединителей с гиперболоидным гнездом:

- СНЦ152 (HRM);
- СНП388 (PC104+);
- Соединители серии KVPX;
- Соединители cPCI (2mm).



**ПРОМЫШЛЕННЫЕ
ТЕХНОЛОГИИ**

143441, московская область, Путилково, 69 км МКАД,
Бизнес Парк «Гринвуд», стр 17.
тел: (495) 721-85-00; факс: (495) 721-86-00
info@ptkgroup.ru; www.ptkgroup.ru

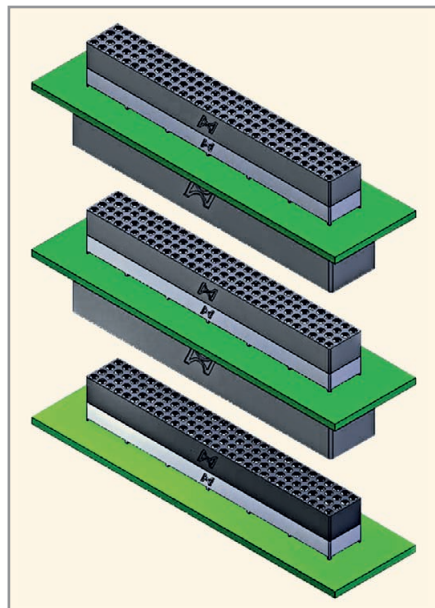


Рис. 3. Соединители серии PC/104+

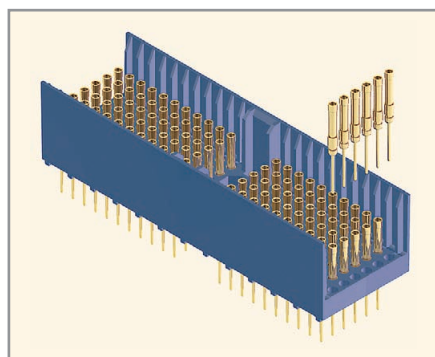


Рис. 4. Соединители Compact PCI

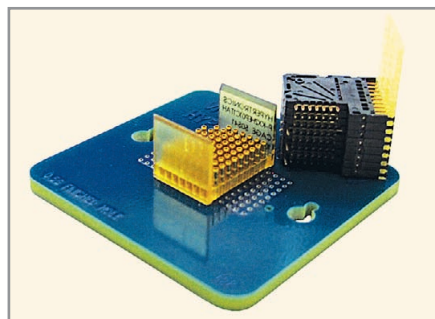


Рис. 5. Соединители KVPX

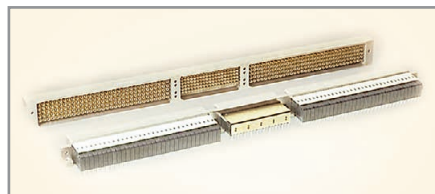


Рис. 6. Соединители VME64X

назначения и соответствуют стандартам VITA 46/48. Возможен монтаж методом пайки или запрессовки соединителя в плату. Существуют специальные версии контактов для LVDS в экранированном корпусе, направляющие препятствуют неправильному сочленению.

Соединители VME64X

Соединители VME64X (рис. 6) предназначены для стандартных и специализированных применений. Соединители сконструированы для условий с высокими уровнями вибрационных нагрузок, соответствуют спецификации IEEE-1101.2 -1992, уровень защищённости 5. Алюминиевый корпус обеспечивает механическую прочность, кондуктивный теплоотвод и экранирование от электромагнитных помех.

ЛИТЕРАТУРА

1. Белоусов А.К., Савченко В.С. Электрические разъёмные контакты в радиоэлектронной аппаратуре. М.: Энергия, 1967.
2. Левин А.П. Контакты электрических соединителей радиоэлектронной аппаратуры (расчёт и конструирование). М.: Советское радио, 1972.
3. Лярский В.Ф., Мурадян О.Б. Электрические соединители. Справочник. Москва: Радио и связь, 1988.
4. Элементарный учебник физики. Под ред. Г.С. Ландсберга. М.: АОЗТ «Шрайк», 1995.
5. Гаманюк Д.Н. Технология гиперболических контактов в технике. Современная электроника. 2008. № 9.
6. Колесов М. Поддержка одноплатного VME-компьютера Fastwel™ CPC600 в системах реального времени на базе QNX Neutrino. Современные технологии автоматизации. 2009. № 9.
7. Зыль С.Н. Штатные механизмы QNX Neutrino для обеспечения отказоустойчивости вычислительных систем жёсткого реального времени. Современные технологии автоматизации. 2009. № 3.
8. OpenVPX Interconnects Fabric Speed and I/O bandwidth: Performance for Next-Generation Military Systems VME and Critical Systems. Chuffart Vincent. December 2010. Vol. 28. No. 4.
9. Сафронов Л.И., Сафронов А.Л. Электрические прямоугольные соединители. Анализ физических процессов в контактах. Технологии в электронной промышленности. 2007. № 6.
10. Bock E.M., Whitley J.H. Fretting Corrosion In Electric Contacts. Prepared for Presentation at the Twentieth Annual Holm Seminar on Electrical Contacts. 1974. October 29–31.
11. Ito T., Matsushima M., Takata K., Hattori Y. Factors Influencing Fretting Corrosion of Tin Plated Contacts. Sei Technical Review. April 2007. No. 64.

Новости мира

Дуплексы размером 2,5 × 3,0 мм

Компания TDK-EPC представила два дуплекса Ercos с улучшенными характеристиками линейности. Тип B7654 разработан для приложений на базе CDMA, тип B7928 – для LTE, диапазон 13. Комбинация двух дуплексов в мобильном телефоне обеспечивает одновременную передачу голосовой информации и данных. Это позволяет разработчикам мобильных телефонов упростить архитектуру входного ВЧ-контура, так как можно отказаться от дополнительных элементов для линеаризации.



Дуплексы типа B7654 рассчитаны в режиме передачи (TX) на диапазон частот 824...849 МГц, а в режиме приёма (RX) – на диапазон 869...894 МГц. Между передающим и приёмным диапазонами достигнута развязка 57 дБ. Мешающие GPS-частоты подавляются на 40 дБ.

Тип B7928 рассчитан в режиме передачи (TX) на диапазон частот 777...787 МГц, а в режиме приёма (RX) – на диапазон 746...756 МГц. Между передающим и приёмным диапазонами достигнута развязка 62 дБ. Мешающие GPS-частоты подавляются на 45 дБ. Размеры дуплексов 2,5 × 3,0 мм. Начало серийного производства запланировано на второй квартал 2012 г.

epcos.com

Microchip: контроллеры с ЦОС

Microchip готовит к выпуску новые микроконтроллеры с ядром цифровой обработки сигналов dsPIC33F семейства GS, предназначенные, в первую очередь, для применения в схемах импульсных источников питания и преобразователей. Они имеют увеличенную до 50 MIPS производительность ядра относительно существующих контроллеров (+25%) и специализированную периферию для построения импульсных преобразователей: АЦП, ШИМ и аналоговые компараторы.

Повышенная производительность позволяет разработчикам реализовывать более эффективные алгоритмы управления

Новости мира News of the World Новости мира



преобразователями, а низкая цена новых dsPIC – уменьшать общую стоимость системы.

Областями применения контроллеров GS являются: источники бесперебойного питания, инверторы напряжения, индукционные печи и варочные панели, интеллектуальные зарядные устройства, корректоры коэффициента мощности, блоки розжига HID ламп, электронные балласты для флюоресцентных ламп, светодиодное освещение, AC/DC- и DC/DC-преобразователи.

Микроконтроллеры dsPIC33F GS производятся в корпусах с количеством выводов от 28 до 100, с объёмом Flash-памяти программ от 16 до 64 Кб. Встроенный АЦП имеет производительность до 4 Мвыб/с, ШИМ имеет разрешение до 1 нс и специальные режимы выходов. В дополнении к этому, на кристалле имеются до четырёх аналоговых компараторов с ЦАП, позволяющих гибко настраивать уровни срабатывания. Эти компараторы могут напрямую управлять модулем ШИМ.

microchip.com

Цифровые термометры/термостаты с универсальным SPI/3-проводным интерфейсом

Компания Maxim Integrated Products объявила о начале производства цифровых термометров и термостатов MAX31722/MAX31723. Считывание значений температуры осуществляется посредством выбираемого пользователем SPI или трёхпроводного интерфейса. В то время как напряжение питания большинства конкурирующих решений составляет не менее 2,7 В, эти датчики температуры могут работать от источников питания напряжением 1,7 В.

Столь низкое напряжение питания наряду с током потребления 2,4 мкА в режиме ожидания делают эти приборы идеальными для систем с низким энергопотреблением или работающих от батарей.

Датчики MAX31722/MAX31723 предлагают разработчикам целый ряд опций, облег-

чающих проектирование. Для чтения и записи данных используются SPI- и трёхпроводной интерфейс. Разрешение задаётся пользователем от 9 до 12 бит. Доступны два исполнения по точности: $\pm 0,5^\circ\text{C}$ (MAX31723) и $\pm 2^\circ\text{C}$ (MAX31722).

Дополнительная универсальность MAX31722/MAX31723 обеспечивается также наличием энергонезависимой памяти. Пороги термостатирования и значения регистра конфигурации записываются в энергонезависимую память до или после установки компонента, поэтому отсутствует необходимость перепрограммирования каждый раз при подаче питания. Энергонезависимая память также повышает общую надёжность системы, предотвращая потерю данных при незапланированном отключении питания.

Обе ИМС работают в двух режимах, выбираемых пользователем, – однократного или непрерывного преобразования. В однократном режиме по запросу датчик переводится в активное состояние и производится однократное преобразование, тем самым обеспечивается уменьшение энергопотребления. Непрерывный режим обеспечивает независимый мониторинг температуры, тем самым высвобождаются ресурсы системного контроллера (процессора).

Диапазон напряжений питания MAX31722/MAX31723 1,7...3,7 В. Диапазон рабочих температур датчиков, а также диапазон измеряемых температур составляет $-55...+125^\circ\text{C}$.

russia.maxim-ic.com

Sharp расширяет линейку дисплеев высокой яркости

Представляя новый промышленный TFT LCD с диагональю 12,1" (31 см), Sharp расширяет собственную линейку дисплеев высокой яркости моделью с чрезвычайно прочной конструкцией: LQ121S1DC71 способен работать в расширенном диапазоне температур $-15...+75^\circ\text{C}$ и выдерживает большие механические нагрузки, вызванные ударами и вибрацией с общим сроком службы подсветки 50 000 ч.

Уровень яркости, составляющий 800 кд/м², достигается мощной светодиодной подсветкой. Как результат, дисплей обеспечивает хорошее считывание показаний даже при ярком окружающем свете. Помимо этого, широкий диапазон диммирования светодиодной подсветки позволяет адаптировать яркость дисплея к изменению уровня внешней освещённости.



Данная функция имеет особое значение для дисплеев высокой яркости, поскольку максимальная яркость необходима только в течение короткого времени при соответствующем уровне внешней освещённости. Даже в условиях небольшой облачности, и тем более в темноте, слишком высокая яркость дисплея вызывает помехи в виде бликов и мешающих отражений, поэтому возможность снижать яркость дисплея в соответствии с уровнем внешней освещённости абсолютно необходима во многих приложениях.

Как правило, эта функция реализуется схемой широтно-импульсной модуляции, которая управляется датчиками освещённости, в частности серией датчиков GA1Axxxx, которые Sharp предлагает в своей линейке оптоэлектронных компонентов. Более того, адаптивная схема управления подсветкой позволяет снизить энергопотребление всей системы в целом.

Отличное качество изображения на LQ121S1DC71 достигается за счёт высокого разрешения стандарта SVGA 800 × 600 пикселей и количества цветов 260 000, высокой контрастности 800 : 1 и широкого угла обзора 160° по горизонтали и вертикали.

В целом новые 12,1-дюймовые TFT LCD сочетают высокую яркость, высокую надёжность и превосходное качество картинки и идеально дополняют собой существующую линейку дисплеев высокой яркости компании Sharp. LQ121S1DC71 предназначен для применения в устройствах, предполагающих полное или частичное использование в уличных условиях и отвечающих повышенным эксплуатационным требованиям.

К целевым областям применения новых ЖКИ можно отнести банкоматы, торговые автоматы и информационные терминалы, сельскохозяйственную технику, контрольно-измерительные приборы, дисплеи корабельных информационных и навигационных систем.

sharpsme.com

Модулятор ЧМн/ФМн на основе многоканального цифрового синтезатора сигналов с переключением в ноль

Публикуется с разрешения Analog Devices (<http://www.analog.com>)

Дэвид Брэндон, Джефф Кейп (США)

Перевод Андрея Данилова

В статье описано применение микросхемы прямого цифрового синтеза частоты AD9958 для формирования высококачественных сигналов с частотной и фазовой манипуляцией. Особенностью формируемых сигналов является смена частоты или фазы в момент перехода сигнала через ноль.

Схемы модуляции с частотной (ЧМн, FSK) и фазовой (ФМн, PSK) манипуляцией используются в цифровой связи, радиолокации, радиочастотной идентификации (RFID) и других многочисленных применениях. Простейшая форма ЧМн использует две дискретные частоты для передачи двоичной информации, где одна частота соответствует «лог. 1» (Mark), а другая – «лог. 0» (Space). Простейшей формой ФМн является двоичная (ДФМн, BPSK), которая использует две фазы, отличающиеся на 180 градусов. Рисунок 1 иллюстрирует оба типа модуляции. Модулированный выход цифрового синтезатора сигналов (ЦСС, DDS) может переключать частоту и/или фазу фазово-непрерывным или фазово-коге-

рентным способом, как показано на рис. 1.

Данная статья описывает, как два синхронизированных канала ЦСС могут реализовать модулятор ЧМн или ФМн с переходом через ноль (см. рис. 2). Здесь двухканальный, функционально законченный ЦСС типа AD9958 со скоростью 500 Мвыб/с используется для переключения частот или фаз в точке перехода сигнала через ноль, но для выполнения этой функции может быть использовано любое двухканальное синхронизированное решение. В фазово-когерентных системах радиолокации переключение при переходе через ноль снижает объем последующей обработки, необходимой для распознавания сигнатуры цели, а выпол-

нение ФМн при переходе через ноль уменьшает спектральный шум.

Хотя выходы обоих каналов ЦСС микросхемы AD9958 являются независимыми, они синхронизированы одним внутренним тактовым сигналом и расположены на одном кристалле кремния, поэтому они должны обеспечивать более надёжное согласование каналов при изменении температуры и отклонениях напряжения питания, чем выходы нескольких синхронизированных одноканальных ЦСС. Расхождение параметров, которое может существовать между отдельными приборами, в любом случае больше, чем расхождение, которое можно наблюдать между двумя каналами, изготовленными на одном кристалле кремния, что делает многоканальный ЦСС предпочтительным для использования в качестве ЧМн- или ФМн-модулятора с переходом через ноль.

Важным элементом любого ЦСС является накапливающий сумматор фазы, который в данной реализации имеет разрядность 32 бита. Когда сумматор переполняется, он сохраняет любое избыточное значение. Когда сумматор переполняется без остатка (см. рис. 3), выходной сигнал находится точно на нулевой фазе, и процессор ЦСС запускается с момента, соответствующего нулевому времени. Скорость, с которой происходит нулевое переполне-

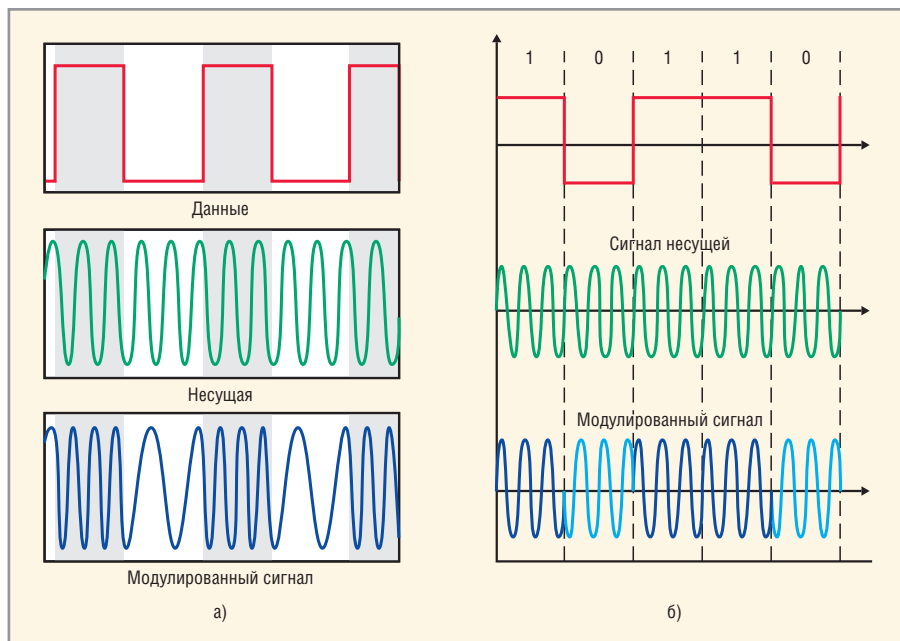


Рис. 1. Двоичные ЧМн (а) и ФМн (б)

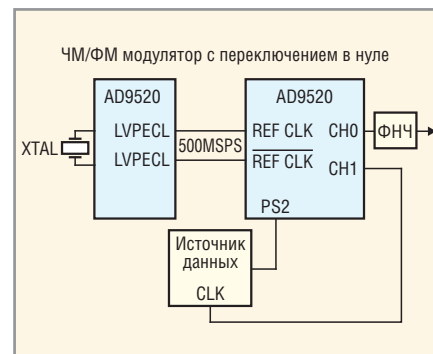


Рис. 2. Блок-схема ЧМн- или ФМн-модулятора с переходом через ноль



Реклама



Original size.

КОМПЛЕКСНОЕ РЕШЕНИЕ ОТ ОДНОГО ПРОИЗВОДИТЕЛЯ.

Точное определение координат и надежную передачу данных гарантируют новый автономный GPS|ГЛОНАСС модуль Юпитер SL869 и M2M модули от мирового лидера, компании Telit.

Юпитер SL869 поддерживает основные навигационные спутниковые системы – GPS, ГЛОНАСС, Galileo и QZSS – и уже сейчас, в комбинированном режиме GPS+ГЛОНАСС, он обладает возможностью самого точного определения координат на сегодняшний день.

Юпитер SL869 оснащен высокопроизводительным процессором ARM9 с внутренней флэш-памятью для расширенных эфемеридных данных и пользовательских программных приложений, что обеспечивает время первого определения местоположения (TTFF) менее 1 секунды при горячем старте и менее 35 секунд при холодном старте. В сочетании с GSM модулями Telit, в которых уже интегрирована поддержка технологии eCall/ЭРА-ГЛОНАСС, например: GE864-QUAD Automotive V2, GE865-QUAD, GL865-QUAD, Вы получите непревзойденное решение для определения координат и передачи данных.

Важным преимуществом является тот факт, что Вы приобретаете все модули из одних рук. В сочетании с международной системой качества, разработки и послепродажного обслуживания компании Telit, Ваша M2M система будет конкурентной и гораздо быстрее окажется на рынке. Telit – самая быстрорастущая инновационная компания в сфере M2M, обеспечивает Вас непревзойденным набором модулей у сервисов. Мы надеемся поддержать Вас.

With Telit knowhow, you know – now
www.telit.com



Присоединяйтесь к форуму технической поддержки Telit:
www.telit.com/techforum



www.telit.com/ebook



www.telit.com/techforum



www.telit.com/facebook



www.telit.com/twitter



Telit® wireless solutions
 Making machines talk. ©GTA/PECC

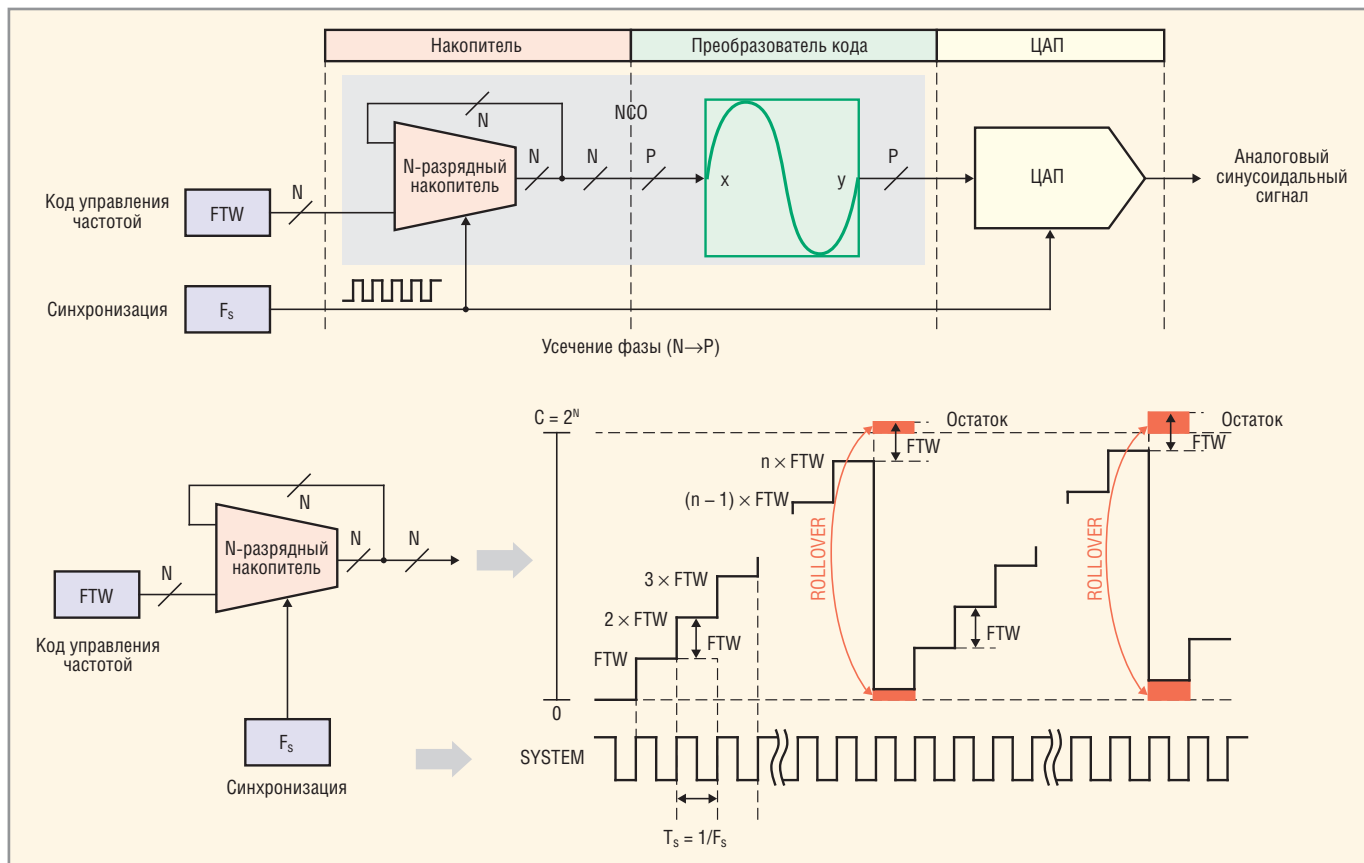


Рис. 3. Стандартный ЦСС с переполняющимся накапливающим сумматором

ние, называется частотой суммирующего повторения (grand-repetition rate, GRR) цифрового синтезатора.

Параметр GRR определяется младшим ненулевым битом слова настройки частоты (frequency tuning word, FTW) синтезатора, как устанавливает следующее выражение:

$$GRR = F_s / 2^n,$$

где F_s является частотой выборки ЦСС, а n – младшим ненулевым битом.

Например, предположим, что ЦСС с частотой выборки 1 ГГц использует 32-битные слова настройки частоты импульсов и пауз, с приведёнными ниже двоичными значениями. В таком случае младший ненулевой бит любого слова настройки частоты является девятнадцатым разрядом, поэтому $GRR = 1 \text{ ГГц} / 2^{19}$, или примерно 1907 Гц.

```

Mark (CH0) 00101010 00100110
10100000 00000000
Space (CH0) 00111010 11110011
11000000 00000000
GRR (CH1) 00000000 00000000
00100000 00000000
    
```

Цифровой синтезатор сигнала, по существу, переключает частоту фазово-непрерывным способом. Это озна-

чает, что не происходит мгновенного изменения фазы, когда изменяется слово настройки частоты. То есть сумматор запускает накопление нового слова настройки частоты, в каком бы положении фазы он ни находился, когда было применено новое слово настройки. Фазовая когерентность, с другой стороны, требует мгновенного перехода к фазе новой частоты, как если бы новая частота присутствовала всё время. Следовательно, чтобы стандартный цифровой синтезатор выполнил фазово-когерентное переключение ЧМн, смена частоты импульса на частоту паузы должна происходить, когда обе частоты имеют одинаковую абсолютную фазу. Чтобы выполнить переключение при переходе через ноль

фазово-когерентным способом, ЦСС должен выполнить переключение частоты при фазе 0 градусов (т.е. когда накапливающий сумматор переполняется с нулевым избытком). Таким образом, мы должны определить моменты, при которых происходят фазово-когерентные переходы через ноль. Если известны частоты повторения слов настройки частоты импульса и паузы, меньшая из двух частот (если они отличаются) укажет желаемую точку фазово-когерентного перехода через ноль.

Для выполнения фазово-когерентного переключения при переходе через ноль необходимы три условия:

- есть возможность определять меньшую частоту повторения слов на-

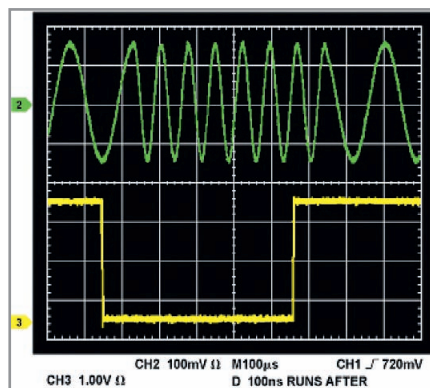


Рис. 4. Фазово-непрерывное переключение ЧМн

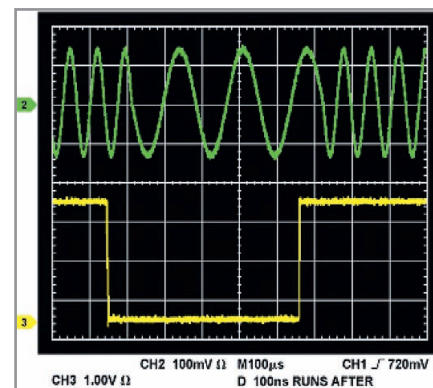


Рис. 5. Переключение ЧМн при переходе через ноль

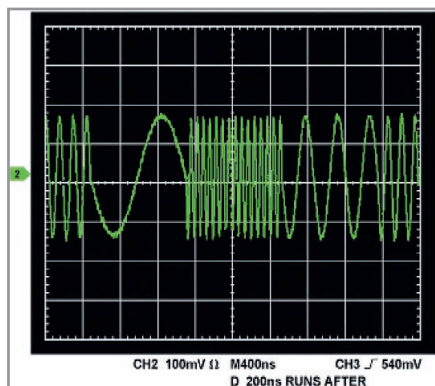


Рис. 6. Переход через ноль с переключениями нескольких ЧМн

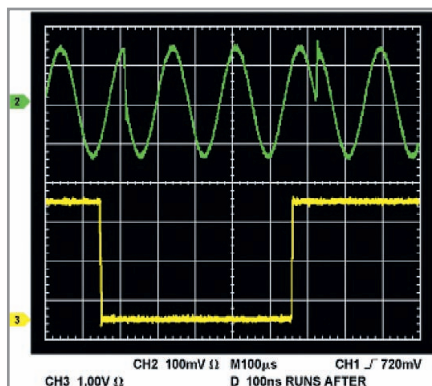


Рис. 7. Фазово-непрерывное переключение ДФМн

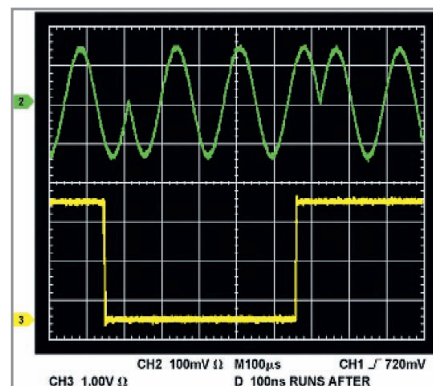


Рис. 8. Переключение ДФМн при переходе через ноль

стройки частоты импульса и паузы, связанных с каналом СНО (см. рис. 2);

- второй канал ЦСС (СН1 на рисунке 2) засинхронизирован с каналом СНО и запрограммирован при помощи слова настройки частоты, имеющего все нули, за исключением одного разряда, соответствующего меньшей GRR;
- есть возможность использовать выгрузку данных второго канала для запуска смены частоты канала СНО.

К сожалению, запаздывание между моментами, когда накапливающий сумматор цифрового синтезатора достигает нуля и когда нулевая фаза представлена на выходе, дополнительно усложняет решение. К счастью, это запаздывание является постоянным. Идеальное решение требует подстройки фазы дополнительного канала для компенсации этого запаздывания. Оба канала микросхемы AD9958 имеют функцию сдвига фазы, которая может быть использована для решения этой проблемы.

При экспериментах двухканальный ЦСС типа AD9958 генерировал сигналы, показанные на рисунках 4 – 6. Рисунки 4 и 5 демонстрируют фазово-непрерывное переключение ЧМн в сравнении с переключением ЧМн при переходе через ноль. Рисунок 6 показывает осциллограмму сигнала, где поток данных псевдослучайной последовательности (PSR) переключает несколько частот. Рисунки 7 и 8 демонстрируют отличие переключения фазово-непрерывной ДФМн от ДФМн при переходе через ноль. ☺

Новые решения в области программного обеспечения

САПР

Торо R версия 5.3
Топологический трассировщик печатных плат

SimOne версия 1.2
Моделирование электронных схем

ОСРВ

FX-RTOS
Операционная система реального времени для встраиваемых систем с ограниченным ресурсом

Е·Х·Р·О ELECTRONICA
11-13 апреля 2012 г.
Павильон №1,
Зал №3,
Стенд F10

Москва Тел.: +7 (495) 232-1864 • Факс: +7 (495) 232-1654

Санкт-Петербург Тел.: +7 (812) 448-0444 • Факс: +7 (812) 448-0339

info@eremex.ru
www.eremex.ru

реклама

Отечественные промышленные программируемые счётчики импульсов

Сергей Шишкин (Нижегородская обл.)

В данной публикации автор представляет отечественные промышленные одноканальные и двухканальные программируемые счётчики импульсов (событий), приводит их технические характеристики и функциональные возможности.

Счётчик импульсов представляет собой устройство, предназначенное для прямого, обратного и реверсивного счёта. Алгоритм работы счётчика подразумевает управление внешними цепями при достижении текущего значения счётчика, равного заданной уставке счёта. Области применения промышленных счётчиков импульсов: машиностроение (расчёт длин, перемещений, счёт деталей и т.д.), пищевая промышленность (счёт бутылок, пробок, банок и т.д.), многие другие отрасли промышленности. На современном рынке промышленных счётчиков импульсов достаточно широко представлена продукция отечественных производителей с вполне приемлемым соотношением цена/качество, которая вполне устраивает отечественных потребителей.

Счётчики классифицируются по следующим параметрам:

- напряжение питания;
- частота счёта;
- разрядность;
- количество каналов в одном корпусе;
- тип и количество входных сигналов;
- тип и количество выходных устройств;
- алгоритм работы (прямой счёт/обратный счёт/реверсивный счёт);
- тип корпуса.

Функциональная схема счётчика импульсов представлена на рис. 1.

Счётчик импульсов может включать в себя следующие функциональные узлы:

- блок согласования входных сигналов;
- блок цифровой обработки сигналов;
- блок управления;
- устройство индикации;
- выходные устройства;
- встроенный блок питания.

На рис. 1 счётчик имеет три входа для подключения управляющих сигналов («счёт», «сброс», «блокировка») и два выходных устройства.

СЧЁТЧИКИ ФИМЫ «КОНТРАВТ»

Научно-производственная фирма «Контравт» выпускает следующие счётчики: одноканальный счётчик событий ЭРКОН-315, двухканальный счётчик импульсов ЭРКОН-325 и реверсивный многофункциональный счётчик ЭРКОН-615. Фотографии вышеуказанных счётчиков приведены на рис. 2.

Рассмотрим поподробнее вышеуказанные счётчики. Счётчики ЭРКОН-315 предназначены для подсчёта числа импульсов и формирования управляющих сигналов в зависимости от выполнения заданных условий на результат счёта. Набор выполняемых функций легко программируется пользователем, поэтому ЭРКОН-315 способен решать широкий круг задач в системах автоматизации, где необходим подсчёт различных событий и требуется управление исполнительными механизмами в зависимости от результата счёта.

Основные функциональные возможности счётчиков ЭРКОН:

- подсчёт числа импульсов от внешних датчиков (герконов, валкодеров, концевых выключателей и т.п.) с выходами типа «сухой контакт», транзистор с открытым коллектором, активный логический сигнал;
- деление частоты поступающих импульсов на заданное целое число;
- ведение одновременно трёх видов подсчётов: текущий – подсчёт импульсов в пределах установленных границ счёта (текущий счётчик), общий – суммарное количество импульсов (общий счётчик) (число групп или партий) (счётчик групп);
- подсчёт времени работы какого-либо прибора;
- управление внешними устройствами в зависимости от результатов счёта при помощи встроенных реле;
- сброс результата счёта с передней панели либо внешним дискретным сигналом (выбирается пользователем);
- блокирование работы всех счётчиков внешним дискретным сигналом;
- индикация результатов счёта всех трёх счётчиков на светодиодном дисплее;
- индикация результата счёта в единицах физической величины;
- индикация наличия сигнала «Блокировка»;
- индикация состояния исполнительных механизмов (выходных реле);
- защита от несанкционированного изменения параметров;
- сохранение параметров счётчика в энергонезависимой памяти;
- сохранение значений счёта в энергонезависимой памяти;
- обмен информацией по интерфейсу RS-485;
- гальваническая изоляция между собой входов, выходов, интерфейса и питания прибора;
- формирование напряжения 24 В для питания внешних устройств с помощью встроенного источника.

Счётчики ЭРКОН-325 предназначены для подсчёта числа импульсов од-

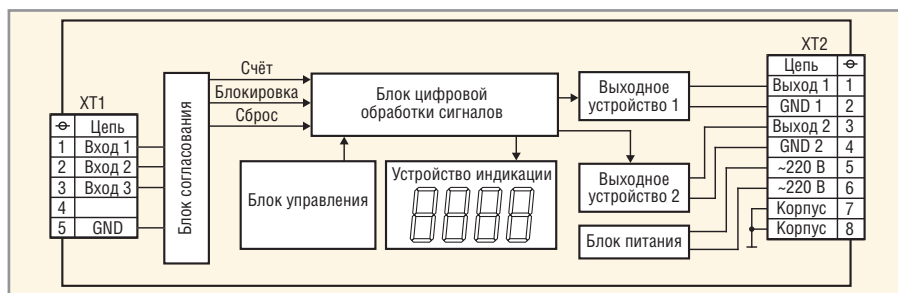
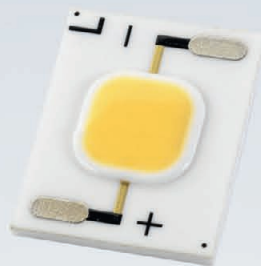


Рис. 1. Функциональная схема счётчика импульсов

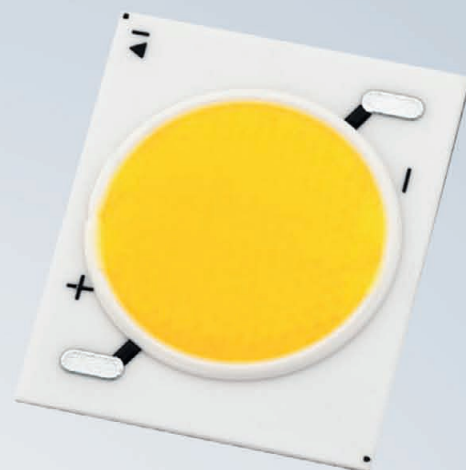
СВЕТОДИОДНЫЕ МОДУЛИ SHARP



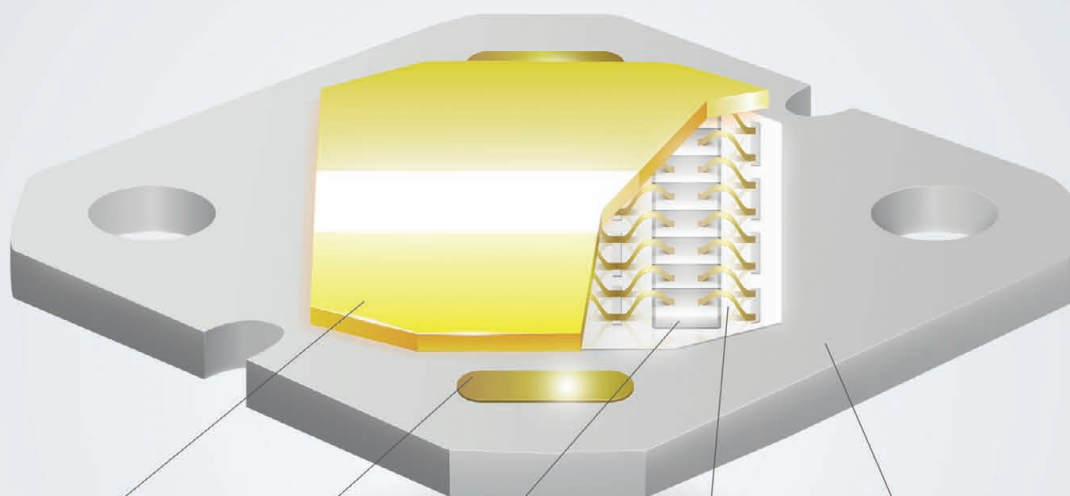
ZENIGATA



MINI-ZENI



MEGA-ZENI



Люминофорное покрытие

Позолоченная площадка для пайки

LED-кристалл

Золотой контакт

Керамическая подложка

Особенности:

- Использование технологии chip-on-board
- Керамическое основание – хорошие тепловые характеристики
- Индекс цветопередачи до 94
- Световая отдача до 100 лм/Вт
- Световой поток:
Zenigata: до 540 лм,
Mini-Zeni: до 390 лм,
Mega-Zeni: до 2550 лм
- Широкий диапазон рабочих температур:
-30...+90°C

Области применения:

- Общее освещение
- Освещение жилых помещений
- Архитектурное освещение
- Уличное освещение
- Промышленное освещение

ОФИЦИАЛЬНЫЙ ДИСТРИБЬЮТОР SHARP В РОССИИ

PROSOFT[®]

Тел.: +7 (495) 234-06-36
Факс: +7 (495) 234-06-40

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

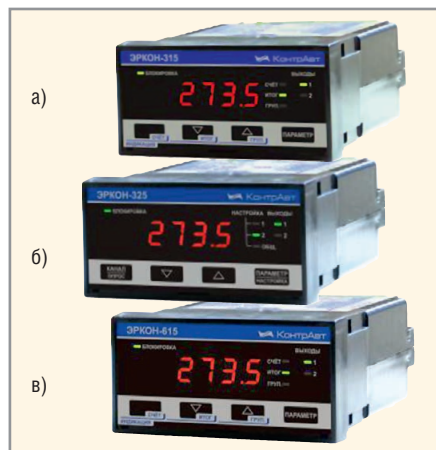


Рис. 2. Счётчики фирмы «Конрафт»

а) одноканальный счётчик событий ЭРКОН-315;
 б) двухканальный счётчик импульсов ЭРКОН-325;
 в) реверсивный многофункциональный счётчик импульсов ЭРКОН-615

одновременно по двум каналам и формирования управляющих сигналов в зависимости от выполнения заданных условий на результат счёта. Набор выполняемых функций легко программируется пользователем, поэтому ЭРКОН-325 способен решать широкий круг задач в системах автоматики, где необходим одновременный подсчёт двух независимых потоков (последовательностей) импульсов и требуется формирование управляющих сигна-

лов по двум каналам в зависимости от результата счёта. Наличие интерфейса RS-485 и поддержка протокола MODBUS RTU позволяют использовать счётчик в системах сбора данных и SCADA-системах. Конфигурирование прибора осуществляется как с передней панели, так и с помощью сервисного программного обеспечения SetMaker (для приборов с сетевым интерфейсом).

Счётчики ЭРКОН-615 предназначены для подсчёта числа импульсов по двум входам, совместной обработки импульсов в соответствии с выбранным режимом функционирования и формирования управляющих сигналов в зависимости от выполнения заданных условий на результат счёта. Набор выполняемых функций программируется пользователем, поэтому ЭРКОН-615 способен решать широкий круг задач в системах автоматики, где необходим подсчёт различных событий и требуется управление исполнительными механизмами в зависимости от результата счёта. Конфигурирование прибора осуществляется как с передней панели, так и с помощью сервисного программного обеспечения SetMaker.

Основные выполняемые функции:

- реверсивный подсчёт числа импульсов от внешних датчиков;
- пять режимов функционирования счётчика: режим сумматора по двум входам, режим разности по двум входам с инверсией, режим реверсивного счёта, режим квадратурного счёта;
- ведение одновременно трёх видов подсчётов: текущий – подсчёт импульсов в пределах установленных границ счёта (текущий счётчик), общий – суммарное количество импульсов (общий счётчик), число переполнений текущего счётчика (число групп или партий) (счётчик групп).

Более подробную техническую информацию на счетчики ЭРКОН можно найти на сайте [1].

Основные технические характеристики счётчиков ЭРКОН-315, ЭРКОН-325, ЭРКОН-615 приведены в таблице 1.

СЧЁТЧИКИ ФИРМЫ «ОВЕН»

Фирма «Овен» выпускает следующие счётчики импульсов: СИ8, СИ10, СИ20, СИ30. Фотографии вышеуказанных счётчиков приведены на рис. 3.

Счётчики импульсов СИ8 изготавливаются в различных модификациях, отличающихся друг от друга типом кор-

Таблица 1. Основные технические характеристики счётчиков импульсов ЭРКОН-315, ЭРКОН-325, ЭРКОН-615

Характеристики	ЭРКОН-315	ЭРКОН-325	ЭРКОН-615
Количество каналов	1	2	1
Разрядность		4	
Диапазон значений счёта		-999...9999	
Максимальная частота счётных импульсов, кГц		10	
Минимальная длительность счётного импульса, мкс		50	
Постоянная времени цифрового фильтра счётного входа (селектор импульсов), мс		0,05...100	
Гальваническая изоляция цепей		1500 В, 50 Гц	
Типы входных датчиков и сигналов	Сухой контакт, открытый коллектор, логический сигнал		
Максимальный входной ток (вытекающий) для всех типов сигналов, не более, мА		10	
Максимально допустимое сопротивление замкнутого «сухого контакта» и подводящих проводов, не более, Ом		100	
Максимальное напряжение на «открытом коллекторе» в закрытом состоянии, не более, В		6	
Максимальное напряжение на «открытом коллекторе» в открытом состоянии, не более, В		0,6	
Уровень «лог. 0» для входного логического сигнала, В		0...2	
Уровень «лог. 1» для входного логического сигнала, В		4...30	
Тип выхода, количество	Электромеханическое реле, 2 шт.	Электромеханическое реле, 1 реле в каждом канале	Электромеханическое реле, 2 шт.
Тип контактов	1 группа на переключение		
Максимальные значения коммутируемого постоянного напряжения, В	110		
Максимальные значения коммутируемого переменного напряжения, В	220		
Максимальные значения коммутируемого тока: при работе с активной нагрузкой, А при работе с индуктивной нагрузкой, А	5 3		
Максимальные значения коммутируемой мощности: для переменного тока, ВА для постоянного тока, ВА	1100 240		
Сопротивление замкнутых контактов, не более, Ом	0,1		
Максимальная скорость обмена данными по интерфейсу RS-485, КБод	115,2		
Масса, не более, г	800		
Размеры, мм	96 × 48 × 132		



Рис. 3. Счётчики фирмы «Овен»

а) универсальный программируемый восьмиразрядный счётчик импульсов СИ8; б) универсальный счётчик импульсов СИ10; в) универсальный счётчик импульсов СИ20; г) универсальный счётчик импульсов СИ30

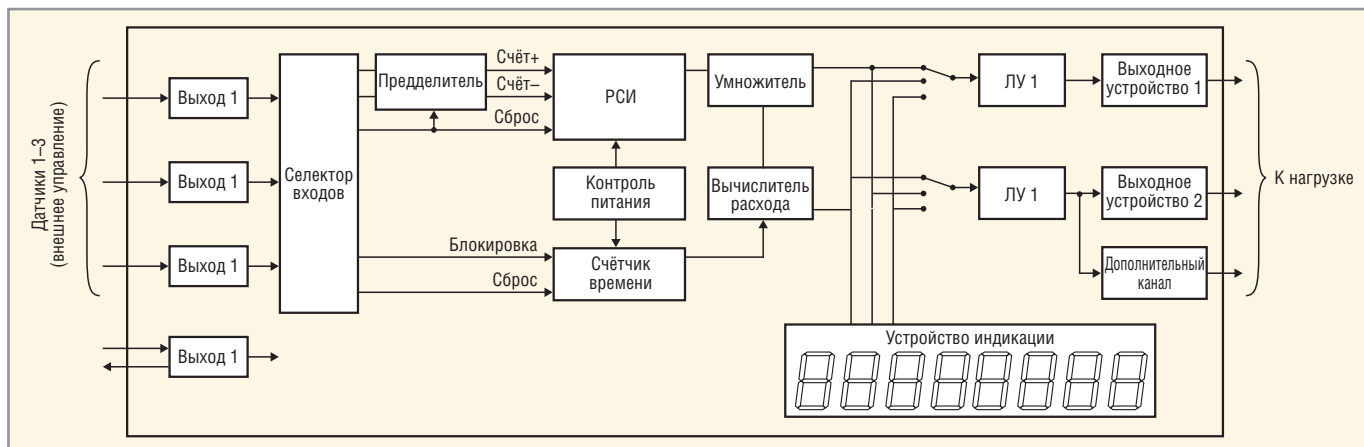


Рис. 4. Функциональная схема счётчика импульсов СИ8

пула, типом встроенных выходных устройств и наличием интерфейса связи с ЭВМ. Универсальный программируемый восьмиразрядный счётчик импульсов СИ8 предназначен для подсчёта:

- количества поступающих на его входы импульсов как в прямом, так и в обратном направлении и перевода его в физическую величину (путём умножения на заданный множитель);
- частоты и длительности подаваемых на его входы импульсов;
- времени наработки оборудования;
- среднего и суммарного расхода жидкости (совместно с импульсными или частотными датчиками).

Счётчик импульсов СИ8 имеет два встроенных выходных устройства ключевого типа для включения/выключения внешнего технологического оборудования при достижении заданных уставок. Функциональная схема счётчика приведена на рис. 4. Прибор имеет три входа для подключения внешних управляющих сигналов, которые через селектор входов подаются на входы блока обработки данных. Блок обработки данных содержит реверсивный счётчик импульсов с предделителем на входе и умножителем на выходе, счётчик времени и вычислитель среднего расхода, а также два логических устройства, которые в соответствии с за-

данным пользователем алгоритмом формируют сигналы управления выходными устройствами. К входам счётчика могут быть подключены:

- контакты кнопок, выключателей, герконов, реле и т.п.;
- активные датчики, имеющие на выходе транзистор n-p-n-типа с открытым коллекторным выходом. Для питания таких датчиков на клеммник прибора выведено напряжение $+(24 \pm 3)$ В (максимальный ток нагрузки 100 мА);
- другие типы датчиков с выходным напряжением высокого уровня от 2,4 до +30 В и низкого уровня от 0 до 0,8 В. Входной ток при напряжении низкого уровня не превышает 15 мА.

Счётчик СИ10 является универсальным счётчиком, который может быть использован для широкого спектра задач в области автоматизации и предназначен для подсчёта количества поступающих на его входы импульсов. По устойчивости к механическим воздействиям при эксплуатации прибор соответствует группе исполнения N2 по ГОСТ 12997-84. По устойчивости к климатическим воздействиям при эксплуатации прибор соответствует группе исполнения В4 по ГОСТ 12997-84. Функциональная схема счётчика приведена на рис. 5.

Прибор имеет два независимых дискретных входа для подключения внешних управляющих сигналов. Узел

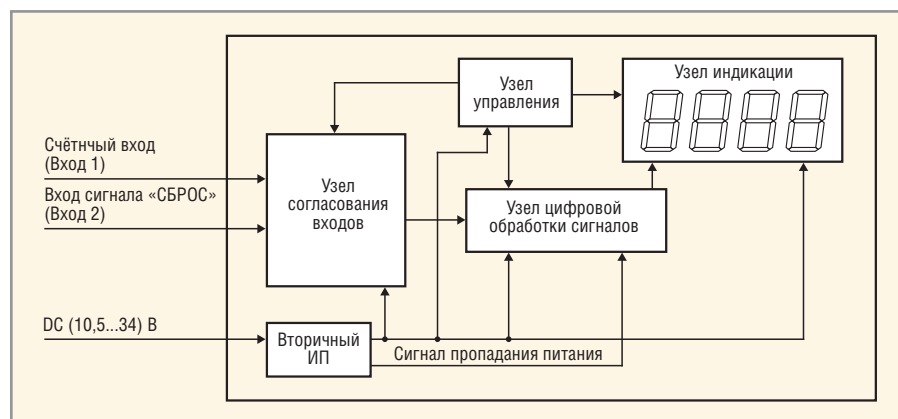


Рис. 5. Функциональная схема счётчика импульсов СИ10

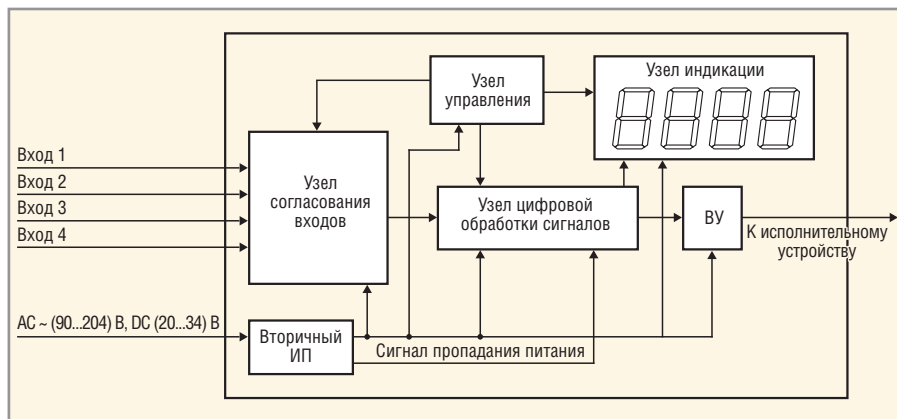


Рис. 6. Функциональная схема счётчика импульсов СИ20

согласования осуществляет функцию преобразования уровней входных сигналов. Обработанные им сигналы поступают в узел цифровой обработки, где происходит фильтрация входных сигналов, подсчёт подаваемых на входы прибора импульсов. Узел управления включает в себя кнопку («Сброс») для обнуления счётного регистра и показаний прибора, а также два входа для выбора режимов работы прибора. Выбор режима работы осуществляется подключением внешних перемычек между соответствующими контактами клеммника. Узел индикации служит для отображения результатов измерения количества импульсов на семисегментных индикаторах и выбранного режима работы счётчика с помощью светодиодных единичных индикаторов. Вторичный источник питания (ИП) осуществляет преобразование питающего напряжения для узла согласования, узла индикации, узла управления и узла цифровой обработки и формирует сигнал, свидетельствующий о пропадании питающего напряжения.

К входам прибора могут быть подключены:

- коммутационные устройства (контакты кнопок, выключателей, герконов, реле и т.п.);
- датчики, имеющие на выходе n–p–n-транзистор с открытым коллекторным выходом.

Для питания датчиков на винтовой клеммник прибора выведено входное питающее напряжение. Также питание датчиков может осуществляться от внешнего источника питания с выходным напряжением от 12 до 34 В.

В узле цифровой обработки сигналов поступающие на вход прибора сигналы подвергаются фильтрации с помощью двух фильтров. Первый фильтр используется для фильтрации

сигнала на счётном входе прибора (в зависимости от наличия/отсутствия переключки на входе выбора режима работы (с фильтрацией или без) минимальная длительность импульсов на счётном входе может быть установлена равной 50 либо 1250 мкс). Второй фильтр используется для фильтрации сигнала на входе «СБРОС» прибора (минимальная длительность сигнала на входе «СБРОС» – 300 мс). На вход питания приборов СИ10 допускается подача питающего напряжения только от сети постоянного напряжения в диапазоне от 10,5 до 34 В (номинальные значения напряжения 12 и 24 В).

Счётчик импульсов СИ20 является универсальным счётчиком, который может быть использован для широкого спектра задач в области автоматизации и предназначен для подсчёта количества поступающих на его входы импульсов и перевода его (количества) в физическую величину (путём умножения на заданный множитель). Прибор имеет встроенное внешнее устройство ВУ ключевого типа для включения/выключения внешнего технологического оборудования при достижении заданной уставки. Функциональная схема счётчика приведена на рис. 6.

Прибор имеет четыре независимых дискретных входа для подключения внешних управляющих сигналов. Узел согласования осуществляет функцию преобразования уровней входных сигналов. Обработанные им сигналы поступают в узел цифровой обработки, где происходит фильтрация входных сигналов, подсчёт подаваемых на входы прибора импульсов, перевод значения счётчика в значение физической величины, сравнение с уставкой значения сигнала перед его выдачей в узел индикации, а также формирование

сигналов управления ВУ в соответствии с заданным алгоритмом.

Узел управления включает в себя кнопки для ввода параметров прибора. Узел индикации служит для отображения результатов измерения или параметров настройки прибора на семисегментных индикаторах и состояний счётчика с помощью светодиодных единичных индикаторов. Вторичный источник питания (ВИП) в зависимости от исполнения прибора (с универсальным или постоянным питанием) осуществляет преобразование питающего напряжения для узла согласования, узла цифровой обработки, ВУ и формирует сигнал, свидетельствующий о пропадании питающего напряжения.

К входам прибора могут быть подключены:

- коммутационные устройства (контакты кнопок, выключателей, герконов, реле и т.п.);
- датчики, имеющие на выходе n–p–n-транзистор с открытым коллекторным выходом;
- датчики, имеющие на выходе p–n–p-транзистор.

Для питания датчиков на винтовой клеммник прибора выведено напряжение 24 В (вывод 14 клеммника).

Выходное устройство управления может быть выполнено в виде электромагнитного реле, транзисторной оптопары или оптосимистора. Оно используется для управления нагрузкой (включения/выключения) непосредственно или через более мощные управляющие элементы, такие как пускатели, твердотельные реле, тиристоры или симисторы. ВУ имеет гальваническую развязку от схемы прибора.

Транзисторная оптопара применяется, как правило, для управления низковольтным реле (до 50 В). Во избежание выхода из строя транзистора из-за большого тока самоиндукции параллельно обмотке реле необходимо устанавливать диод (типа КД103 или аналогичный).

Оптосимистор включается в цепь управления мощного симистора через ограничивающий резистор. Номинальное значение сопротивления резистора определяет ток управления симистора. Оптосимистор может также управлять парой встречно-параллельно включенных тиристоров. Для предотвращения пробоя тиристоров или симисторов из-за высоковольтных скачков напряжения в сети к их выводам рекомендуется подключать фильтрующую RC-цепь.

В узле цифровой обработки сигналов поступающие на вход прибора сигналы подвергаются фильтрации с помощью двух фильтров. Первый фильтр используется для фильтрации сигналов на счётном входе прибора и характеризуется частотой входного фильтра. Второй фильтр используется для фильтрации сигналов на управляющих входах прибора.

Счётчики СИ20-У.Х.Х имеют вторичный источник питания универсального типа, допускающий подачу питающего напряжения на вход счётчика как от сети переменного тока с частотой от 47 до 63 Гц и напряжением от 90 до 264 В (номинальные значения напряжений 110, 220, 240 В, номинальные значения частоты 50 или 60 Гц), так и от сети постоянного напряжения в диапазоне от 20 до 34 В (номинальное значение 24 В). При этом если питание прибора осуществляется от сети постоянного напряжения, то клеммы 3 и 4 винтового клеммника необходимо соединить между собой перемычкой.

Счётчик СИ30 является универсальным счётчиком, который может быть использован для широкого спектра задач в области автоматизации и пред-

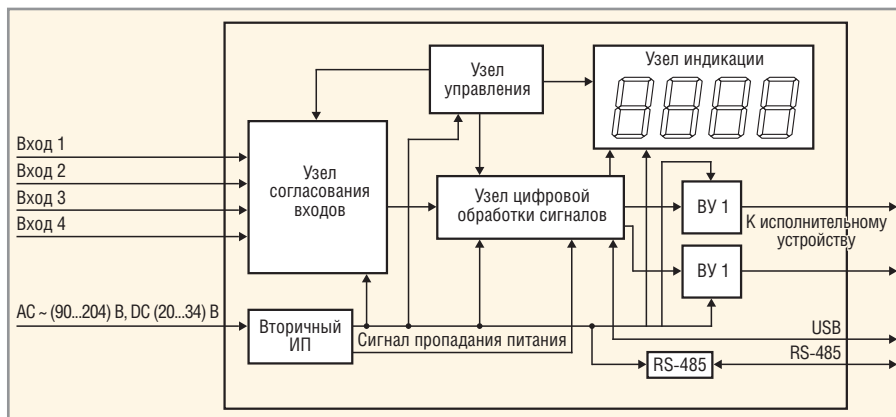


Рис. 7. Функциональная схема счётчика импульсов СИ30

назначен для подсчёта числа поступающих на его входы импульсов как в прямом, так и в обратном направлении и перевода числа импульсов в физическую величину путём умножения на заданный множитель.

Прибор имеет два встроенных выходных устройства ключевого типа для включения-выключения внешнего технологического оборудования при достижении заданных уставок. По устойчивости к механическим воздействиям при эксплуатации прибор соответствует группе исполнения N2 по ГОСТ 12997-84.

Функциональная схема счётчика приведена на рис. 7. СИ30 имеет четыре независимых дискретных входа для подключения внешних управляющих сигналов. Устройство согласования осуществляет функцию преобразования уровней входных сигналов. Обработанные им сигналы поступают на блок цифровой обработки, где происходит переназначение входов в соответствии с режимом счёта, выбранным пользователем, фильтрация входных сигналов, подсчёт подаваемых на входы прибора импульсов, перевод значения счётчика в реальную физи-



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 от 500 до 2000 кд/м², обеспечивает считывание изображения при ярком солнечном свете
- Высокий контраст 2000:1
- Широкий угол обзора до ±175°
- Цвет свечения: жёлтый, зелёный, красный, белый, синий
- Формат изображения:
122×32, 128×64, 240×64, 256×64 и 96×64 точки
- Низкая потребляемая мощность 10 мА (схемы управления — токовые)
- Светоэмиссионная схема: не требуется система подсветки
- Короткое время отклика: 10 мкс при температуре +25°C
- Широкий диапазон рабочих температур от -40 до +80°C
- Малая толщина модуля дисплея, небольшой вес
- Срок службы: 50 000 ч для белого и синего цвета; 100 000 ч для жёлтого, зелёного, красного цветов

ОФИЦИАЛЬНЫЙ ДИСТРИБЬЮТОР ПРОДУКЦИИ RAYSTAR OPTRONICS



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

Реклама



Рис. 8. Электронный счётчик импульсов СИМ 04/6П-10

ческую величину, сравнение с уставкой значения сигнала перед его выводом на индикатор, а также формирование сигналов управления ВУ в соответствии с заданным алгоритмом.

Блок управления включает в себя кнопки для ввода параметров прибора. Блок индикации служит для отображения результатов измерения или параметров настройки прибора на семисегментных индикаторах и состояний счётчика с помощью светодиодных индикаторов.

Вторичный источник питания (ВИП), в зависимости от исполнения прибора (с переменным или постоянным питанием), осуществляет преобразование

питающего напряжения для устройства согласования, блока цифровой обработки, выходных устройств и интерфейсов и формирует сигнал, свидетельствующий о пропадании питающего напряжения.

К входам прибора могут быть подключены:

- коммутационные устройства (контакты кнопок, выключателей, герконов, реле и т.п.);
- датчики, имеющие на выходе транзистор n–p–n-типа с открытым коллекторным выходом;
- датчики, имеющие на выходе транзистор p–n–p-типа.

Для питания датчиков на винтовой клеммник прибора выведено напряжение 24 В.

Выходные устройства управления, такие как и в других счётчиках ОВЕН, могут быть выполнены в виде электромагнитного реле, транзисторной оптопары или оптосимистора. Они используются для управления нагрузкой (включения/выключения) непосредственно или через более мощные управляющие элементы, такие как пускатели, твердотельные реле, тиристоры или симисторы.

Все выходные устройства имеют гальваническую развязку от схемы

прибора. Более подробную техническую информацию о счётчиках ОВЕН можно найти на сайте [2]. Основные технические характеристики счётчиков СИ8, СИ10, СИ20, СИ30 приведены в таблице 2.

СЧЁТЧИК ФИРМЫ «МЕАНДР»

ЗАО «Меандр» выпускает программируемый счётчик СИМ 04/6П-10. Фотография счётчика приведена на рис. 8. Данный счётчик предназначен для подсчёта событий (импульсов) от внешних датчиков, отображения текущих значений на цифровом индикаторе и управления исполнительным устройством. Счётчик СИМ-04/6П-10 представляет собой электронное устройство, реализованное на современной элементной базе, позволяющее осуществлять подсчёт событий от внешнего устройства, отображать текущие значения на цифровом индикаторе и управлять исполнительным устройством через контакты встроенного электромагнитного реле. Счётчик содержит внутренний источник питания постоянного напряжения +15 В (для варианта счётчика с напряжением питания 220 В) и +24 В (для варианта с напряжением питания 24 В), который служит для пита-

Таблица 2. Основные технические характеристики счётчиков импульсов СИ8, СИ10, СИ20, СИ30

Характеристики	СИ8	СИ10	СИ20	СИ30
Количество каналов	1	1	1	1
Диапазон значений счёта	-9999999...9999999	0...9999	0...999999	-99999...999999
Напряжение питания переменное, В (Гц)	130... 265 (50)		90... 264 (47...63)	90... 264 (47...63)
Напряжение питания постоянное, В	180... 310	10,5...34	20...34	10,5...30
Потребляемая мощность, ВА, не более	4	5	5	10
Количество входов управления	3	2	4	4
Напряжение низкого уровня на входах, В	0...0,8			
Напряжение высокого уровня на входах, В	2,4...30			
Количество счётных разрядов	7	4	6	
Максимальная частота входных импульсов, Гц	8000	200	2500	10 000
Минимальная длительность входных импульсов, мс	0,1			0,05
Диапазон значений делителя	1...9999			
Диапазон значений множителя	0,000001...9999999		От 0,00001 до 99999	От 0,0000 до 99999
Постоянная времени входного фильтра, мс	0,1...1000			
Длительность импульса по счётному входу, мкс, не менее		1250	200	
Длительность импульса по входу «Сброс», мс, не менее		300		
Частота входного фильтра, Гц		10	От 1 до 2500	От 1 до 500
Сквозность импульса, не менее			2	2
Дискретность отсчёта времени * в режиме счётчика наработки * в режиме измерителя длительности	1 мин 0,01 с			
Максимальный ток, коммутируемый контактами реле	8 А при напряжении 220 В и $\cos\phi > 0,4$	ВУ нет	8 А при напряжении 220 В и $\cos\phi > 0,4$	8 А при напряжении 220 В и $\cos\phi > 0,4$
Максимальный ток нагрузки транзисторной оптопары	0,2 А при напряжении +50 В		0,2 А при напряжении +50 В	0,2 А при напряжении +50 В
Максимальный ток нагрузки оптосимистора	50 мА при 300 В (постоянно открытый симистор) или 1 А (симистор включ. с частотой не более 50 Гц и $t_{имп} = 5$ мс)		40 мА	50 мА при 240 В (постоянно открытый симистор) или 0,5 А (симистор включ. с частотой не более 50 Гц и $t_{имп} = 5$ мс)
Максимально допустимый ток нагрузки дублирующего выхода второго канала	30 мА (при напряжении +30 В)			
Масса, не более, кг	1,0	0,5	1,0	1,0
Допустимая температура воздуха, °С	+1...+50	-20...+70	-20...+70	-20...+70

ния внешнего бесконтактного датчика. В качестве внешнего устройства могут быть использованы: механические контакты (реле, кнопки, герконы и т.п.), оптические, индуктивные или емкостные датчики, имеющие на выходе транзисторные п-р-п- или р-п-р-ключи с открытым коллектором, которые могут быть как нормально разомкнуты, так и нормально замкнуты. При подаче питания счётчик сразу переходит в основной режим и готов к подсчёту событий. При первом включении параметры работы счётчика установлены производителем. Параметры счётчика делятся на параметры общего пользования и параметры служебного пользования. Потребитель имеет возможность изменить установки производителя применительно к своим задачам. Более подробную техническую информацию на счётчики СИМ можно найти на сайте [3]. Основные технические характеристики счётчика СИМ 04/6П-10 приведены в таблице 3.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Отечественные промышленные программируемые счётчики – современные устройства с удобным интер-

Таблица 3. Основные технические характеристики счётчика импульсов ИМ 04/6П-10

Количество каналов	1
Диапазон значений счёта	0...999999
Напряжение питания переменное, В	220 В ±10%, 50 Гц
постоянное, В	24 В ±10%, 12 В ±10%
Потребляемая мощность, ВА, не более	5
Типы входных датчиков	п-р-п, р-п-р, контактный датчик
Ток потребления по одному входу, не более, мА	30
Напряжения питания датчика, В	15
Количество входов управления	3
Напряжение низкого уровня на входах, В	0...2
Напряжение высокого уровня на входах, В	24
Количество счётных разрядов	6
Максимальная частота входных импульсов, Гц	250
Тип выходного устройства	Реле, один контакт на переключение
Максимальный ток, коммутируемый контактами реле, А	5, при напряжении 220 В, 50 Гц
Степень защиты	IP54
Размеры, мм	109 × 91 × 67

фейсом управления на современной элементной базе. Представленные счётчики – готовые решения для машиностроения и пищевой промышленности. Счётчики, обладающие программно-аппаратной поддержкой интерфейсов управления USB, RS-485, легко встраиваются в различные системы управления. Вышеуказанные интерфейсы управления могут быть использованы также для конфигуриро-

вания счётчиков. Отечественные промышленные программируемые счётчики могут в основном удовлетворить потребности отечественной промышленности, ЖКХ, а также научных предприятий.

ЛИТЕРАТУРА

1. <http://www.contravt.ru>.
2. <http://www.owen.ru>.
3. <http://www.meandr.ru>.





CRANE
AEROSPACE &
ELECTRONICS
Interpoint™ Products

Проверенные решения – в кратчайшие сроки!



ДОСТАВКА ДО 6 НЕДЕЛЬ

ВИСОКОНАДЁЖНЫЕ DC/DC-ПРЕОБРАЗОВАТЕЛИ INTERPOINT™ ДЛЯ АВИАКОСМИЧЕСКИХ ПРИМЕНЕНИЙ

Популярные модели DC/DC-преобразователей и помехоподавляющих фильтров серий **MSA, MHF+, MTR, MFL, MOR**

- Мощность от 5 до 120 Вт
- Одно-, двух- и трёхканальные модели



ОФИЦИАЛЬНЫЙ ДИСТРИБЬЮТОР ПРОДУКЦИИ CRANE ELECTRONICS



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

Реклама

Сертификационные испытания технических средств на соответствие требованиям электромагнитной совместимости

Валерий Герасимов (Москва)

В статье рассмотрены программно-аппаратные комплексы для проведения сертификационных испытаний технических средств на соответствие требованиям электромагнитной совместимости, регламентированных разделами 16–22, 25 КТ-160D.

До недавнего времени на предприятиях России и СНГ существовало разрозненное оборудование, используемое для имитации работы бортовых сетей питания при проведении испытаний на электромагнитную совместимость авиационных приборов и систем. Развитие и совершенствование авиационной техники привело к появлению более совершенных программно-аппаратных испытательных комплексов, имеющих модульную архитектуру, которая позволяет конфигурировать данные комплексы для решения различных задач.

Рассмотрим программно-аппаратные комплексы на базе серийно выпускаемого зарубежного оборудования для проведения испытаний, регламентированных разделами 16–22, 25 КТ-160D:

- комплекс имитации бортовых сетей (КИБС) электропитания для испытаний технических средств авиационной аппаратуры на основе современных программируемых источников питания;
- комплекс имитации переходных процессов (КИПП), возникающих при одиночном и многократном ударе молнии, а также при многократных вспышках молнии;
- комплекс имитации электростатических разрядов (КИЭР).

Комплекс имитации бортовых систем

Без проведения полномасштабных испытаний на воздействие всех помех, существующих в цепях питания самолётов и вертолётов, невозможно гарантировать надёжную работу любых летательных аппаратов (ЛА), электропитание которых осуществляется от бортовых систем электроснабжения.

Проведение испытаний позволяет обнаружить наиболее уязвимые места ЛА, оценить степень их помехозащищённости и исключить возможные отказы и сбои при эксплуатации радиоэлектронной аппаратуры.

Однако до настоящего времени проведение таких испытаний являлось сложной технической задачей и требовало разработки нестандартного и дорогостоящего оборудования.

При построении имитаторов бортовой сети постоянного и переменного тока, входящих в состав многофункциональных имитационных лабораторий для наземных испытаний электрооборудования ЛА, требуется высокая точность воспроизведения параметров бортовой сети. Амплитуда, частота и гармонический состав выходного напряжения имитатора должны соответствовать требованиям ГОСТ 19705-89, КТ-160, ГОСТ В 21134-75, ГОСТ В 21999-86, ГОСТ 28751-90, ГОСТ РВ 51937-2002, ГОСТ Р 51317.4.11 (4.12; 4.14; 4.16; 4.17), ГОСТ В 24425-80 и частным техническим требованиям для космических аппаратов на системы электроснабжения самолётов и вертолётов, существенно отличающихся от подобных требований к общепромышленным системам.

Известно, что при испытаниях силовых модулей с бортовыми нагрузками, возникают проблемы электромагнитной совместимости, которые до сих пор решались созданием модуля для испытания конкретного изделия. В то же время изменение элементной базы силовых модулей и состава бортовых потребителей постоянного и переменного тока привело к усложнению проблемы электромагнитной совместимости и многофункциональности.

Важным условием расширения функциональных возможностей ими-

таторов бортовой сети является их интеллектуализация, предполагающая введение информационных компонентов в состав управляющего устройства. Это позволяет решать задачи эффективного управления за счёт применения микроконтроллерных средств и персональных компьютеров.

Описываемый КИБС представляет собой программно-аппаратный комплекс, который позволяет проводить проверку и испытания ЛА на соответствие требованиям к качеству электропитания, установленным в указанных выше нормативно-технических документах (НТД). Развитое программное обеспечение облегчает моделирование любых процессов в системах электроснабжения в соответствии с требованиями, предъявляемыми к испытываемой аппаратуре.

Компактность и удобство работы с предлагаемыми комплексами позволяет использовать их на всех стадиях жизненного цикла ЛА – от разработки до приёмо-сдаточных испытаний, а также при аттестации серийно выпускаемой продукции, в том числе и зарубежной.

В статье предоставлены технические решения по комплектации программно-аппаратных комплексов на базе серийно выпускаемого зарубежного оборудования для проведения испытаний, регламентированных разделами 16–18 КТ-160D (см. таблицу 1).

Комплекс имитации переходных процессов

В настоящее время обязательным видом испытаний бортового электротехнического и электронного оборудования (БО) летательных аппаратов являются испытания на восприимчивость к переходным процессам, вызванным молнией. Эти процессы возникают при прямом ударе молнии в корпус летательного аппарата и последующем растекании токов молнии по различным металлическим узлам этих аппаратов, в частности, по межблочным линиям связи (МЛС).

ИСПЫТАТЕЛЬНАЯ ЛАБОРАТОРИЯ (ИЛ)

Аккредитована в системе «Военэлектронсерт» (№ СВС.01.622.0126.11 от 01.11.2011 г.)

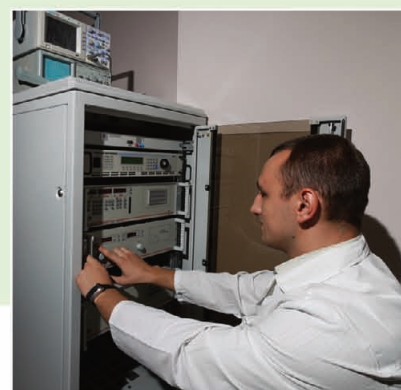
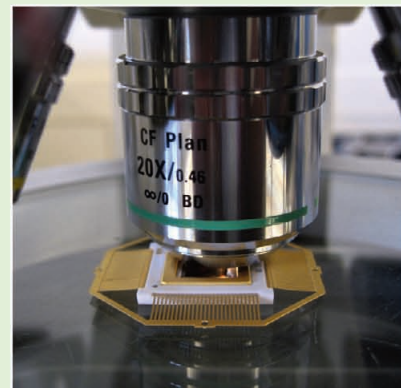


СЕРТИФИКАЦИОННЫЕ ИСПЫТАНИЯ ЭЛЕКТРОРАДИОИЗДЕЛИЙ (ЭРИ)

ИДЕНТИФИКАЦИЯ ЭРИ

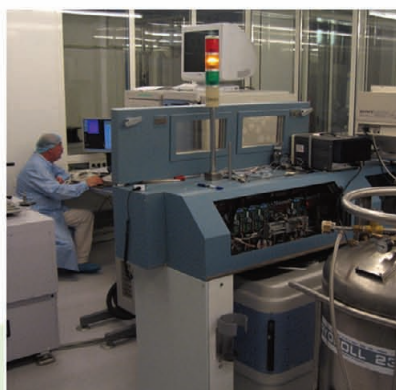
ОБЛАСТЬ АККРЕДИТАЦИИ

- Пассивные компоненты
- Полупроводниковые приборы
- Микросхемы интегральные
- Электрические провода и кабели
- Волоконно-оптические устройства
- Модули СВЧ
- Источники электропитания
- Электронные модули
- Аппаратура систем передачи данных
- Аппаратура связи
- Оборудование управления и контроля электросетей



ВИДЫ ИСПЫТАНИЙ

- Входной контроль
- Отбраковочные испытания
- Диагностический неразрушающий контроль
- Разрушающий физический анализ
- Климатические
- Механические
- Идентификационные
- На воздействие импульсов напряжения
- На восприимчивость к процессам, вызванным молнией



СЕРТИФИКАЦИОННЫЕ ИСПЫТАНИЯ ТЕХНИЧЕСКИХ СРЕДСТВ (ТС) на соответствие требованиям электромагнитной совместимости (ЭМС)

- Испытания на соответствие требований по качеству электропитания
- Испытания на восприимчивость к кондуктивным электромагнитным помехам
- Испытания на восприимчивость к электромагнитному излучению
- Испытания на устойчивость к электростатическим разрядам
- Определение уровня электромагнитной эмиссии от испытуемого ТС



ЗАО «ТЕСТПРИБОР»
125480, МОСКВА, УЛ. ГЕРОЕВ ПАНФИЛОВЦЕВ, Д. 24, ОФ. 718
ТЕЛ.: (495) 225-67-37, E-MAIL: TESTPRIBOR@TEST-EXPERT.RU
HTTP://ТЕСТПРИБОР.РФ

Высокая поражающая эффективность токов растекания объясняется тем, что в МЛС возникают наведённые импульсы высокого напряжения и большие токи, представляющие собой серьёзную угрозу для современной слаботочной электроники БО. Поэтому стойкость к переходным процессам, вызванным молнией, выделена в отдельный вид испытаний, который регламентируется нормативным документом EUROCAE ED-14D/RTCA-DO-160D (KT-160D) «Условия окружающей среды и методики испытаний бортового оборудования», раздел 22: «Восприимчивость к переходным процессам, вызванным молнией». Этот документ с 2004 г. распространяется и на все типы БО, выпускаемые в России и странах СНГ.

Оборудование должно выполнять свои функции под воздействием ис-

пытательных импульсов идеализированной формы, которые имитируют импульсные наводки, индуцируемые молнией. Требования по стойкости оборудования к переходным процессам от молнии должны быть определены в НТД.

Для квалификации оборудования следует применять две группы испытаний. Первая группа испытаний оборудования на повреждаемость выполняется посредством контактного ввода, как описано в п. 22.5.1. Вторая группа испытаний, описанных в п. 22.5.2, оценивает работоспособность оборудования при воздействии импульсов на жгуты соединительных кабелей. Испытания кабельными вводами включают испытания на единственный удар, многократный удар и многократную вспышку. Их можно использовать и для проверки стойкос-

ти к повреждениям. Соответствующая группа или группы испытаний должны быть установлены в НТД на оборудование.

Данные испытания, возможно, не охватывают все аспекты взаимодействия и воздействий молнии на оборудование, работающее в системе. Для сертификации оборудования или системной установки в зависимости от выполняемых функций могут потребоваться дополнительные испытания, такие как подача импульсов разной формы, одновременный ввод импульсов в кабельный жгут и использование множества частот.

КИПП-1 предназначен для воспроизведения условий испытания бортового оборудования на устойчивость (иммунитет) к воздействию испытательных импульсов идеализированной формы, имитирующих им-

Таблица 1. Комплекс для проведения испытаний на соответствие требованиям разделов 16, 17 и 18

Раздел требований	Приборы в составе комплекса	Основные характеристики приборов	Назначение
16 KT-160D «Электропитание». Постоянный ток напряжением 27 В номинальной мощностью до 3 кВт	DAT80-120, DANA, Италия	Управляемый линейный источник постоянного тока: 0...80 В; 0...120 А; 9,6 кВт. Аналоговое управление выходным напряжением. Скорость изменения выходного напряжения 400 В/мс	Имитация всех показателей качества электроэнергии, установленных в KT-160D, раздел 16, ГОСТ 19705 (кроме импульсов напряжения 50 и 600 В) и DO-160F, раздел 16, для испытаний авиационного оборудования, питающегося от сети постоянного тока 27 В при потребляемой номинальной мощности до 3000 Вт (максимальный потребляемый ток в диапазоне входных напряжений от 5 до 80 В – 120 А)
	TOE 8805-80, Toellner, Германия	Программируемый линейный источник постоянного тока: 0...32 В; 0...5 А; 160 Вт; 1000 узловых точек для задания изменений во времени выходного напряжения и ограничений по току. Скорость изменения выходного напряжения – 2 кВ/мс. По заказу: амплитудная модуляция до 4 В; до 70 кГц (разд. 18 KT-160). В предложенной конфигурации используется как программируемый задающий генератор для ИП фирмы DANA	
16 KT-160D «Электропитание». Трёхфазный переменный ток, частота 360...800 Гц, напряжение 115/200 В, мощность 2 кВА на фазу с возможностью использования в однофазном режиме мощностью 6 кВА. Постоянный ток напряжением 270 В мощностью 4 кВт	61504, Chroma, Тайвань	Многофункциональный однофазный программируемый источник переменного тока 0...300 В; 16...1000 Гц; 2 кВА на фазу; постоянный ток напряжением до 400 В	Имитация всех показателей качества электроэнергии, установленных в ГОСТ 19705 (кроме импульсов напряжения 70 и 600 В и пульсаций напряжения с частотой более 500 Гц в сети постоянного тока) и DO-160F, раздел 16, для испытаний авиационного оборудования, питающегося от следующих сетей: <ul style="list-style-type: none"> переменного тока трёхфазной и однофазной 115/230 В постоянной частоты 400 Гц и переменной частоты 360...800 Гц при мощности потребления до 6 кВА (максимальный ток до 14,8/44,4 А в диапазоне установившихся значений напряжений от 75 до 135 В); постоянного тока 270 В при потребляемой мощности до 6 кВт (максимальный ток до 14 А в диапазоне установившихся значений напряжений от 230 до 290 В); постоянного тока 27 В при потребляемой мощности до 500 Вт (максимальный ток линейно уменьшается с 22 А при напряжении 33 В до 15 А при напряжении 20 В)
17 DO-160F «Импульсы напряжений»	MIG 2000-6, EMC-Partner, Швейцария	Генератор высоковольтных импульсов (силовая платформа)	Ввод в любую сеть электропитания высоковольтных импульсов ±600 В с формой, установленной разделом 16 KT-160 (DO-160D), DO-160F и ГОСТ 19705
	Fx-DO160-S17, EMC-Partner, Швейцария	Сменный блок к MIG 2000-6, формирующий импульсы амплитудой ±(200...1000) В и длительностью 10 мкс; фронт 2 мкс; период 1 с	
	CN-MIG-BT, EMC-Partner, Швейцария	Индуктор для инъекции в кабель питания импульсов от генератора MIG 2000-6 и синусоидальных колебаний с частотой более 5 кГц	
	Veri 50 (5), EMC-Partner, Швейцария	Высоковольтный высокочастотный резистор 50 Ом для калибровки процесса инъекции	
18 KT-160D, «Восприимчивость к помехам звуковой частоты, поступающим через входы электропитания». Трёх-/однофазный переменный ток частотой 360...800 Гц, напряжение 115/200 В	TOE 741, Toellner, Германия	Функциональный генератор 1 мГц...100 кГц; 45 мВ...45 В; 63 Вт. В качестве управляющего генератора обеспечивает в имитируемой сети постоянного тока пульсации напряжения с частотой до 20 кГц. Через индуктор CN-MIG-BT обеспечивает создание в сети электропитания помех с частотой 5...100 кГц	Ввод помех частотой до 5 кГц и амплитудой до 12 В в имитируемую цепь питания 115 В/400 Гц обеспечивается следующими функциональными возможностями программируемых источников питания переменного тока, предложенными для раздела 16: <ul style="list-style-type: none"> поточечное построение формы выходного напряжения (дискретность 100 мкс.); гармонический синтез выходного напряжения

пульсные наводки, индуцируемые молнией, в соответствии с требованиями раздела 22.0 КТ-160D (RTCA DO-160) «Условия эксплуатации и окружающей среды для бортового авиационного оборудования».

Комплекс формирует испытательные импульсы напряжения или тока положительной и отрицательной полярности различной формы (см. рис. 1). Режимы воспроизведения импульсов, обеспечиваемые комплексом:

- единичные импульсы с регулируемым интервалом повторения от 3 с, имитирующие переходный процесс от однократного удара молнии (SS). Однократный удар – наиболее энергетически мощный переходный процесс при ударе молнии, предназначенный для оценки устойчивости оборудования;
- одиночные пачки импульсов длительностью от 10 мс до 2 с, состоящие максимум из 30 импульсов, распределённых внутри пачки с произвольным интервалом от 10 до 500 мс и регулируемым интервалом повторения пачек от 60 до 90 с, имитирующие переходный процесс от многократного удара молнии (MS). На рисунке 2 приведён пример имитируемого переходного процесса от многократного удара молнии;
- многократные пачки импульсов длительностью от 1 мс до 2 с, с количеством импульсов в пачке до 30; импульсы распределены внутри пачки с произвольным интервалом от 10 мкс до 10 мс и регулируемым интервалом повторения пачек от 2 до 10 с и имитируют переходный процесс от многократных вспышек молнии (MB). На рисунке 3 приведён пример имитируемого переходного процесса от многократной вспышки молнии.

Параметры пачек импульсов задаются в виде шаблонов (pattern) «ударов» и «вспышек» (см. рис. 4).
Комплекс представляет собой набор функционально законченных устройств, которые в совокупности обеспечивают имитацию всех требуемых воздействий для проведения испытаний. В состав комплекса входят следующие технические средства:

- генератор MIG 0600SS для создания одиночных импульсов и генератор MIG 0600MS для создания многократ-

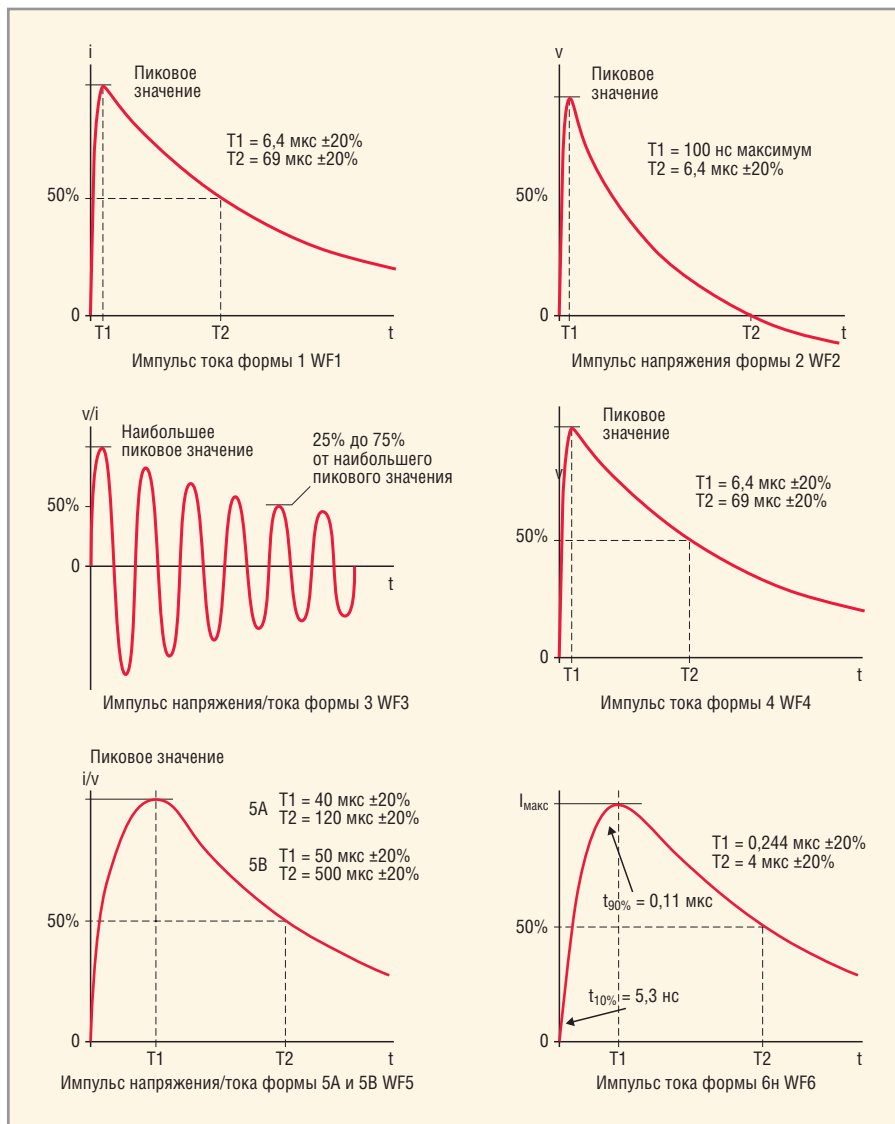


Рис. 1. Импульсы напряжения и тока

ных импульсов (одиночных пачек импульсов) формы WF1, WF4, WF5A, WF5B;

- генератор MIG 0618SS для создания одиночных импульсов формы WF1, WF4, WF5A, WF5B с уровнями жёсткости 3–5;
- генератор MIG-OS-MS с устройством расширения MIG-OS-MB-EXT для создания одиночных и многократных пачек импульсов формы WF2, WF3, WF6;
- устройство связи и развязки (магнитные индукторы) CN-GI-CI, CN-GI-CI-V, CN-MIG-BT1, CN-MIG-BT для ввода помех.

В качестве стабилизатора (эквивалента) сети питания для проведения испытаний необходимо использовать устройство DN-LISN160-32 и набор шунтирующих конденсаторов (особенности применения данного устройства изложены в его руководстве по эксплуатации).

Для развязки цепей питания и выхода генераторов импульсов, а также защиты источника от высоковольтных импульсов используются ограничительный диод или варистор, входящие в комплект GND-BDDC (см. руководство по эксплуатации). Пол-

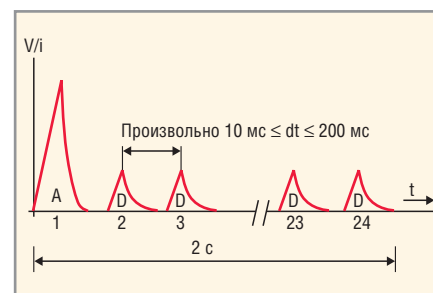


Рис. 2. Многократный удар молнии

Два или более возвратных удара молнии, возникающие во время единичной вспышки молнии. Например, за составляющей тока импульса А следуют двадцать три составляющих тока D с амплитудой 50% импульса А, распределённые в произвольном порядке на протяжении до 2 с

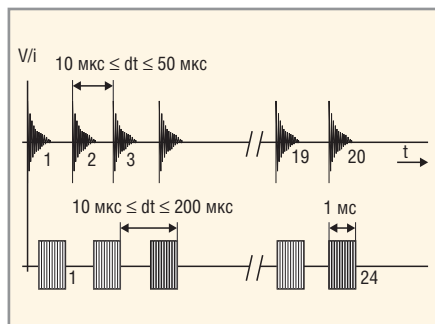


Рис. 3. Многократная вспышка

Распределённая в произвольном порядке серия пачек импульсов короткой длительности с малой амплитудой импульсов тока, в которой каждый импульс характеризуется большой скоростью изменения тока. Эти импульсы могут возникать в результате прохождения или ветвления лидера молнии и ассоциируются с междуоблачными разрядами. Многократные вспышки проявляются наиболее интенсивно во время воздействия на летательный аппарат первого лидера. Например, вспышка состоит из 20 импульсов; таких вспышек 24, они распределены в произвольном порядке на протяжении до 2 с

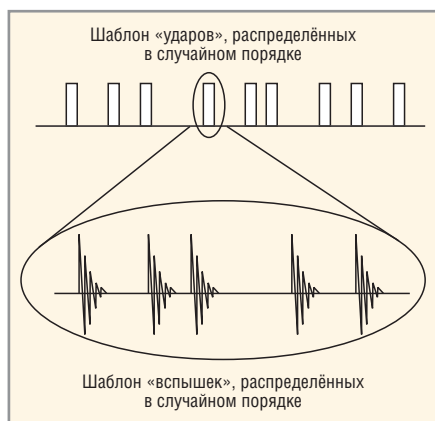


Рис. 4. Шаблон «ударов» и «вспышек», распределённых в случайном порядке

ный состав оборудования, входящего в состав КИПП-1, представлен в таблице 2.

Комплекс имитации ЭЛЕКТРОСТАТИЧЕСКИХ РАЗРЯДОВ

Увеличение ресурса эксплуатации космических аппаратов (КА) является актуальной научно-технической проблемой. Для нового поколения КА рост отношения массы полезной нагрузки к общей массе КА сопровождается снижением помехозащищённости бортовой радиоэлектронной аппаратуры (БРЭА). Это связано, в том числе, и с тем, что расширение функциональных возможностей БРЭА (цифровые технологии, повышение тактовых частот обработки информации, расширение спектра обрабатываемых сигналов и

т.п.) с одновременным уменьшением массогабаритных показателей и снижением энергопотребления приводит к необходимости применения новой элементной базы, к сожалению, более чувствительной к электромагнитным помехам (ЭМП). Всё это усложняет проблему электромагнитной совместимости приборов и узлов БРЭА и отражается на работоспособности само-го КА.

Одной из наиболее сложных задач в процессе создания работоспособных КА является обеспечение стойкости БРЭА к воздействию электростатических разрядов (ЭСР), являющихся следствием процессов электризации в условиях эксплуатации аппаратов.

Процессы электризации (как внешней, так и внутренней) КА можно классифицировать по способу поражения как самих электронных блоков, так и элементов электронных схем:

- разряды на поверхности КА, создающие импульсные помехи в бортовой кабельной сети (БКС), антеннах и датчиках, расположенных на внешней поверхности КА. Эти помехи поступают на входы электронных блоков и приводят к обратимым и необратимым отказам в работе электроники;
- разряды непосредственно в кабели, соединяющие между собой электронные блоки, антенны, датчики и панели солнечных батарей;
- разряды в проводники печатных плат блоков электроники (выводы интегральных схем, транзисторов, диодов и др.);
- разряды непосредственно в кристаллы полупроводниковых элементов из диэлектрических корпусов этих элементов.

Особую роль при этом играют процессы электризации поверхности КА, что вызывает электростатические разряды на поверхности блоков и кабельных систем. Электростатические разряды, возникающие вследствие дифференциальной зарядки летательного аппарата, являются источниками электромагнитных помех, воздействующих на отдельные элементы и устройства и (или) бортовые системы в целом.

Разности потенциалов на поверхностях КА, находящихся на геостационарной орбите (ГСО), могут достигать 20 кВ, а средние значения энергии ЭСР составляют 6...200 мДж. В результате

разряда по корпусу аппарата протекают импульсные токи амплитудой до 100 А, которые приводят к возникновению ЭМП в элементах кабельных систем БРЭА.

Электромагнитные помехи различной природы, вызванные ЭСР, могут приводить к нарушению режимов работы БРЭА в виде кратковременных сбоев и отказов, искажению информационных сигналов и сигналов управления, а в отдельных случаях и к физическому повреждению бортовых устройств. Из-за высокой сложности реальных конструкций КА (и БРЭА) задача определения места разряда и его уровня является достаточно сложной и на сегодняшний день не решена. Это затрудняет разработку методов и средств предотвращения ЭСР и, соответственно, защиты аппаратуры от его воздействия.

Если проблема, связанная с обеспечением стойкости РЭА КА к воздействию ЭСР, не будет решена, то возможный ущерб от потери спутников по этой причине может многократно превосходить их стоимость.

Для исследования электромагнитной восприимчивости и электромагнитной совместимости возникает необходимость в разработке методов и технических средств проведения исследований и испытаний. Испытательные технические средства состоят из имитаторов и измерителей – преобразователей параметров электромагнитной обстановки. Параметры электромагнитной обстановки и условия проведения испытаний регламентируются международными и национальными государственными и отраслевыми стандартами, например КТ-160D.

Существующие стандарты не охватывают всё разнообразие электромагнитных помех от существующих и вновь появляющихся источников. В связи с этим необходимо разрабатывать и использовать при испытаниях и исследованиях универсальные имитаторы, позволяющие создавать практически все виды помех, с широким интервалом перестраиваемых параметров, и реализовывать нестандартные методы исследований и испытаний для различных типов бортовых систем летательных аппаратов.

При проведении испытаний важно не только установить факт работоспособности элементов и устройств бортовых систем, но и диагностировать

Таблица 2. Комплекс для проведения испытаний на соответствие требованиям раздела 22

Раздел требований	Приборы производства EMC Partner, Швейцария	Основные характеристики приборов
22 КТ-160D «Восприимчивость к переходным процессам, вызванным молнией»	MIG 0600MS	Генератор импульсов формы 1, 4, 5; уровень: 2–5 для MS и 2–3 для SS
	CN-MIG-TT	Pin-инжектор для контактного ввода импульсов
	CN-GI-CI-V	Индуктор для электромагнитной наводки в кабель импульсов тока формы 1
	MIG 0618SS	Усилитель импульсов формы 1, 4, 5 до уровня 4, 5 для SS
	NW-MS-LEVEL1	Аттенуатор для ослабления импульсов формы 1, 4, 5 до уровня 1
	I-PROBE-MS	Пробник для измерения тока
	MIG-OS-MB	Генератор импульсов формы 2, 3; уровень 1–3 для контактного ввода; уровень 1–3 для любых кабелей; уровень 4 для кабелей более 5 м; уровень 5 для кабелей с индуктивностью более 47 мкГн
	MIG-OS-MB-EXT	Платформа для установки модулей генераторов импульсов формы 6Н и усилителей импульсов формы 2, 3 до уровня 4–5 для любых кабелей
	AC-DC DEC Level 4&5	Устройство согласования MIG-OS-MB-EXT с Pin-индуктором
	NW-WF6H-MB	Модуль к MIG-OS-MB-EXT, генерирующий импульс формы 6Н
	NW-WF2-SS	Модуль к MIG-OS-MB-EXT, генерирующий импульс 1М-SS формы 3
	NW-WF3-1М-SS	Модуль к MIG-OS-MB-EXT, генерирующий импульс 1М-SS формы 3
	NW-WF3-10М-SS	Модуль к MIG-OS-MB-EXT, генерирующий импульс 10М-SS формы 3
	CN-MIG-BT	Индуктор для инъекции в кабель импульсов формы 2, 3; уровня 1–3 и импульсов от генератора MIG 2000-6
	CN-MIG-BT1	Индуктор для инъекции в кабель импульсов формы 2, 3 с апертурой 3Ч 7,5
	CND-BDBC	Устройство развязки, защищающее источник питания от высокоамперных импульсов
	DN-LISN160-32	Эквивалент сети электропитания
	I-PROBE-MB-P1	Пробник для измерения тока при наведении в кабель импульсов формы 2 и 3
	TEMA	Программное обеспечение для управления комплексом MIG 0600MS и MIG-OS-MB
ESD3000-OPTOLINK	Оптическая линия связи	
Veri 50	Высоковольтный резистор	
Genecs-mig	Программное обеспечение для управления MIG 2000-6	

Таблица 3. Комплекс для проведения испытаний на соответствие требованиям раздела 25

Раздел требований	Приборы производства EMC Partner, Швейцария	Основные характеристики приборов
25 DO-160F «Электростатический разряд»	ESD3000DN1	Генератор электростатического разряда 150 пФ/330 Ом. Воздушный разряд ±(1...30) кВ. Контактный разряд ±(1...30) кВ. Период 50 мс...30 с
	ESD-VERI-V	Калибровочный резистор 20 ГОм
	ESD-TARGET2	Калибровочное устройство

причины отказа или выхода из строя. До настоящего времени практически не разработаны теоретические и экспериментальные методы диагностирования причин отказов (сбоев, нарушения работоспособности), возникающих вследствие воздействия электромагнитных помех.

Установление причин отказов требует значительных временных и материальных затрат. Поэтому в настоящее время, в связи с усложнением испытываемых бортовых систем, возрастает актуальность разработки методов диагностирования бортовых систем в условиях адекватной электромагнитной обстановки.

Стойкость к воздействию электростатических разрядов регламентируется нормативным документом EUROCAE ED-14D/RTCA-DO-160D (КТ-160D) «Условия эксплуатации и окру-

жающей среды для бортового авиационного оборудования», раздел 25: «Электростатический разряд». Оборудование должно выполнять свои функции в соответствии с применяемой НТД без ухудшения характеристик во время действия электростатического импульса, создаваемого происходящим в воздухе разрядом.

Устойчивость к электростатическому разряду должна определяться по способности испытываемого комплекта оборудования выдерживать последовательность электростатических импульсов при заданном уровне жёсткости 15 000 В в определённых местах «контакта оборудования с человеком» в этом комплекте. Импульсов должно быть десять в каждой из заданных позиций как положительной, так и отрицательной полярности напряжения.

Комплекс имитации электростатических разрядов (КИЭР) представляет собой набор отдельных функционально законченных устройств, которые в совокупности обеспечивают имитацию всех требуемых воздействий для проведения испытаний. Состав комплекса представлен в таблице 3.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Исходя из требований заказчика, можно подобрать оптимальный вариант испытательного комплекса требуемой мощности. Поставляемые комплексы имитации могут быть аттестованы с участием 32 ГНИИИ МО РФ на возможность проведения испытаний ЛА в соответствии требованиями, установленными в конкретной технической документации.

Как заставить встроенный в микроконтроллер АЦП поразрядного уравнивания работать с разрешением дельта-сигма-АЦП

Алексей Кузьминов (Москва)

В статье описано, как с помощью известного метода передискретизации и последующего усреднения результатов измерений, применённого к АЦП поразрядного уравнивания (ПУ), можно повысить его разрешающую способность. Поясняются аппаратные и программные средства и приводятся результаты испытаний 16-разрядного АЦП ПУ, встроенного в микроконтроллер C8051F067 (Silicon Labs), и 24-разрядного дельта-сигма-АЦП ADS1210 (Texas Instruments).

ВВЕДЕНИЕ

Известно, что метод передискретизации и последующего усреднения (oversampling and averaging) позволяет повысить разрешающую способность АЦП на несколько разрядов. Автор задался вопросом: может ли такой метод, применённый к 16-разрядному АЦП ПУ, встроенному в микроконтроллер C8051F067 компании Silicon Labs, повысить его разрешение настолько, чтобы он мог конкурировать с 24-разрядным дельта-сигма (ДС) АЦП ADS1210 компании Texas Instruments?

Разработанный компанией Burr-Brown ещё в 1996 г. 24-разрядный ДС АЦП ADS1210 до сих пор пользуется заслуженной популярностью. Подробные характеристики ADS1210 можно найти в описании [1]. В числе основных достоинств прибора следует упомянуть наличие встроенного ИОН, достаточно малую нелинейность (0,0015%), диапазон входного аналогового сигнала до 5 В, автоматическую калибровку смещения нуля и полной шкалы (и системную калибровку), а также специальный режим, позволяющий получить до 20 реальных разрядов точности при частоте оцифровки до 1 кГц.

Абсолютная погрешность, которую удалось получить автору от АЦП ADS1210, составляет 0,1...0,2 мВ при из-

мерении аналогового сигнала в диапазоне от 0 до 5 В при условии, что перед АЦП стоит аналоговый коммутатор на восемь каналов и минимальное время (Δt) получения всех восьми напряжений составляет не более 0,1...0,2 с. Если, например, напряжение составляет 2 В, то его удаётся измерить с точностью до 1–2 единиц четвёртого десятичного разряда после запятой (например, 2,0001...2,0002 В).

К сожалению, после того как компания Burr-Brown вошла в состав компании Texas Instruments, цены на ADS1210 в России повысились в несколько раз. Если раньше его можно было приобрести за \$10...12, то сейчас менее чем за \$30...35 этот АЦП не продаётся.

Около трёх лет назад автор приобрёл относительно новый восьми-канальный 24-разрядный ДС АЦП ADS1256 той же компании Texas Instruments с максимальной частотой дискретизации до 30 кГц стоимостью около \$10 (сейчас его можно купить за \$15...20) и решил проверить, сможет ли он обеспечить такую же точность, как и ADS1210, при той же скорости вывода результатов преобразования.

Для этого ADS1256 был помещён в тепличные условия, т.е. в качестве ИОН была применена микросхема ADR421,

с выхода которой напряжение $V_{ref} = 2,5$ В подавалось на вход опорного напряжения ADS1256, а напряжения на все его аналоговые входы (AIN1–AIN8) поступали через ОУ (см. рис. 1).

Эксперимент показал, что, несмотря на относительно высокую частоту дискретизации в 30 кГц (у ADS1210 – 16 кГц), АЦП ADS1256 может обеспечить 1–2 единицы четвёртого десятичного знака после запятой при частоте вывода не более 2 Гц. При увеличении частоты до 5...10 Гц ($\Delta t = 0,1...0,2$ с) четвёртый знак изменялся уже на 5–6 единиц. Таким образом, попытка заменить ADS1210 на ADS1256 не удалась, а проблема высокой стоимости микросхемы АЦП осталась.

МЕТОД ПЕРЕДИСКРЕТИЗАЦИИ И ПОСЛЕДУЮЩЕГО УСРЕДНЕНИЯ ДЛЯ УВЕЛИЧЕНИЯ РАЗРЕШАЮЩЕЙ СПОСОБНОСТИ АЦП

Просматривая архив статей, автор наткнулся на давнишний материал AN118 компании Silicon Labs [2] Improving ADC Resolution by Oversampling and Averaging («Увеличение разрешения АЦП с помощью передискретизации и усреднения») за 2003 г. Основная идея метода (использующегося и в ДС АЦП) заключается в следующем. Согласно теореме Котельникова, если стационарный сигнал, имеющий спектр в полосе частот от 0 до F_{MAX} , оцифровать с помощью АЦП с частотой $F_{АЦП}$, в два раза превышающей F_{MAX} , т.е. при $F_{АЦП} = 2F_{MAX}$, сигнал может быть восстановлен без потерь по этим отсчётам. Если сигнал зашумлен (например, белым шумом), то при подобной частоте дискретизации спектр шума будет находиться в полосе частот от 0 до F_{MAX} и, складываясь с полезным сигналом, будет его искажать. Однако если проводить оцифровку сигнала, например, с учетверённой частотой, т.е. $F = 4F_{АЦП} = 8F_{MAX}$, то спектр шума распределится уже в полосе частот от 0 до $4F_{MAX}$ и его амплитуда в полосе частот от 0 до F_{MAX} уменьшится в четыре раза, а среднееквадратичное значение – в

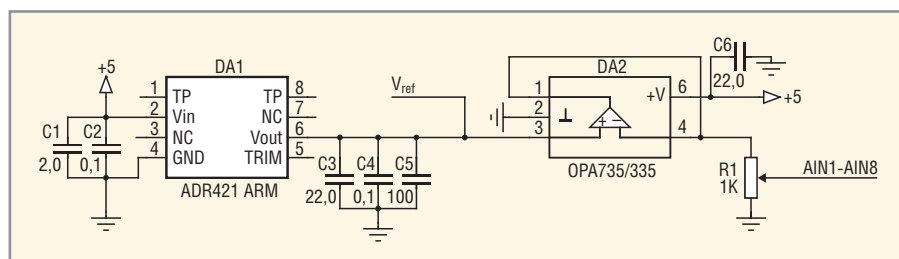


Рис. 1. Схема подачи напряжений для тестирования АЦП ADS1256

два раза, что равносильно увеличению отношения сигнал/шум на 6 дБ, т.к. спектральная плотность полезного сигнала останется прежней. Если после оцифровки сигнала произвести операцию НЧ-фильтрации с частотой среза F_{MAX} , то можно повысить разрешающую способность на один двоичный разряд.

В одноразрядном ДС АЦП частота передискретизации увеличена в сотни и даже тысячи раз, добавлен специально сформированный белый шум и применены довольно мощные цифровые фильтры. Однако n -разрядный АЦП ПУ можно заставить работать подобным образом, если увеличить частоту передискретизации, а вместо цифрового фильтра применить усреднение выборок, которое по сути является цифровым низкочастотным фильтром, а шум, например, тепловой, всегда присутствует в сигнале.

Какими же свойствами должен обладать АЦП ПУ, работающий в режиме передискретизации и усреднения, чтобы конкурировать с многоразрядным (например, 24-разрядным) ДС АЦП? Во-первых, он должен быть хотя бы 16-разрядным и, во-вторых, достаточно скоростным*. Что касается усреднения, то в микроконтроллере, работающем с АЦП, должно быть достаточно оперативной памяти, чтобы хранить большой объем выборок для усреднения. И, наконец, цена прибора должна быть как минимум в несколько раз ниже, чем цена ADS1210.

У автора уже имелся микроконтроллер C8051F067 компании Silicon Labs, который идеально подходил для подобного эксперимента. Встроенные в этот микроконтроллер два независимых 16-разрядных АЦП могут выполнять до 1 млн. преобразований в секунду с возможностью производить калибровку смещения нуля и полной шкалы. Микроконтроллер оснащён 4 Кб встроенной оперативной памяти XRAM (точнее, 4352 байт) и аппаратным блоком DMA (ПДП), который способен записывать результаты, полученные АЦП, непосредственно в ОЗУ без участия процессора. Микроконтроллер C8051F067 может работать на частоте до 25 МГц и выполнять до 25 млн. операций в секунду (MIPS). Его цена составляет около \$10...12, что в три раза меньше цены ADS1210.

АППАРАТНЫЕ СРЕДСТВА

Автору уже приходилось работать с микроконтроллером C8051F067 при его сопряжении с компьютером по интерфейсу RS232 [3–5]. Схема сопряжения осталась без изменений; были добавлены микросхема ИОН (DA3), операционный усилитель (DA4) для формирования тестируемых напряжений, подаваемых на входы АЦП (AIN0, AIN1), и стабилизатор (DA2) для питания аналоговой части микроконтроллера (см. рис. 2).

Микроконтроллер может работать в двух режимах, определяемых установкой трёхконтактной переключки P4. При замыкании контактов 1–2 (положение, обозначенное RUN) микроконтроллер работает в штатном режиме и обменивается информацией с компьютером по интерфейсу RS232 с помощью преобразователя ADM231 (DD1). В этом случае выводом RST микроконтроллера управляет линия DTR компьютера, т.е. запуск микроконтроллера осуществляется по интерфейсу RS232.

При замыкании контактов 2–3 переключки P4 (положение, обозначенное PROG) микроконтроллер работает в режиме программирования и сопряжён с интерфейсом отладчика JTAG USB, который связан с компьютером по интерфейсу USB.

Три трёхконтактные переключки P1, P2 и P3 предназначены для выбора типа микроконтроллера: это либо C8051F067 (тогда должны быть замыкнуты контакты 2–3 всех переключек, – положение, обозначенное как C8051F067), либо C8051F330 (в этом случае замыкаются контакты 1–2 всех переключек – положение C8051F330). Поскольку микроконтроллер C8051F330 не имел отношения к теме исследования, он был исключён из схемы.

Операционный усилитель DA4, работающий в режиме повторителя напряжения, препятствует влиянию формирователей тестируемых напряжений (являющихся обычными потенциометрами R7 и R8) на опорное напряжение (сигнал Vr780), подаваемое на входы VREF0 и VREF1 микроконтроллера.

На вход ADC0 тестируемое напряжение (сигнал AIN0) может подаваться либо с потенциометра R7 (сигнал V_{внутр}), либо с внешнего разъёма (X5,

сигнал V_{внеш}), в зависимости от положения переключки P5. Если замкнуты контакты 1–2, то AIN0 = V_{внеш}, если контакты 3–2, то AIN0 = V_{внутр}. Стабилизатор DA1 предназначен для питания цифровой части микроконтроллера.

Для формирования точных интервалов времени измерения (Δt) в микроконтроллере используются два таймера/счётчика T0, T1 и Модуль0 Захвата/Сравнения (Capture/Compare Module 0) программируемого массива счётчиков (PCA0). Интервал времени Δt формируется следующим образом. На таймер/счётчик T0, работающий в режиме 16-разрядного таймера, подаётся системная тактовая частота (sysclk), равная частоте кварцевого резонатора 20 971 520 Гц. При поступлении 65 536 импульсов таймер T0 переполняется с частотой 20 971 520 Гц / 65 536 = 320 Гц. Эта частота подаётся на таймер PCA0, а PCA Module 0 работает в режиме вывода заданной частоты (Frequency Output Mode). Входная частота (320 Гц) делится на 32, поэтому частота сигнала, выводимого через CEX0, равна 10 Гц. Этот сигнал инвертируется DD2 (см. рис. 2) и подаётся на вход таймера/счётчика T1. Таким образом, интервал времени Δt формируется последовательно: sysclk(20 971 520 Гц) → T0(20 971 520 Гц / 65 536 = 320 Гц) → CEX0(320 Гц / (2 × 16) = 10 Гц) → инвертор DD2C (см. рис. 2) → T1. Читая содержимое таймера T1, можно сформировать интервал времени Δt в диапазоне от 0,1 с до 6553,6 с. Другими словами, если на T1 поступил один импульс, то прошло 0,1 с, два импульса – 0,2 с, пять импульсов – 0,5 с, и т.д. Этот интервал используется как время измерения АЦП.

Если кварцевый резонатор частотой 20 971 520 Гц найти не удастся, можно применить более распространённый резонатор на частоту 19 660 800 Гц. В этом случае с таймера T0 будет поступать частота 19 660 800 / 65 536 = 300 Гц, и для формирования частоты 10 Гц её следует поделить на 30.

Сигнал с выхода инвертора DD2C подаётся также на двухконтактный разъём X4 для вывода на осциллограф и/или частотомер, например. Питание +12 В и +5 В поступает на плату через трёхконтактный разъём X3. Для индикации включенного состояния платы используется светодиод LD1.

* Автор не упоминает о монотонности характеристики преобразования, которая недостижима в АЦП ПУ без поразрядной коррекции в процессе производства, а в одноразрядных ДС АЦП обеспечивается по умолчанию. – Прим. ред.

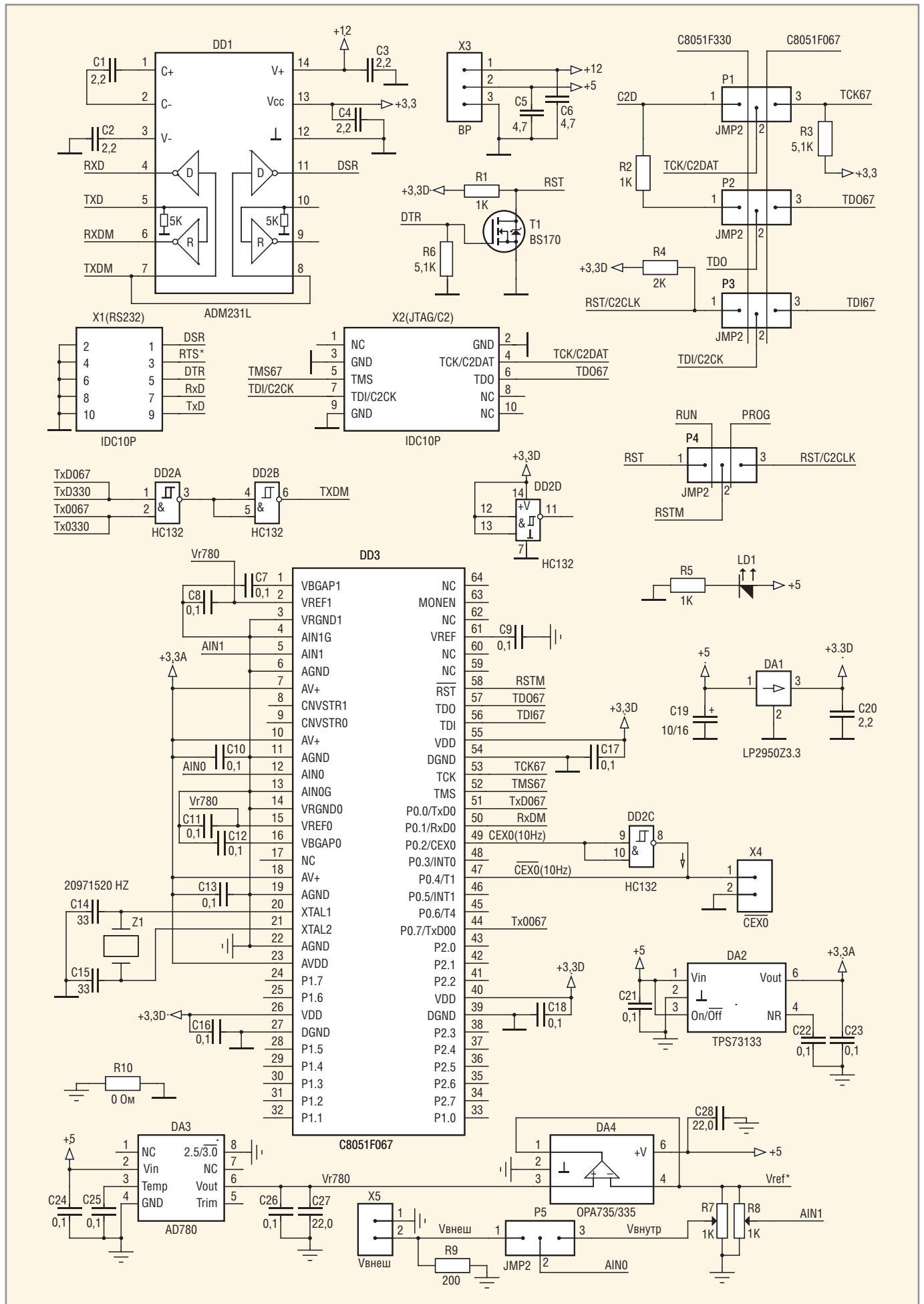


Рис. 2. Принципиальная схема тестирования АЦП микроконтроллера C8051F067

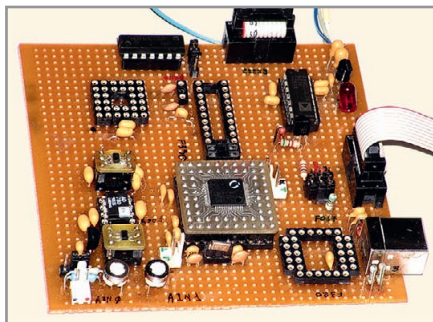


Рис. 3. Фотография макетной платы устройства для тестирования

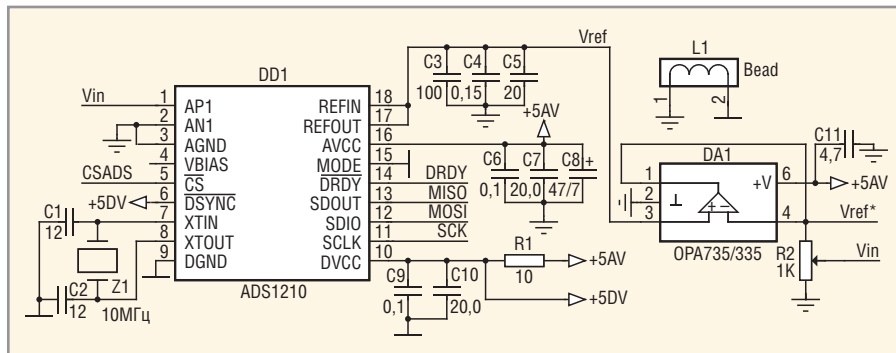


Рис. 4. Схема тестирования АЦП ADS1210

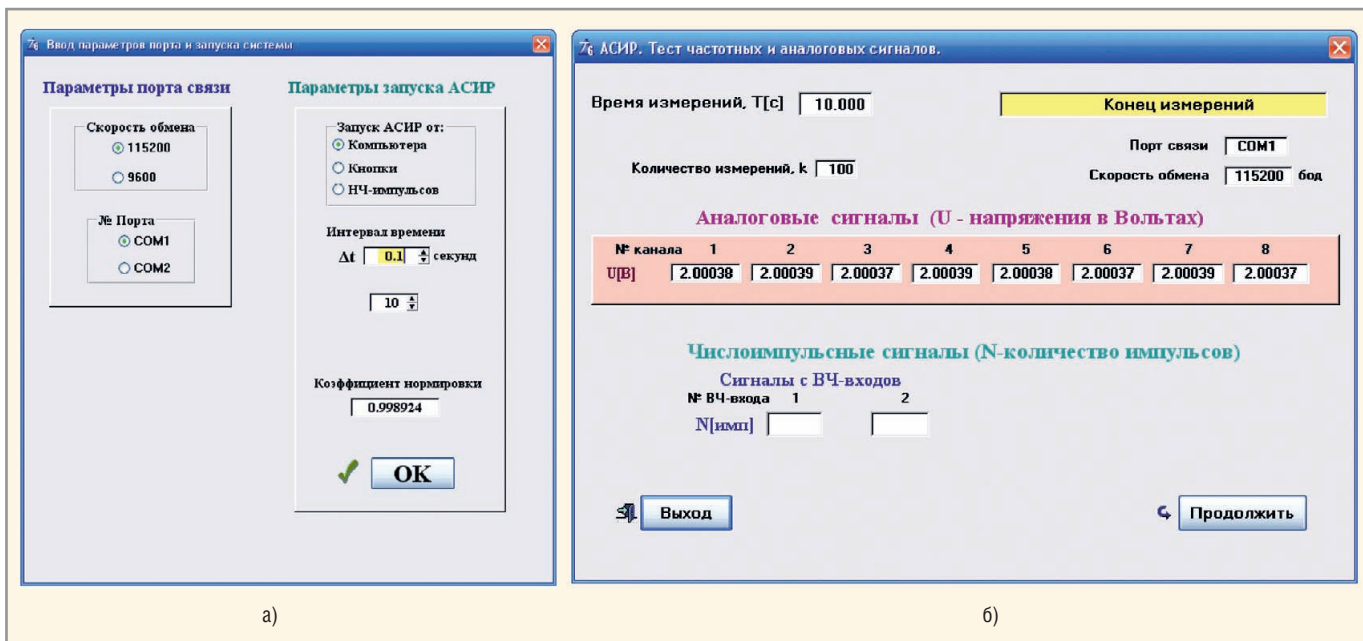


Рис. 5. Результаты работы АЦП ADS1210 (с внутренним ИОН)

а – выбор Δt , б – пример снимка экрана при $\Delta t = 0,1$ с

По мнению автора, схема достаточно проста и понятна в работе. Всё устройство собрано на макетной плате (см. рис. 3). Микроконтроллер распаян на плате-переходнике TQFP64-PGA64 и вставлен в панельку PGA64, распаянную на макетной плате.

Для сравнения результатов тестирования АЦП C8051F067 с результатами, полученными с помощью АЦП ADS1210, последний был включен по той же схеме аналоговой части (см. рис. 4). Это фрагмент схемы устройства сопряжения с объектом (УСО), использующегося в составе измерительно-вычислительного комплекса, предназначенного для работы на установках поверки газовых счётчиков [6]. Вместо коммутатора каналов, на макетной плате был установлен операционный усилитель (DA1) и обычный потенциометр (R2), с помощью которого можно было регулировать входное напряжение АЦП (сигнал V_{in}) в диапазоне 0...2,5 В. В качестве источника опорного напряжения был использо-

ван встроенный ИОН ADS1210 (сигнал V_{ref}). С АЦП сопрягался микроконтроллер P89LPC982. Компьютерная программа тестирования УСО была написана на языке Клариион для Windows (Clarion V.6.0) [7]. Тексты программ для компьютера и микроконтроллера можно найти в Приложении к статье на интернет-странице журнала (www.soel.ru).

РЕЗУЛЬТАТЫ

Автор выполнил большое число экспериментов по тестированию АЦП микроконтроллера C8051F067, однако наиболее значимые результаты описаны ниже. Для сравнения приведены ре-

зультаты тестирования АЦП ADS1210 (см. рис. 5 и таблицу 1), включенного по схеме рис. 4 (встроенный ИОН), затем результаты тестирования АЦП микроконтроллера C8051F067, включенного по схеме рис. 2, как с внешним ИОН AD780 (рисунки 6–9, таблицы 2 и 3), так и с внутренним ИОН (см. таблицу 4). Чтобы использовать встроенный ИОН микроконтроллера C8051, были сделаны следующие изменения:

- в схеме рис. 2 ИОН AD780 (DA3) был извлечён из панельки, а выход VREF встроенного ИОН (вывод 61 DD1) был соединён со входом VREF1 (вывод 2 DD1). Таким образом, на вход операционного усили-

Таблица 1. Выходные напряжения АЦП ADS1210, В, при различных Δt

$\Delta t, c$	№ канала							
	1	2	3	4	5	6	7	8
0,1	2,00038	2,00039	2,00037	2,00039	2,00038	2,00037	2,00039	2,00037
0,2	2,00037	2,00038	2,00037	2,00037	2,00038	2,00036	2,00038	2,00038
0,5	2,00038	2,00038	2,00037	2,00038	2,00038	2,00038	2,00038	2,00038
1,0	2,00038	2,00038	2,00038	2,00038	2,00038	2,00038	2,00038	2,00038

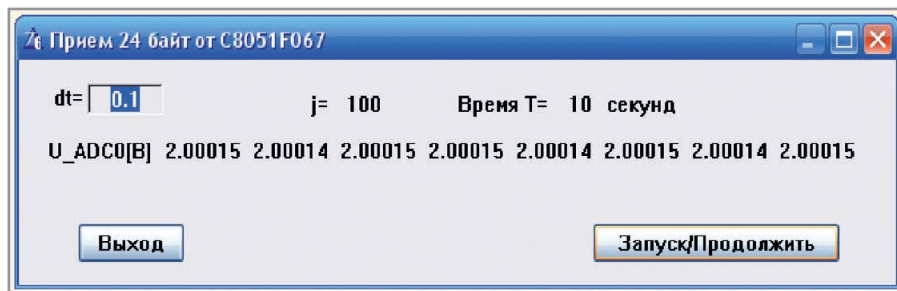


Рис. 6. Результаты работы программы In8U.clw по тестированию одного АЦП ADC0 C8051F067 (ИОН – AD780)

Снимок экрана при $\Delta t = 0,1$ с

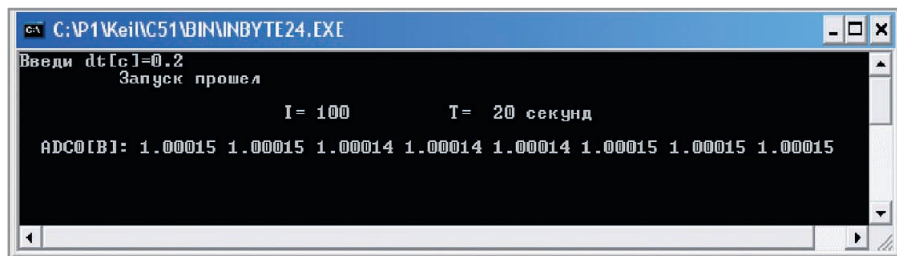


Рис. 7. Результаты работы программы INBYTE24.BAS по тестированию одного АЦП ADC0 C8051F067

$\Delta t = 0,2$ с, ИОН – AD780

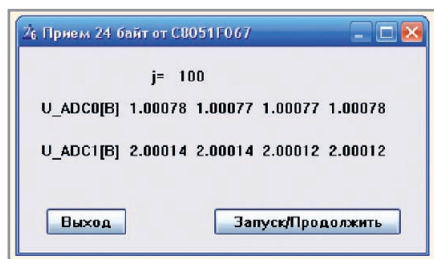


Рис. 8. Результаты работы программы In4x2U.clw по тестированию двух АЦП ADC0 и ADC1 C8051F067

$\Delta t = 0,2$ с, ИОН – AD780

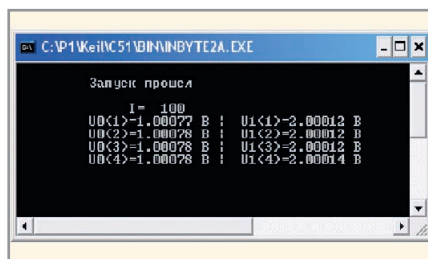


Рис. 9. Результаты работы программы INBYTE2A.BAS по тестированию двух АЦП ADC0 и ADC1 C8051F067

$\Delta t = 0,2$ с, ИОН – AD780

теля (вывод 3 DA2) было подано напряжение внутреннего ИОН микроконтроллера;

- в программе для микроконтроллера F067_ADC_DMA0.c при инициа-

лизации ADC0 значение регистра REF0CN было изменено со значения 0x02 на 0x03: REF0CN=0x03, что соответствует применению внутреннего ИОН;

Таблица 2. Выходные напряжения, В, при тестировании программой In8U.clw одного АЦП ADC0 C8051F067 (ИОН типа AD780) при различных Δt

$\Delta t, c$	№ канала							
	1	2	3	4	5	6	7	8
0,1	2,00015	2,00014	2,00015	2,00015	2,00014	2,00015	2,00014	2,00015
0,2	2,00014	2,00015	2,00015	2,00015	2,00015	2,00015	2,00015	2,00014
0,5	2,00015	2,00015	2,00015	2,00015	2,00015	2,00015	2,00015	2,00014
1,0	2,00015	2,00015	2,00015	2,00015	2,00015	2,00015	2,00015	2,00015

Таблица 3. Выходные напряжения, В, при тестировании программой In8U.clw одного АЦП ADC0 C8051F067 (встроенный ИОН) при различных Δt

$\Delta t, c$	№ канала							
	1	2	3	4	5	6	7	8
0,1	2,00055	2,00056	2,00055	2,00056	2,00055	2,00055	2,00056	2,00055
0,2	2,00055	2,00056	2,00056	2,00056	2,00054	2,00054	2,00054	2,00054
0,5	2,00056	2,00055	2,00054	2,00054	2,00055	2,00055	2,00054	2,00054
1,0	2,00057	2,00055	2,00057	2,00055	2,00056	2,00055	2,00057	2,00055

- в программе для компьютера In8U.clw при расчёте напряжений изменился множитель с 3,0 на 2,5, т.е. $U[i] = 2,5 \cdot U0[i] / 524288$, поскольку напряжение внутреннего ИОН C8051F067 составляет 2,5 В.

Как ADS1210, так и один преобразователь ADC0 микроконтроллера C8051F067 тестировались при четырёх различных интервалах времени измерений (Δt), равных 0,1, 0,2, 0,5 и 1,0 с. Оба АЦП (ADC0 и ADC1) микроконтроллера C8051F067 тестировались при $\Delta t = 0,2$ с.

Необходимо отметить, что приведённые выше результаты (см. рисунки 6–9, таблицы 2 и 3) были получены при аппаратном способе расчёта времени – с помощью таймера/счётчика T1. В таблице 4 приведены показания АЦП при программном способе расчёта времени. Видно, что разброс показаний значительно меньше, несмотря на то что в качестве опорного напряжения использовался внутренний ИОН микроконтроллера C8051F067.

Приведённые в таблицах 1–4 результаты показали, что:

- при использовании внешнего ИОН AD780 для микроконтроллера C8051F067 разброс показаний его АЦП при $\Delta t = 0,1$ с составляет одну единицу пятого знака после запятой (см. рис. 6), в то время как разброс показаний АЦП ADS1210 – две единицы пятого знака после запятой (см. рис. 5б). При $\Delta t = 1,0$ с разброс показаний как для АЦП ADS1210 (последняя строка таблицы 1), так и для АЦП ADC0 микроконтроллера C8051F067 (последняя строка таблицы 2) в пятом знаке после запятой отсутствует;
- при использовании встроенного ИОН и аппаратном способе расчёта интервала времени Δt разброс показаний АЦП ADC0 микроконтроллера C8051F067 составляет не более трёх единиц пятого знака после запятой (см. таблицу 3) и почти не зависит от Δt . Это означает, что встроенный ИОН микроконтроллера имеет значительно худшие параметры, чем встроенный ИОН АЦП ADS1210;
- программный способ расчёта времени и Δt приводит к более стабильным показаниям АЦП, несмотря на то что используется встроенный ИОН микроконтроллера.

Необходимо отметить, что каждое значение преобразования АЦП микроконтроллера C8051F067, например, при $\Delta t = 1,0$ с, было получено как результат

усреднения 16 384 однократных 16-разрядных отсчётов, что, возможно, и обеспечило такие хорошие результаты.

Учитывая, что диапазон измерений напряжений АЦП ADS1210 составляет 0...5 В, т.е. несколько шире диапазона измерений напряжений АЦП микроконтроллера С8051F067, который составляет 0...3 В при использовании внешнего ИОН AD780, можно сделать вывод, что заменить АЦП ADS1210 на АЦП микроконтроллера С8051F067 вполне возможно. По стоимости такая система будет в 3–4 раза дешевле, если учесть необходимость в дополнительном микроконтроллере для обслуживания ADS1210.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Метод передискретизации и усреднения результатов измерений, применённый к 16-разрядному АЦП ПУ, повышает его разрешающую способность на несколько бит, что позволяет ему конкурировать с 24-разрядным ДС АЦП.

Если АЦП встроен в микроконтроллер, то он имеет дополнительные преимущества перед АЦП в виде отдельной ИС, поскольку отпадает необходимость в аппаратных и программных средствах сопряжения ИС АЦП с микроконтроллером, не требуется дополнительный микроконтроллер и упрощается конструкция всего устройства.

Не следует забывать и о двух преимуществах АЦП ПУ в микроконтроллере перед отдельным ДС АЦП. Во-первых, при наличии аналогового коммутатора, установленного на входе АЦП, в ДС

Таблица 4. Выходные напряжения, В, при тестировании программой In8U.clw одного АЦП ADC0 С8051F067 при различных Δt (встроенный ИОН); Δt определяется по прерыванию в режиме PCA0-программного таймера

$\Delta t, c$	№ канала							
	1	2	3	4	5	6	7	8
0,1	2,00032	2,00033	2,00032	2,00032	2,00032	2,00033	2,00032	2,00032
0,2	2,00032	2,00032	2,00032	2,00033	2,00032	2,00032	2,00032	2,00032
0,5	2,00032	2,00032	2,00032	2,00032	2,00032	2,00032	2,00032	2,00032
1,0	2,00032	2,00032	2,00032	2,00032	2,00032	2,00032	2,00032	2,00032

АЦП необходимо сделать не менее 3–4 холостых преобразований до полной установки цифрового НЧ-фильтра для гарантированной точности его работы, а в АЦП ПУ, благодаря его скорости, в этом нет необходимости. Во-вторых, в ДС АЦП постоянно изменяются смещение нуля и коэффициент усиления встроенного операционного усилителя, что вынуждает производить калибровку смещения нуля и полной шкалы на регулярной основе. В АЦП ПУ такой операционный усилитель не предусмотрен, поэтому калибровка смещения нуля и полной шкалы производится только один раз и может быть вынесена в программу на компьютере.

Неудобством использования микроконтроллера С8051F067, по мнению автора, является его корпус TQFP64 с шагом выводов 0,5 мм, что затрудняет разводку и изготовление платы и распайку корпуса. Однако если использовать методы изготовления печатных плат, описанные в [8, 9], то такую плату (например, плату-переходник TQFP64–PGA64) можно изготовить даже в домашних условиях.

ЛИТЕРАТУРА

1. www.ti.com.
2. www.silabs.com.
3. Кузьминов А. Современные аппаратные средства связи микроконтроллера с компьютером по интерфейсу RS232. Компоненты и технологии. 2006. № 3–5.
4. Кузьминов А. Современные программные средства связи микроконтроллера с компьютером по интерфейсу RS232. Компоненты и технологии. 2006. № 6–11.
5. Кузьминов А.Ю. Интерфейс RS232: Связь между компьютером и микроконтроллером. От DOS к Windows 98/XP. ДМК-пресс, 2006.
6. www.microcompsys.narod.ru.
7. Баррингтон Б.Б. Как создавался Кларифон. Мир ПК. 1993. № 2.
8. Кузьминов А. Изготовление устройств на печатных платах с высоким разрешением в домашних условиях. Технологии в электронной промышленности. 2010. № 8; 2011. № 1, 2.
9. Кузьминов А. Метод фоторепродуцирования для изготовления фотошаблона печатных плат в домашних условиях. Технологии в электронной промышленности. 2010. № 5–7.



Реклама

ЭК ЗИП

**Огромный ассортимент
Всегда в наличии на складе**

www.zip-2002.ru

USB для начинающих

Печатается с разрешения журнала Chip News Украина (<http://www.chipnews.com.ua>)

Евгений Рахно (Киев)

Если задать разработчику вопрос: «Используете ли вы в своих проектах USB?», он, скорее всего, ответит: «Да». Но если попросить его уточнить, что и как он использует, то наверняка получите ответ: «Я использую специализированную микросхему». В этой статье мы рассмотрим два подхода к реализации USB – специализированную микросхему-преобразователь USB – USART MCP2200 и микроконтроллеры с USB на борту.

С точки зрения взаимодействия с компьютером, существуют два типа устройств: «стандартные» устройства, требующие подключения лишь для конфигурации и/или обмена данными, но большинство времени проводящие вдали от компьютера, и устройства, полностью зависящие от компьютера (специализированные клавиатуры, манипуляторы, устройства ввода-вывода данных и т.п.).

Для первого типа, особенно если это существующее серийное изделие, наиболее приемлемым вариантом является использование специализированной микросхемы MCP2200.

Несомненным плюсом данного способа является простота использования – достаточно подключить USB с одной стороны, а микроконтроллер – с другой, и MCP2200 сможет передавать данные, принятые по USART от микроконтроллера в виртуальный COM-порт, появившийся в компьютере. Вам понадобится лишь модернизация печатной платы и небольшая корректировка кода программы.

Основные параметры и характеристики MCP2200:

- интерфейс USB 2.0;
- поддержка Full Speed USB 2.0 (12 Мбит/с);
- буфер приёма и передачи 128 байт;
- полностью конфигурируемые значения VID и PID строковых дескрипторов;
- возможность питания от USB-интерфейса;
- Class 02h – CDC;
- Class 03h – HID;
- интерфейс UART;
- аппаратный контроль потока;
- возможность динамической смены скорости обмена;
- восемь линий ввода/вывода общего назначения;

- 256 байт EEPROM;
- выходы для подключения светодиодов статуса (RX/TX);
- рабочее напряжение 3,0...5,5 В;
- ESD-защита более 4 кВ;
- используются стандартные драйверы виртуального COM-порта;
- корпус – 20-выводный QFN, SOIC, SSOP.

Альтернативой специализированным USB-USART-преобразователям могут служить микроконтроллеры с модулем USB на борту. Такой подход требует больших временных затрат, но это сполна компенсируется гибкостью конечного продукта.

«Для чего это нужно, – спросите вы, – ведь есть специализированная микросхема?»

Во-первых, специализированная микросхема стоит денег.

Во-вторых, наличие специализированной микросхемы не отменяет использования микроконтроллера, а микроконтроллер тоже стоит денег.

В-третьих, хороший инженер старается не просто решить задачу, а решить её красиво. Например, настоящий инженер никогда не будет «городить огород» из АЦП, источника опорного напряжения, микроконтроллера с поддержкой USART и специализированной микросхемы USART-USB, если измеряемое напряжение можно подать на ножку микроконтроллера, произвести измерение встроенным модулем АЦП и, используя опять-таки встроенный модуль USB, передать данные в компьютер. Одна микросхема вместо четырёх!

Красиво?

При этом необходимо учесть, что на сегодняшний день компания Microchip серийно выпускает микроконтроллер PIC18F14K50, цена которого сопоста-

вила с ценой специализированной микросхемы, а возможности ограничены лишь вашими знаниями языков программирования. Ниже приведены краткие характеристики данного микроконтроллера:

- MIPS – 12;
- память программ (Flash) – 16 Кб;
- ОЗУ – 768 кБ;
- EEPROM – 256 Кб
- A/E/USART – 1, MSSP (SPI/I²C) – 1;
- ECCP – 1;
- таймеры – 1 × 8, 3 × 16;
- АЦП – 9 каналов, 10 бит;
- два компаратора;
- Cap Touch – 9 каналов;
- корпус SOIC 20.

Что же останавливает разработчиков, не позволяя им использовать микроконтроллеры с аппаратной поддержкой USB? С нашей точки зрения, основным сдерживающим фактором является высокий уровень «абстракции» данного протокола.

Например, если вы решили освоить SPI или I²C, то вам необходимо будет прочесть 5 – 10 страниц документации, а затем спаять схему и запрограммировать микроконтроллер. Не получилось с первого раза – получится со второго, не получилось со второго – получится с третьего. Не получилось и с третьего? Тогда на помощь придёт любой осциллограф. И это максимальный набор необходимого оборудования! Минимальный же – это либо просто паяльник, либо паяльник и недорогой логический анализатор (к примеру, PICkit Serial Analyzer).

Если же вы приступаете к изучению USB, то на вас сразу же сваливается целая гора документации – документация на микроконтроллер, документация на встроенный USB-модуль, спецификация USB, спецификации CDC, HID, MSD и т.д., и т.п.

А проверить как? Осциллограф тут не особо-то и поможет – даже если удастся захватить несколько кадров, то проверить «что, где и как» без понимания всей механики работы USB не получится. А откуда такое понимание у новичка? Вот и возникает желание взять USB-to-COM-преобразователь и не мучить себя.

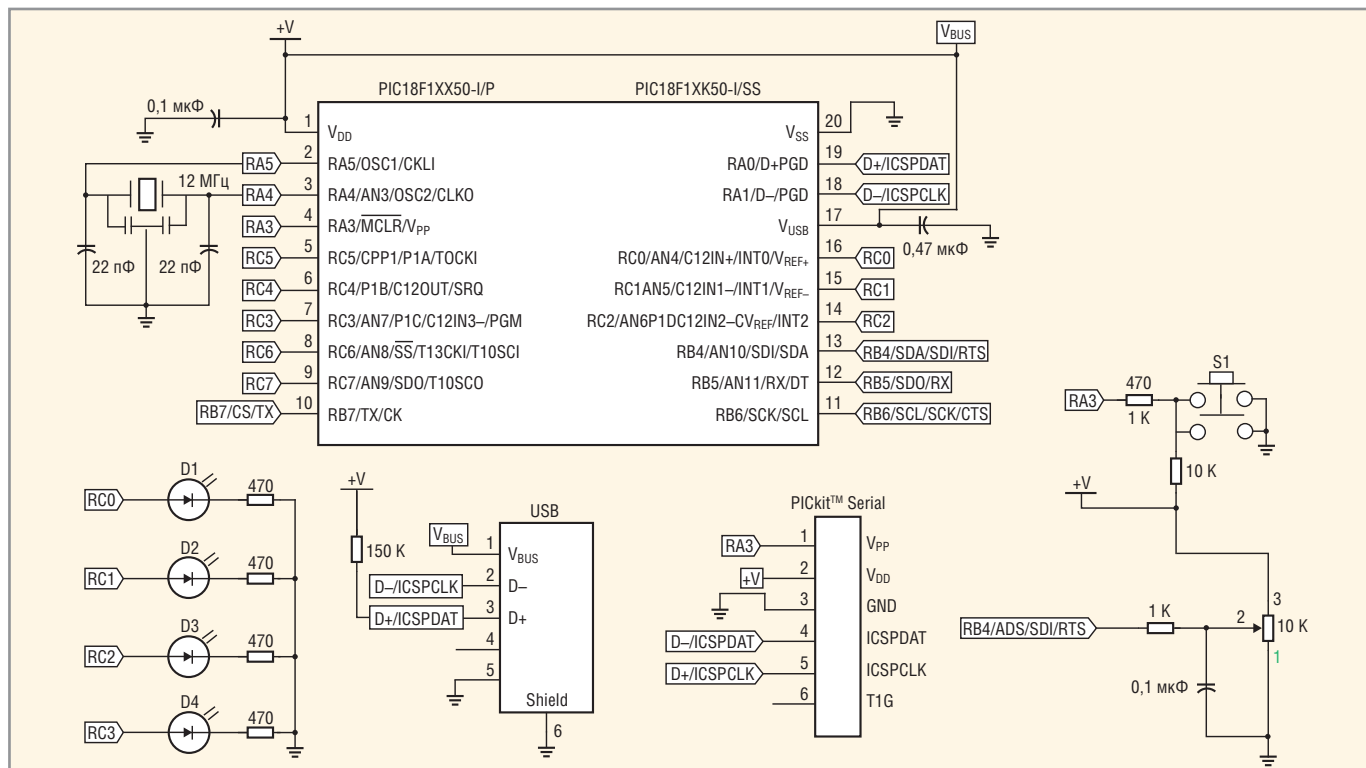


Рис. 1. Схема подключения микроконтроллера PIC18F14K50

Что мы советуем людям, попавшим в подобную ситуацию?

Первое – всегда надо помнить, что компания Microchip не только выпускает продукт, но и обеспечивает полную техническую поддержку.

Второе – USB, действительно, довольно «абстрактный» протокол, но со

стороны компьютера всё довольно-таки чётко стандартизировано: написаны драйверы для большинства классов USB-устройств и вероятность того, что

состоит в том, что всё довольно-таки чётко стандартизировано: написаны драйверы для большинства классов USB-устройств и вероятность того, что

Отличная замена жесткому диску

Твердотельные накопители для баз данных

- * большой рабочий ресурс
- * высокая производительность
- * экономичность
- * MLC-технология с архитектурой L2
- * поддержка SMART

ОФИЦИАЛЬНЫЙ ДИСТРИБЬЮТОР ПРОДУКЦИИ INNO DISK

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

Реклама © СТА-ПРЕСС

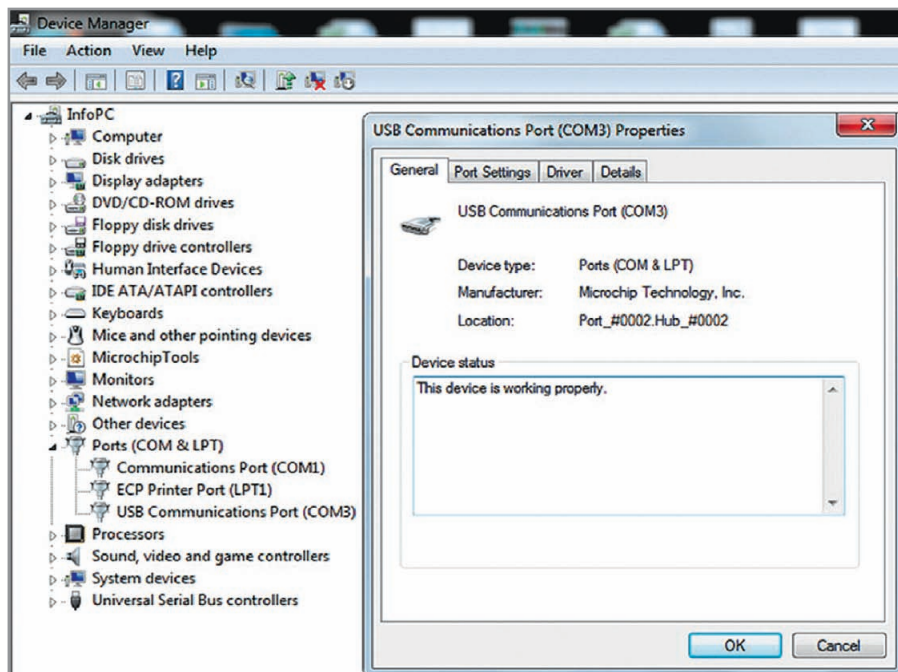


Рис. 2. Отображение виртуального COM-порта во вкладке «Устройства»

вам придётся писать какой-либо драйвер самостоятельно, равна нулю (более того – драйверы для такого класса, как HID (Human Interface Devices – мыши, клавиатуры, джойстики, считыватели штрих-кодов), входят в Windows и не требуют установки, что гарантирует работоспособность вашего устройства на любом из компьютеров с данной операционной системой).

Третье, вы не первый – всегда найдутся люди, прошедшие этот путь до вас. Форумы по электронике для того и созданы, чтобы сообща бороться с проблемами, если они возникают.

С чего начать?

Начать предлагаем с поднятия самооценки, а ничто так не поднимает самооценку (ну и настроение), как работающий проект у вас на столе! Поэтому:

- перейдите по ссылке www.microchip.com/usb;
- прочтите краткое введение в USB;
- вкратце ознакомьтесь с FAQ;
- перейдите по ссылке *USB Software & Tools*, затем выберите *MCHPFSUSB Framework* → *Microchip Application Libraries Download Page*;
- скачайте Microchip Application Libraries и Microchip Application Libraries Help Files;

- установите библиотеку на свой компьютер.

Для начала работы с USB мы рекомендуем приобрести либо изготовить самостоятельно демо-плату на основе PIC18F14K50 (рис. 1).

Начать, пожалуй, можно с самого простого – эмуляции COM-порта: C:\Microchip Solutions\USB\Device – CDC – Serial Emulator → USB Device – CDC – Serial Emulator – C18 – Low Pin Count USB Development Kit. После ознакомления с документацией необходимо произвести компиляцию и программирование микроконтроллера.

При подключении микроконтроллера к компьютеру будет найдено новое устройство и Windows попросит вас установить драйверы. Лучше не полагаться на Windows и установить драйверы самостоятельно – C:\Microchip Solutions\USB\Device – CDC – Serial Emulator\inf. После завершения установки драйверов появится дополнительный COM-порт (рис. 2).

На этом ваши проблемы с USB заканчиваются. Так как исходники полностью открыты, вы можете попрактиковаться в программировании, например, добавить в код программы фрагмент, передающий в компьютер

показания АЦП (необходимо использовать функции mUSBUSARTIsTxTrfReady и mUSBUSARTTxRam).

Теперь создадим более интересное устройство – HID. Для этого нам понадобится демо-плата с микроконтроллером PIC18F14K50 (рис. 1).

Компания Microchip приготовила для вас три заготовки: джойстик, клавиатуру и мышку. Советуем начать с клавиатуры: C:\Microchip Solutions\USB\Device – HID – Keyboard → USB Device – HID – Keyboard – C18 – Low Pin Count USB Development Kit.

После компиляции проекта можно увидеть, что остались свободными 60% памяти программ и 60% памяти ОЗУ – этого более чем достаточно для написания вполне увесистого приложения обработки клавиатуры.

Далее стандартно – запрограммировали микроконтроллер, подключили его к USB и наблюдаем результат.

На этот раз всё пройдет без проблем, так как драйвер HID клавиатуры уже установлен на ваш компьютер. Так как исходники открыты, вы без труда модернизируете данный проект под свои нужды.

Как же компьютер узнает, какое именно устройство подключилось к USB? За это отвечает специальное «описание», передаваемое устройством, которое называется «дескриптором». От того, какие именно поля вы в него включите, будет зависеть то, как компьютер будет интерпретировать данные, получаемые от вашего устройства. Написать дескриптор можно и самостоятельно, но проще воспользоваться программой HID Descriptor Tool, которую можно скачать с сайта www.usb.org. С помощью этой программы можно не только создать дескриптор с нуля, но и воспользоваться готовыми дескрипторами, входящими в комплект, модифицировав их под свои требования.

Надеемся, что после прочтения данной статьи у вас появится не только демо-плата с микроконтроллером PIC18F14K50, но и уверенность в том, что USB – это не так страшно, как казалось ранее.

В заключение отметим, что микроконтроллер PIC18F14K50 был выбран нами исключительно из тех соображений, что на сегодняшний день он является самым миниатюрным микроконтроллером со встроенным USB-модулем. Выбрать контроллер, соответствующий вашим запросам, поможет таблица.

Корпуса USB микроконтроллеров

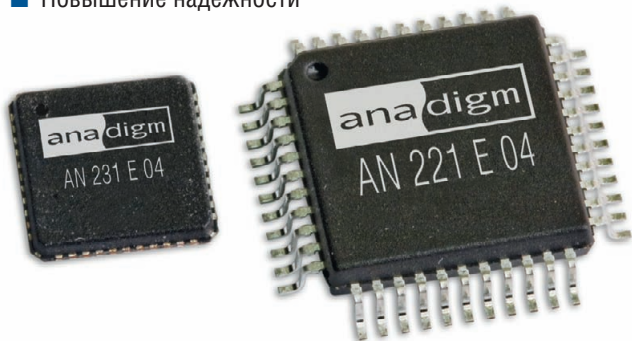
Корпус	Микроконтроллер
SOIC20	PIC18F14K50
DIP28; SOIC28	PIC18F2455; PIC18F2550; PIC18F27J53
DIP40; TQFP44	PIC18F4550; PIC18F4553; PIC18F46J50
TQFP64; TQFP80; TQFP100	PIC24FJ64GB106; PIC24FJ128GB106; PIC32MX440F128H; PIC32MX440F512H; PIC32MX695F512L; PIC32MX795F512L



ПРОГРАММИРУЕМЫЕ АНАЛОГОВЫЕ ИНТЕГРАЛЬНЫЕ СХЕМЫ: ВСЬ СПЕКТР АНАЛОГОВОЙ ЭЛЕКТРОНИКИ НА ОДНОМ КРИСТАЛЛЕ!

ОСНОВНЫЕ ДОСТОИНСТВА FPAА

- Статическая и динамическая конфигурация структуры
- Однокристалльные системы аналоговой обработки
- Программное изменение характеристик системы
- Автоматически перестраиваемые и адаптируемые схемы
- Упрощение настройки и регулировки
- Увеличение жизненного цикла изделия
- Снижение стоимости
- Повышение надёжности



Микросхемы FPAА Anadigm

Отладочный комплект AN231K04-DVLP3

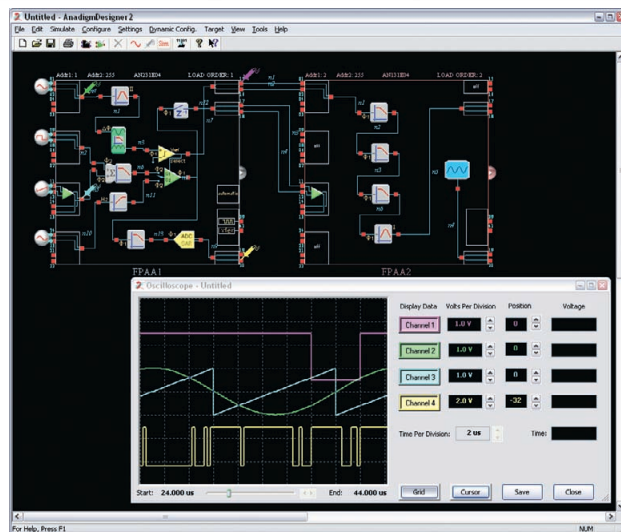
- Отладочная плата AN231K04, кабель RS-232, САПР Anadigm Designer®2
- Открытая лицензия, техническая документация, руководство пользователя на русском языке
- Техническая поддержка и консультации

САПР Anadigm Designer®2

- Простой и интуитивно понятный интерфейс
- Четырёхканальный виртуальный осциллограф
- Автоматическое формирование С-кода для управления с микропроцессора или микроконтроллера
- Автоматическое формирование конфигурационных данных

На одном кристалле FPAА содержатся

- Дифференциальные компараторы
- Операционные и инструментальные усилители
- Инструментальные усилители
- Фильтры
- Источники образцового напряжения
- Усилители-ограничители
- Мультиплексор
- Выпрямители с ФНЧ
- Генераторы синусоидального сигнала
- Генераторы периодических сигналов специальной формы
- АЦП последовательного приближения
- Программируемые усилители



Зарядное устройство для суперконденсаторов в системе резервного питания

Публикуется с разрешения Linear Technology (www.linear.com)

Джордж Барбехенн (США)

Суперконденсаторы, которыми называют конденсаторы с ёмкостью до 100 Ф, становятся альтернативой аккумуляторам в приложениях, где высокая кратковременная мощность важнее общего запаса энергии. Суперконденсаторы имеют много преимуществ перед аккумуляторами. Такими преимуществами являются низкое эквивалентное последовательное сопротивление (ESR) и высокая долговечность при многократных циклах заряда/разряда.

В случае использования суперконденсаторов в качестве накопителей энергии желательно применение специализированных микросхем. Современные суперконденсаторы имеют ёмкость до 100 Ф, но их рабочее напряжение не превышает 2,7 В. Поскольку большинство систем требуют более

высокого напряжения питания, многие суперконденсаторы поставляются как пара соединённых в батарею элементов в едином корпусе с дополнительным выводом из общей точки. Микросхема LTC4425 предназначена для заряда двух соединённых в батарею суперконденсаторов.

АРХИТЕКТУРА LTC4425

Микросхема LTC4425 имеет два режима работы: нормальный и LDO.

НОРМАЛЬНЫЙ РЕЖИМ

В нормальном режиме LTC4425 представляет собой идеальный диод с ограничением по току и функциями, необходимыми для обслуживания суперконденсатора (рис. 1). Функция идеального диода обеспечивается контроллером идеального диода и транзисторами MPSNS и MPSW. Транзистор MPSW открывается, когда V_{out} меньше V_{in} более чем на 15 мВ.

Часть (1/1000) тока через вывод V_{out} проходит через резистор R_{prog} , присоединённый к выводу PROG, и полу-

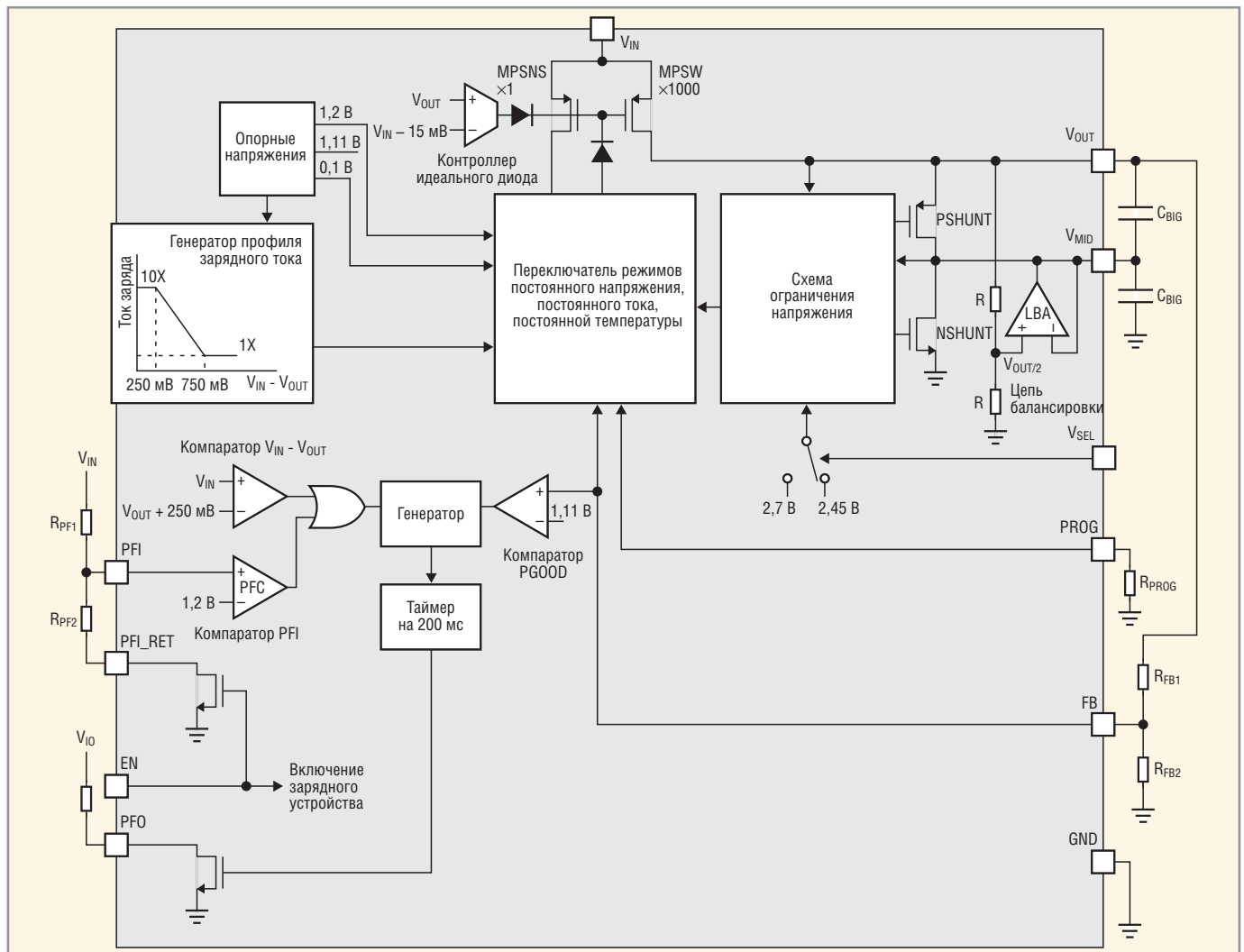


Рис. 1. Структурная схема LTC4425

ченное напряжение сравнивается с опорным. Как только напряжение на выводе PROG сравнивается с опорным, ток через вывод Vout ограничивается.

В нормальном режиме функция стабилизации управляется не выходным напряжением, а разностным напряжением $V_{in} - V_{out}$ (см. рис. 2). Нормальный режим включается присоединением вывода FB к Vin. В нормальном режиме, пока $V_{in} - V_{out} > 0,75$ В, зарядный ток составляет 1/10 установленного значения. В диапазоне $0,25$ В $< V_{in} - V_{out} < 0,75$ В ток заряда линейно возрастает и достигает запрограммированного значения при $V_{in} - V_{out} = 0,25$ В. При $0,15$ В $< V_{in} - V_{out} < 0,25$ В ток через Vout составляет $1000/R_{prog}$, но не может превышать 2 А. Транзистор MPSW имеет сопротивление $R_{ds(on)}$ примерно 50 мОм, поэтому когда $V_{in} - V_{out}$ достаточно мало, оно может ограничивать ток. Когда $V_{in} - V_{out} < 15$ мВ, идеальный диод выключается, и выходной ток V_{out} определяется лишь током утечки.

РЕЖИМ LDO

В режиме LDO функция стабилизации управляется не разностным напряжением $V_{in} - V_{out}$, а обратной

связью от выходного напряжения. Режим LDO включается подсоединением делителя выходного напряжения к выводу FB. В этом режиме LTC4425 ведёт себя как стабилизатор напряжения с ограничением тока нагрузки и заряда суперконденсатора. Если напряжение на суперконденсаторе принимает желаемое значение, LTC4425 продолжает отдавать в нагрузку ток, не превышающий установленное значение.

Если необходимо зарядить суперконденсатор почти до напряжения V_{in} , то следует вывод FB соединить с общим проводом. В этом режиме петля обратной связи не работает, и выходное напряжение будет меньше входного или на 15 мВ, или на напряжение $I_{out}R_{ds(on)}$, смотря какое из них больше.

Микросхема LTC4425 ограничивает ток через вывод Vout. Этот ток обычно заряжает суперконденсатор, но может также питать нагрузку. В режиме LDO этот ток ограничивается двумя способами: с помощью вывода PROG и с помощью схемы теплового ограничения.

В режиме LDO опорное напряжение PROG составляет 1 В, а ток, протекающий через подключенный к этому выводу резистор, составляет 1/1000 от



Рис. 2. В нормальном режиме профиль тока заряда суперконденсатора предотвращает броски тока

выходного. Таким образом, максимальный выходной ток составляет $1000/R_{prog}$, но не может превышать 2 А.

Если заряжать суперконденсатор ёмкостью 100 Ф током 2 А, то скорость изменения напряжения на нём составит 20 мВ/с. В процессе заряда выделяется значительная тепловая мощность, которая составляет обычно несколько ватт. Если часть выходного тока LTC4425 уходит в нагрузку, то время за-

Широкополосные СВЧ

GaN HEMT транзисторы и микросхемы MMIC

Транзисторы и кристаллы на основе GaN

- Ширина затвора 0,4 мкм
- Рабочая частота до 6 ГГц
- Выходная мощность до 240 Вт

Новые кристаллы !

- Ширина затвора 0,25 мкм
- Рабочая частота до 18 ГГц !

Дополнительные продукты и услуги

- Отладочные платы
- Модули для САПР
- Контрактное производство

ОФИЦИАЛЬНЫЙ ДИСТРИБЬЮТОР КОМПАНИИ CREE (MICROWAVE) В РОССИИ

АКТИВНЫЙ КОМПОНЕНТ ВАШЕГО БИЗНЕСА

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

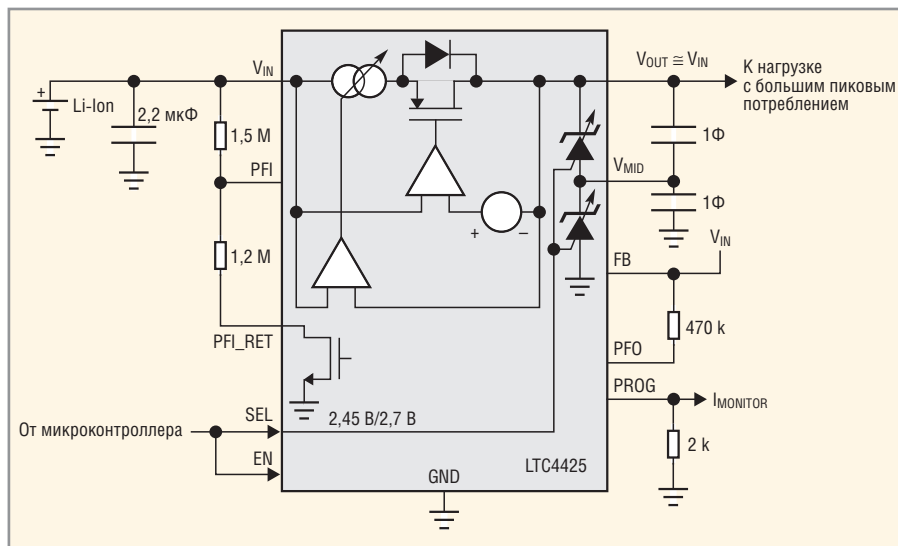


Рис. 3. Заряд двух последовательно соединённых суперконденсаторов от Li-ion-источника

ряда суперконденсатора увеличивается. Микросхема LTC4425 содержит цепь ограничения выходного тока, которая не позволяет кристаллу нагреться выше 105°C. Это линейная цепь, предназначенная для работы при нормальных условиях эксплуатации, а не цепь защиты, которая способна лишь предотвратить разрушение кристалла.

Особенности LTC4425

Ограничение напряжения

Напряжение ограничивается на каждом из последовательно соединённых суперконденсаторов и не может пре-

высить определённого значения. Это напряжение может составлять 2,45 или 2,7 В, оно выбирается с помощью вывода SEL.

Предположим, что входное напряжение 6 В и вывод FB заземлён. Микросхема LTC4425 работает в режиме LDO и пытается зарядить суперконденсаторы до входного напряжения. Защита по напряжению включится, как только напряжение на любом из суперконденсаторов достигнет номинального значения.

Для поддержания мощности рассеяния в допустимой области LTC4425 ав-

томатически снижает ток заряда до 1/10 от установленного значения, как только напряжение на любом из суперконденсаторов приближается к напряжению ограничения.

Компенсатор утечки

Микросхема LTC4425 определяет любой разбаланс напряжений на суперконденсаторах, сравнивая V_{mid} и V_{out} и меняет ток через вывод V_{mid} для его устранения.

Компенсатор утечки микросхемы LTC4425 предназначен в основном для устранения последствий собственной утечки суперконденсатора, поэтому максимальный ток компенсации составляет около 1 мА. Тем не менее, взаимодействие ограничителя напряжения и компенсатора утечки позволяет устранить даже большой разбаланс. Разбаланс во время зарядки может возникнуть из-за того, что ёмкости соединённых в батарею суперконденсаторов отличаются. При зарядке одинаковым током напряжение на конденсаторе с большей ёмкостью будет ниже, чем на конденсаторе с меньшей ёмкостью. Таким образом, напряжение на меньшем конденсаторе войдёт в ограничение до того, как больший конденсатор зарядится, что приводит к разбалансу батареи. Компенсатор разбаланса начнёт работать и со временем сбалансирует батарею.

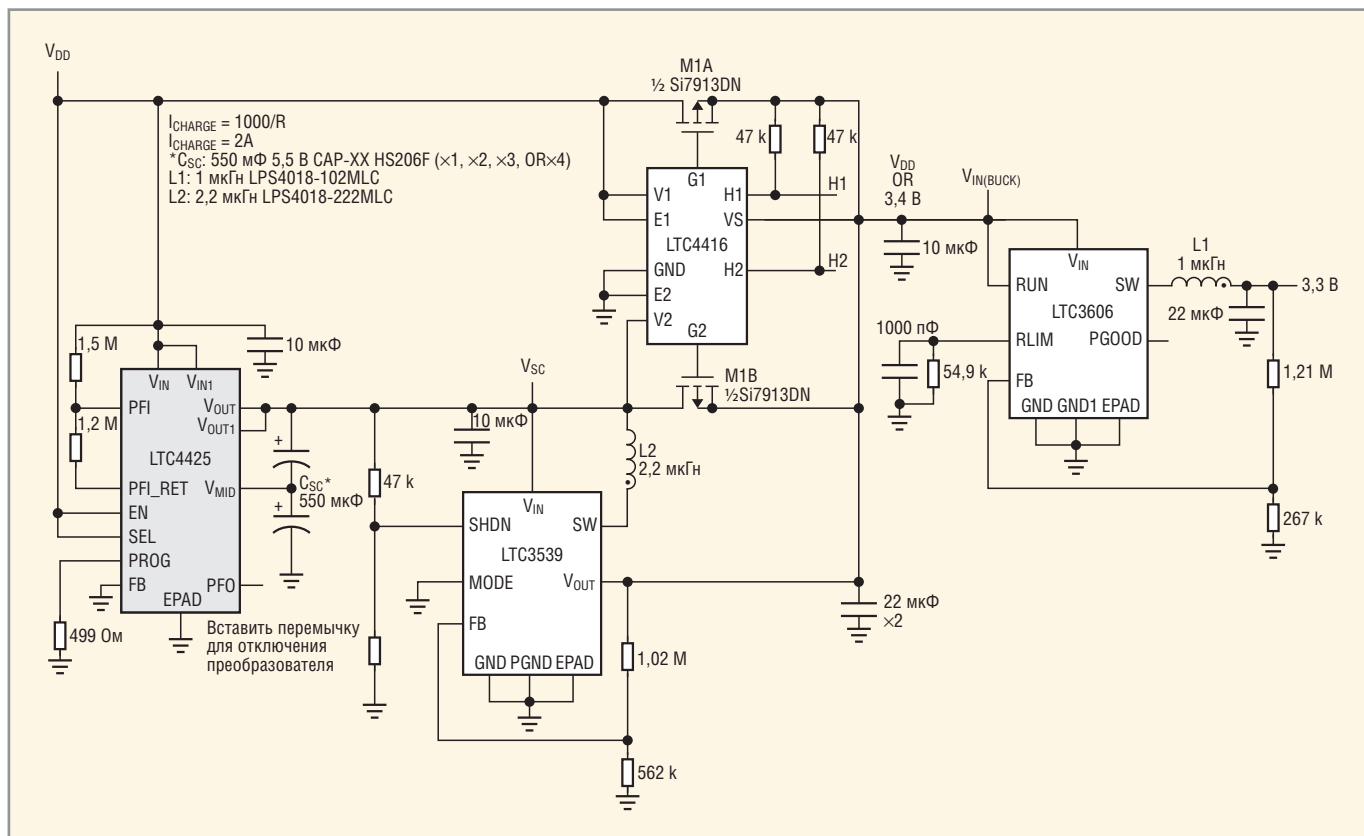
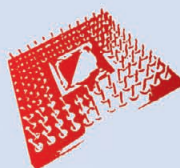


Рис. 4. Законченная система непрерывного питания на основе суперконденсаторов



Е•Х•Р•О ELECTRONICA



ВЕСНА В ЭЛЕКТРОНИКЕ!

ГЛАВНОЕ СОБЫТИЕ ЭЛЕКТРОННОЙ ОТРАСЛИ
В РОССИИ И ВОСТОЧНОЙ ЕВРОПЕ.
В 2012 ГОДУ НАМ ИСПОЛНЯЕТСЯ 15 ЛЕТ!

11-13 АПРЕЛЯ 2012. МОСКВА, КРОКУС ЭКСПО

15-Я МЕЖДУНАРОДНАЯ ВЫСТАВКА
ЭЛЕКТРОННЫХ КОМПОНЕНТОВ
И КОМПЛЕКТУЮЩИХ

Организаторы:     При содействии:   

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

www.expoelectronica.ru

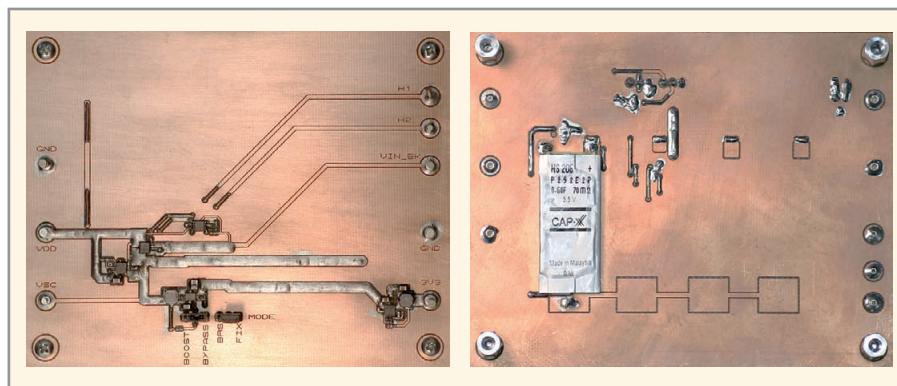


Рис. 5. Плата, использованная для проверки схемы с рис. 4

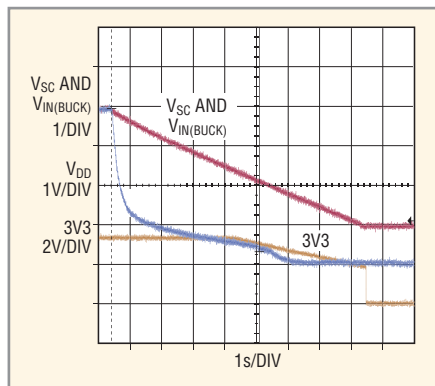


Рис. 6. Если Повышающий конвертер отключен, схема резервного питания может отдавать в нагрузку 0,67 Вт в течение 4,68 с

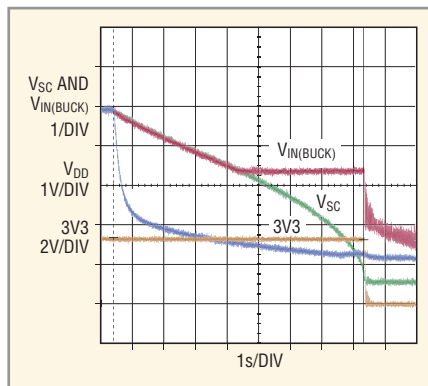


Рис. 7. С повышающим конвертером схема резервного питания может отдавать в нагрузку 0,67 Вт в течение 7,92 с

Вывод PFO

Микросхема LTC4425 контролирует напряжения V_{in} и V_{out} в зависимости от режима работы. Сигнал \overline{PFO} принимает состояние «лог. 0», если в нормальном режиме работы напряжение на выводе PFI ниже 1,2 В, или $V_{in} - V_{out} > 250$ мВ, или если в режиме LDO $V_{fb} < 1,11$ В. Таким образом, сигнал \overline{PFO} может использоваться для подключения нагрузки к суперконденсатору при снижении V_{in} (см. рис. 3)

Это особенно полезно, если ток нагрузки существенно выше максимально допустимого выходного тока LTC4425. Сигнал \overline{PFO} может использоваться для подключения нагрузки к суперконденсатору *только* при пропадании V_{in} .

Сигнал \overline{PFO} индицирует как пропадание входного напряжения, так и низкое напряжение на выводе FB. В режиме LDO вывод FB заземлён, поэтому сигнал \overline{PFO} находится постоянно в состоянии «лог. 0» и маскирует любые сбои по V_{in} .

СИСТЕМА РЕЗЕРВНОГО ПИТАНИЯ НА ОСНОВЕ СУПЕРКОНДЕНСАТОРА

Многие электронные системы требуют наличия системы резервного пи-

тания, способной поддерживать их работоспособность при кратковременных отключениях энергии. В таких случаях некоторым системам нужно время для сохранения состояния, или обнуления памяти, или завершения задач. К примеру, винчестер должен припарковать головки, чтобы они не повредили поверхность дисков. Это пример электромеханической системы, которой нужно 20...100 мс резервного питания для полного завершения работы.

Ещё одним примером является влияние крупных электрических машин на энергетические системы. Когда запускается большой электродвигатель, например, кондиционера или лифта, напряжение в сети может на некоторое время заметно упасть. Обычно запаса энергии в конденсаторах блоков питания электронных приборов хватает на очень короткое время, оно может оказаться недостаточным. Приборам, питающимся от сети, необходим способ сохранения работоспособности на время восстановления напряжения питания.

Конечно, система резервного питания может быть создана на основе аккумуляторов, но во многих случаях для удовлетворения требований по ре-

зервному питанию потребуются очень большие батареи аккумуляторов. Хотя аккумуляторы могут запастись много энергии, отдаваемая ими удельная энергия невелика из-за их значительного внутреннего сопротивления. Аккумуляторы также имеют сравнительно короткий жизненный цикл, обычно 2–3 года, кроме того, существуют довольно жёсткие требования по уходу за ними и их зарядке.

Суперконденсаторы хорошо подходят для систем резервного питания нагрузок с высоким импульсным потреблением. Низкое внутреннее сопротивление позволяет им отдавать за короткое время высокую мощность, и они существенно более надёжны, чем аккумуляторы.

СИСТЕМА РЕЗЕРВНОГО ПИТАНИЯ

На рис. 4 приведена законченная система резервного питания, использующая микросхемы LTC4425, LTC4416, LTC3539 и LTC3606. Печатная плата показана на рис. 5. Система может выдавать напряжение 3,3 В при токе 200 мА в течение почти 8 с.

На LTC3606 собран понижающий стабилизатор с выходным напряжением 3,3 В. Микросхема LTC4416 выполняет функцию 2ИЛИ на идеальных диодах, обеспечивая максимальный КПД при переключении на работу от суперконденсатора. Микросхема LTC3539 является повышающим стабилизатором с отключаемым выходом. Этот повышающий стабилизатор работает с входным напряжением до 0,5 В и выдаёт выходной ток до $1,3 \text{ A} \times V_{out}/V_{in}$. В качестве суперконденсатора применён CAP-XX HS206F ёмкостью 0,55 Ф и номинальным напряжением 5,5 В.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИЗМЕРЕНИЯ ПАРАМЕТРОВ СИСТЕМЫ РЕЗЕРВНОГО ПИТАНИЯ

На рис. 6 показано выходное напряжение системы резервного питания при отключённом повышающем стабилизаторе LTC3539. Время работы с момента отключения питания до снижения выходного напряжения до 3 В составило 4,68 с. На рис. 7 показано выходное напряжение системы резервного питания при включённом повышающем конвертере LTC3539. Время работы с момента отключения питания до снижения выходного напряжения до 3 В составило 7,92 с.

Если повышающий стабилизатор LTC3539 выключен, то при исчезнове-

нии питающего напряжения идеальные диоды подключают вход понижающего стабилизатора LTC3606 к суперконденсатору. На рис. 6 напряжение на суперконденсаторе V_{sc} линейно снижается благодаря постоянству отдаваемой понижающим стабилизатором в нагрузку мощности $200 \text{ mA} \times 3,3 \text{ V}$.

Когда входное напряжение LTC3606 достигает граничного значения, его выходное напряжение начинает повторять входное. Через 4,68 с после отключения внешнего питания напряжение на суперконденсаторе снижается до 3 В, и выходное напряжение стабилизатора опускается ниже 3 В. Понижающий стабилизатор продолжает отслеживать напряжение на суперконденсаторе до уровня 2 В, после чего отключается.

На рис. 7 напряжение на суперконденсаторе V_{sc} также линейно снижается благодаря постоянству мощности, отдаваемой понижающим стабилизатором в нагрузку. Когда это напряжение достигает значения 3,4 В, повышающий стабилизатор начинает работу. Идеальный диод закрывается и отключает понижающий стабилизатор от суперконденсатора. Его входным напряжением является теперь выходное напряжение повышающего стабилизатора 3,4 В. Суперконденсатор теперь начинает разряжаться экспоненциально, поскольку входное напряжение повышающего стабилизатора падает, и он отбирает всё больше и больше тока для поддержания постоянного выходного напряжения 3,4 В.

Поскольку входное напряжение понижающего стабилизатора остаётся на уровне 3,4 В, его выходное напряжение остаётся стабилизированным. Когда входное напряжение повышающего стабилизатора опускается до уровня UVLO, он выключается, и его выходное напряжение немедленно исчезает, после чего выключается и понижающий стабилизатор.

ЭКОНОМИЧНОСТЬ СИСТЕМЫ РЕЗЕРВНОГО ПИТАНИЯ

Какое напряжение должно быть установлено на выходе повышающего стабилизатора? Очевидно, работа системы с повышающим стабилизатором и без него одинакова, пока входное напряжение понижающего стабилизатора не достигнет порога. Одним из решений является минимизация времени, в течение которого работает повышающий стабилизатор, поскольку

каждый дополнительный каскад стабилизации снижает КПД системы. В данном случае мы установили выходное напряжение повышающего стабилизатора на уровне 3,4 В, предельно близко к минимально возможному значению входного напряжения понижающего стабилизатора.

Повышающий стабилизатор должен иметь синхронный выпрямитель для достижения максимально возможного КПД. Повышающий стабилизатор должен работать с минимально возможным входным напряжением для увеличения высвобождаемой из суперконденсатора энергии.

Если суперконденсатор заряжен до 5 В, его энергия составляет:

$$\frac{1}{2} CV^2 = \frac{1}{2} 0,55 F \times 5^2 = 6,875 J.$$

Выходная мощность составляет $3,3 \text{ V} \times 0,2 \text{ A} = 0,67 \text{ Вт}$. Таким образом, КПД системы без повышающего стабилизатора составляет:

$$\frac{\epsilon_{load}}{\epsilon_{cap}} = \frac{0,67 \times 4,68 \text{ s}}{6,875} = 45,1\%.$$

С повышающим стабилизатором КПД составляет:

$$\frac{\epsilon_{load}}{\epsilon_{cap}} = \frac{0,67 \times 7,92 \text{ s}}{6,875} = 77\%.$$

В случае применения повышающего стабилизатора процент высвобожденной из суперконденсатора энергии повысился с 45,1 до 77%, следовательно, можно применять более дешёвый конденсатор с меньшей ёмкостью.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Рассмотренная здесь система резервного питания использует суперконденсатор ёмкостью 0,55 Ф, энергии которого достаточно до того, чтобы микроконтроллер успел завершить выполняемые им задачи. Одним из путей увеличения времени работы системы резервного питания является использование повышающего стабилизатора, который позволяет увеличить высвобождаемую суперконденсатором энергию на 30%. Это особенно актуально, если рабочее напряжение суперконденсатора снижено для увеличения его надёжности в условиях повышенной температуры. Кроме того, стабильность выходного напряжения во времени существенно повысилась благодаря тому, что стабильно входное напряжение оконечного стабилизатора.

Новости мира

Портативные осциллографы с 5,7-дюймовым VGA-дисплеем

Фирма Agilent расширила своё предложение портативных измерительных приборов двумя осциллографами. Речь идёт о модели U1610A 100 МГц и модели U1620A 200 МГц. Обе модели имеют VGA-дисплей и могут заказываться уже сейчас. В осциллографах допускается выбор между тремя рабочими режимами indoor, outdoor и night vision. За счёт этого пользователи могут чётко различать импульсы помех при всех условиях внешнего освещения.

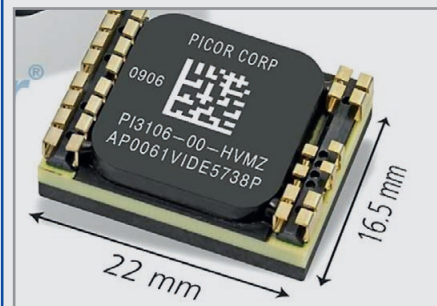


В outdoor-режиме показания прозрачно-отражающего 5,7-дюймового дисплея без проблем считываются даже при ярком солнечном свете. Частота выборки осциллографов составляет 1 и 2 Гвыб/с соответственно, они имеют два изолированных входных канала (CATIII 600В), память до 2 Мвыб, 100-кратный зум и окно двойного зума для одновременного представления общей картины и деталей.

agilent.com

Изолированные DC/DC-преобразователи в планарном корпусе

Фирма Vicor представляет Picor Cool-Power PI3106, изолированный DC/DC-преобразователь, с выходной мощностью 50 Вт



(12 В × 4,2 А) в планарном корпусе размером 22 × 16,5 × 6,7 мм с удельной мощностью 20,4 Вт/см³. Входные напряжения составляют 16...50 В для военных приложений, а также 18...36 В для промышленных приложений. В Cool-Power PI3106 применена архитектура Zero Voltage Switching (ZVS). а также планарные магнитные компоненты.

vicorpower.com

Применение ПЛИС для увеличения пропускной способности устройств

Владимир Вычужанин (г. Одесса, Украина)

В статье предлагается использовать компоненты интерфейса внешней памяти ПЛИС для увеличения пропускной способности устройств.

Современные ПЛИС отличаются разнообразием ресурсов, к которым, в частности, относятся периферийные стандартные блоки (интерфейс с внешней памятью, таймеры, контроллеры ПДП, контроллер прерываний и т.д.). Использование интерфейса внешней памяти, реализуемого с помощью ПЛИС, часто обусловлено необходимостью увеличения пропускной способности устройств.

Появление трансиверов на основе ПЛИС способствовало более широкому использованию интерфейса внешней памяти. Это связано с тем, что с целью обеспечения максимальной производительности трансиверов память системы должна хранить сотни гигабит данных. Использование интерфейса памяти в ПЛИС обеспечивает передачу данных с максимальным быстродействием.

Характеристики интерфейса внешней памяти позволяют использовать его не только для подключения к внеш-

нему статическому ОЗУ или флэш-памяти, но и в качестве интерфейса с периферийными устройствами, например, ЖК-дисплеями, АЦП и ЦАП. Интерфейс может реализовать следующие возможности: задание четырёх различных по длительности состояний ожидания, в т.ч. без состояния ожидания; установку различных состояний ожидания для разных секторов внешней памяти; выбор количества задействованных разрядов в старшем адресном байте; фиксацию состояния шины для минимизации потребления тока.

Наличие встроенного программируемого контроллера интерфейса внешней памяти в ПЛИС позволяет упростить подключение разнообразных видов памяти и отказаться от организации поддержки динамического ОЗУ на программируемой логике. Такой контроллер ориентирован на поддержку динамической памяти различной разрядности и информационной ёмкос-

ти, с регулировкой временных параметров выборки, параметров регенерации, режимов энергопотребления и т.д.

Контролер интерфейса внешней памяти, использующий несколько внутрисхемных решений ПЛИС фирмы Altera (www.altera.com), состоит из трёх блоков (см. рис. 1): многопортового интерфейса, контроллера памяти и устройства физического интерфейса (PHY), отвечающего за время передачи данных по каналу.

Многопортовый интерфейс использует несколько внутренних процессов в активной зоне доступа того же жёсткого интерфейса памяти. Как показано на рисунке 2, этот интерфейс имеет двунаправленные порты данных, а также адресные и командные порты. Последние поддерживают двунаправленные и однонаправленные процессы.

В программном обеспечении Altera Quartus II версии 11.0 представлен контроллер памяти, реализующий команды и адресацию и предназначенный для увеличения быстродействия памяти DDR3. Например, 2133 Мбит данных с шириной полосы пропускания 1066 МГц могут быть переданы ин-

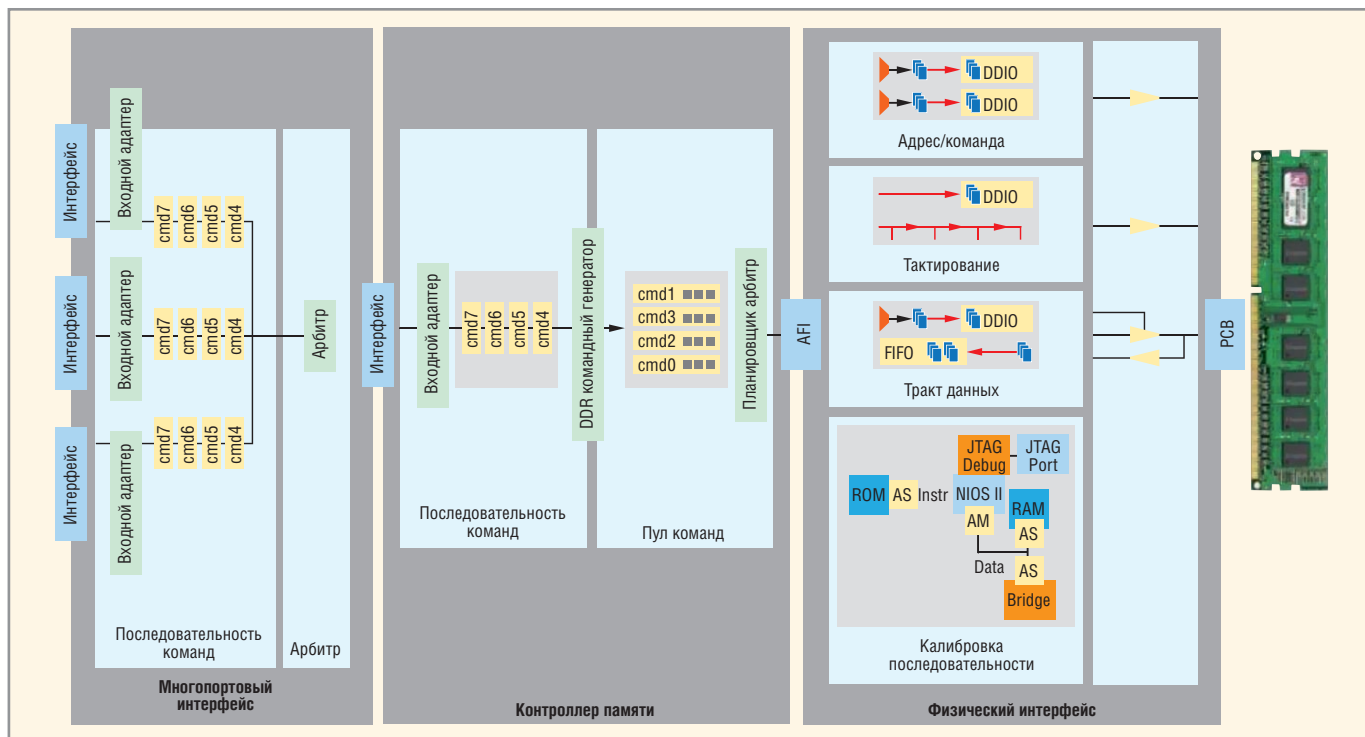


Рис. 1. Компоненты контроллера интерфейса внешней памяти ПЛИС

терфейсом UniPHY в ядро ПЛИС на тактовой частоте 266 МГц, т.е. каждые четыре бита данных будут представлены в основной структуре этой частоты. Контроллер передаёт поток данных на четверти скорости и поддерживает команды длительностью $2T$, т.е. сигнал выдаётся один раз за два такта работы DDR3.

Особенностью контроллера является автоматическое проведение нескольких транзакций записи/чтения в зависимости от разрядности интерфейса внешнего ЗУ. Так, операция записи четырёхбайтного числа во внешнюю память SDRAM с шириной данных шины в один байт приведёт к «прозрачному» для разработчика выполнению четырёх байтовых циклов записи. На рисунке 3 показана временная диаграмма работающего на четверти скорости контроллера памяти с поддержкой команд длительностью $2T$ (ACT – команда выбора строки матрицы накопителя; WR – команда выбора столбца матрицы для записи).

В зависимости от скорости интерфейса, ПЛИС также поддерживает используемые контроллером памяти полную или половинную скорости. В

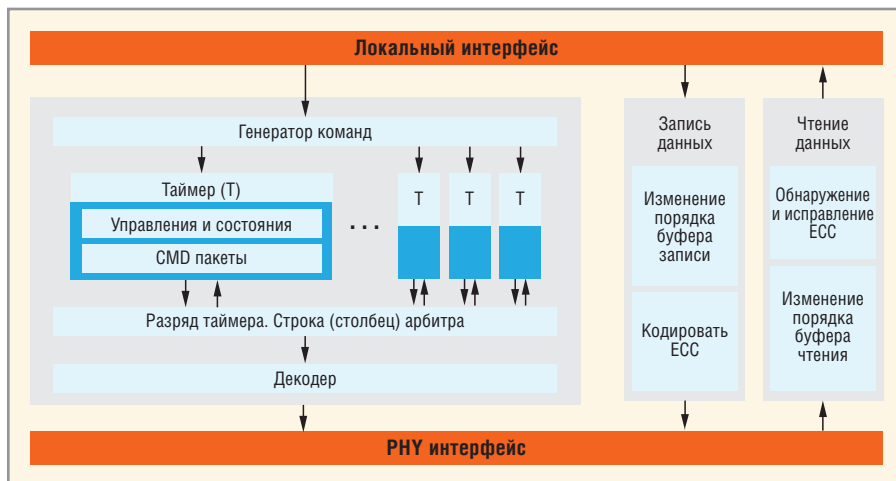


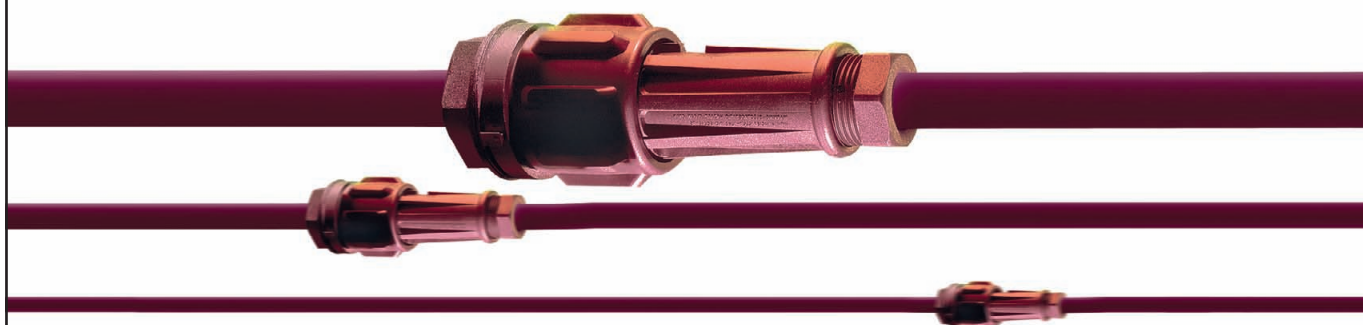
Рис. 2. Блок-схема многопортового интерфейса

ПЛИС Altera, изготовленных по 28-нм технологии, реализована сбалансированная частота сети на периферии для уменьшения коммутационных помех, а стабилизация чтения данных буфером FIFO обеспечивает их синхронизацию. Однако при высокой скорости передачи данных могут возникать искажения, существенно влияющие на производительность системы, в частности, при проектировании 72-разрядной и более шины данных (DQ). ПЛИС с интерфейсом UniPHY обладает на-

страиваемой задержкой цепи, на которую можно настроить задержку каждого выхода шины DQ. Такой итерационный алгоритм осуществляется встроенным процессором интерфейса UniPHY и функционирует до тех пор, пока не будет достигнута минимальная погрешность.

Эффективность контроллера памяти часто является критически важной при определении фактической пропускной способности устройства. Эта «эффективная» пропускная способность явля-

Взрывозащищённые соединители Explora



Надёжная защита



Количество контактов: 2, 3, 4, 5, 7, 10
 Электрические характеристики:
 10...18 А, 250...600 В AC/DC
 Диапазон рабочих температур: -20...+50°C
 Степень защиты: IP68
 Взрывозащищённость: для зон 2 и 22

АКТИВНЫЙ КОМПОНЕНТ ВАШЕГО БИЗНЕСА



МОСКВА Тел.: (495) 234-0636 • Факс: (495) 234-0640 • E-mail: info@prochip.ru • Web: www.prochip.ru
С.-ПЕТЕРБУРГ Тел.: (812) 448-0444 • Факс: (812) 448-0339 • E-mail: info@spb.prosoft.ru • Web: www.prosoft.ru
ЕКАТЕРИНБУРГ Тел.: (343) 376-2820 • Факс: (343) 310-0106 • E-mail: info@prosoftsystems.ru • Web: www.prosoftsystems.ru

Реклама

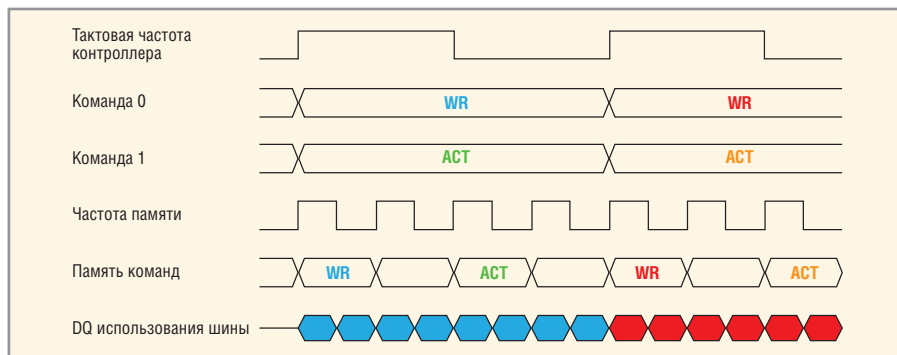


Рис. 3. Временная диаграмма контроллера памяти

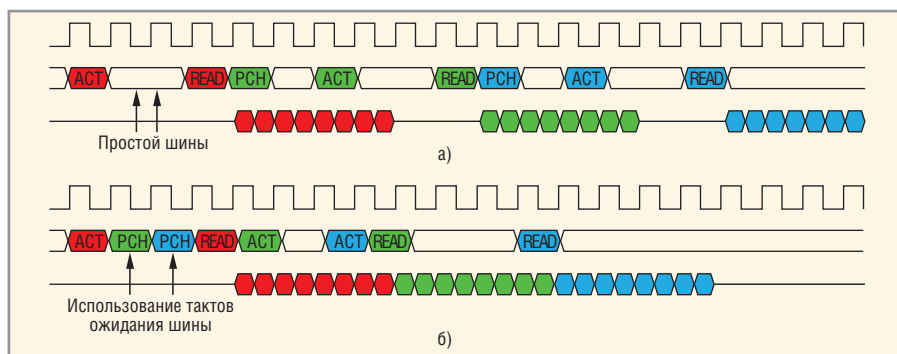


Рис. 4. Управление пропускной способностью шины при передаче команд

а) без переупорядочивания команд; б) с переупорядочиванием команд

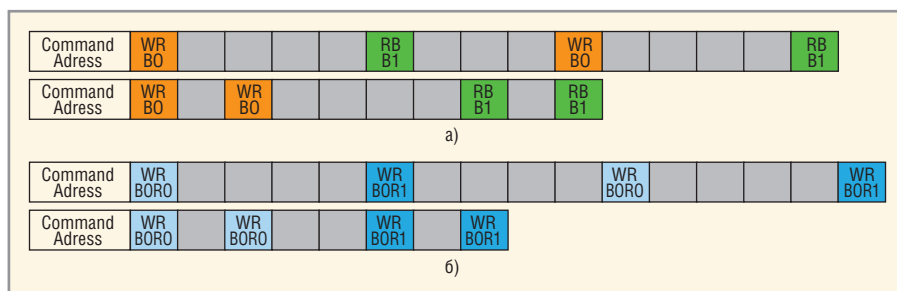


Рис. 5. Изменение порядка данных для минимизации влияния времени бездействия тактов шины

а) группировкой операций чтения/записи; б) изменением порядка операций с банками временного такта шины tRC

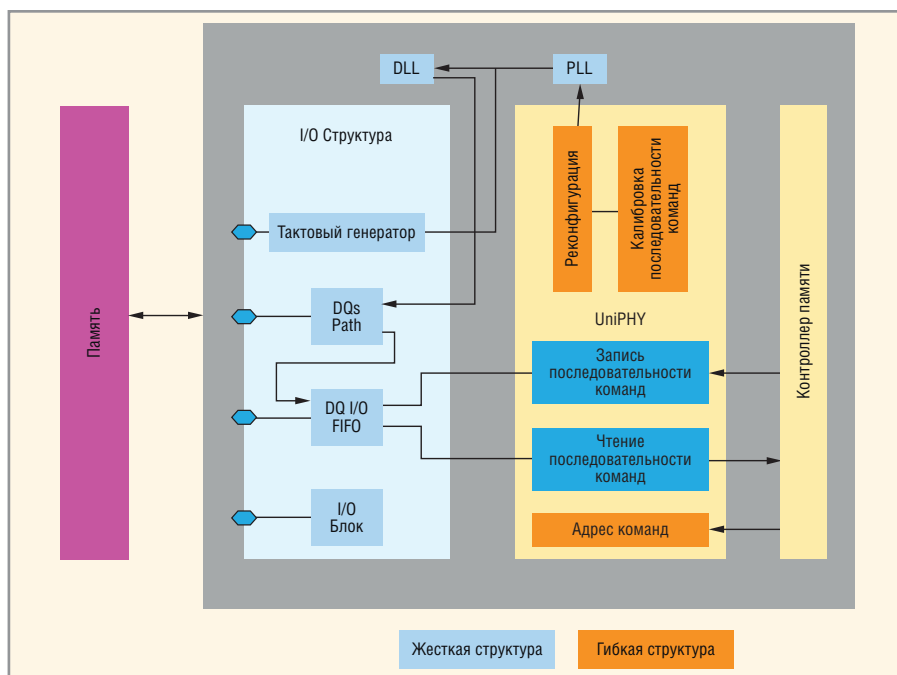


Рис. 6. Жёсткая структура ядра ПЛИС

ется одним из важнейших факторов, от которых зависит реальная производительность системы, и определяется делением количества тактов, происходящих в шине DQ (без простоя), на общее число тактов в шине.

Повышение «эффективности» шины может быть достигнуто двумя способами. Первый состоит в переупорядочивании команд с целью использования тактов ожидания или бездействия шины, возникающих между операциями. Рисунок 4 иллюстрирует сокращение числа неактивных тактов шины на четыре в результате переупорядочивания команд.

Второй способ повышения пропускной способности шины заключается в изменении порядка данных или команд. Известно, что работа шины может сопровождаться холостыми тактами, снижающими эффективность шины. Чтобы свести к минимуму оборотное время шины, необходимо сгруппировать вместе аналогичные команды. На рисунке 5 показано, что если система осуществляет запись и чтение одновременно, то четырёхтактное время выполнения обусловленных шиной операций происходит только один раз за транзакцию. При этом могут быть удалены пять тактов бездействия шины.

Для увеличения пропускной способности систем, использующих компоненты интерфейса внешней памяти ПЛИС, важно учитывать место размещения контроллера памяти и объём его памяти. Упомянутые выше ПЛИС Altera обладают программными и жёсткими ядрами, имеющимися в семействах ядрами, имеющимися в семействах Stratix V, Arria V и Cyclone V. Программные ядра состоят из интерфейса UniPHY и высокопроизводительного контроллера памяти. Жёсткие ядра обеспечивают операции чтения/записи на высоких скоростях. На рисунке 6 показаны жёсткие структуры с операциями ввода-вывода, PLL, DLL и чтения/записи буферов FIFO, выполняемые с использованием программных структур.

Таким образом, использование компонентов интерфейса внешней памяти ПЛИС на основе программных и жёстких ядер позволяет разработать быстродействующие контроллеры памяти, в которых программные ядра ПЛИС облегчают адаптацию интерфейсов к системным требованиям, а жёсткие ядра ПЛИС обеспечивают высокую пропускную способность интерфейса.

Электроника → Транспорт



14-16 мая 2012 г.
Москва, ВВЦ

VI МЕЖДУНАРОДНАЯ ВЫСТАВКА

ТЕМАТИКА:

- Системы диспетчеризации и управления
- Комплексы навигации и связи
- Системы безопасности
- Информационные системы
- Автоматика, телемеханика
- Измерительные и диагностические приборы
- Вычислительные комплексы для транспорта
- Дисплеи и индикаторы
- Источники питания, вторичные преобразователи
- Электронные компоненты для транспортного приборостроения
- Разъемы, соединители, кабели
- Светотехническая продукция

Одновременно с выставкой:



ЭлектроТранс 2012
Международная выставка

[Http://www.electrotrans-expo.ru](http://www.electrotrans-expo.ru)

КОНФЕРЕНЦИЯ:

“Системы мониторинга и управления как средство повышения эффективности и безопасности использования автотранспорта коммерческих и муниципальных предприятий”

Организатор: “Профессиональные Конференции”, тел. (495) 33-324-66



Оргкомитет:
+7(495) 287-4412, info@e-transport.ru
[Http://www.e-transport.ru](http://www.e-transport.ru)

ПОДДЕРЖКА:



Автоматизация процесса проектирования антенн и устройств СВЧ в современных программных комплексах электродинамического моделирования

Часть 1. Логопериодическая вибраторная антенна

Андрей Пластиков (Москва)

На примере логопериодической вибраторной антенны рассмотрен процесс создания модели в программной среде EDITFEKO с использованием встроенного языка программирования.

ВВЕДЕНИЕ

Сегодня перед разработчиками аппаратуры СВЧ ставятся всё более сложные задачи. При этом разработка комплексной системы занимает много времени даже на стадии компьютерного моделирования. Процесс проектирования электродинамической модели системы в современных программных комплексах расчёта антенн и устройств СВЧ можно ускорить благодаря использованию возможностей программирования, предоставляемых самими программными пакетами, а также посредством взаимодействия соответствующих программ с пакетом Matlab и его упрощёнными функциональными аналогами.

В программных комплексах CST Microwave Studio и Ansoft HFSS пользовате-

лю предоставляется возможность написания собственных макросов на языке Visual Basic for Applications и сценариев на языке Visual C++. Соответствующие программные средства обеспечивают доступ ко всем этапам процесса проектирования СВЧ-устройств, включая построения геометрии модели, разбиения на ячейки и обработку результатов. Определённый набор программных средств доступен и в программном комплексе FEKO Suite: в средах EDITFEKO на стадии создания модели и POSTFEKO (начиная с версии FEKO Suite 6.1) на стадии постпроцессорной обработки результатов, а также, например, в программных пакетах AWR Microwave Office и Agilent Advanced Design System.

Пользоваться макросами и сценариями удобно при создании моделей сложных многоэлементных СВЧ-структур, геометрию которых можно задать определёнными формулами или алгоритмами, а число образующих структуру элементов может изменяться. Примерами подобных устройств являются полосковые фрактальные, фасетные и профилированные зеркальные и логопериодические вибраторные антенны; многослойные линзы Люнеберга; многоэлементные антенные решётки, в том числе с переменным шагом и/или переменной геометрией самих элементов; волноводные и микрополосковые многосвязные СВЧ-фильтры; периодические системы со случайным образом распределёнными элементами и др. Макросы могут быть крайне полезными и на стадии постпроцессорной обработки данных.

В предлагаемом цикле статей автор планирует рассмотреть несколько ха-

рактерных примеров автоматизации и ускорения процесса проектирования антенн и устройств СВЧ в популярных программных комплексах электродинамического моделирования, в том числе с использованием внешних программ. Тема является достаточно актуальной ввиду малого числа публикаций на русском языке. В данной статье мы рассмотрим возможности автоматизации создания модели многоэлементной антенны на примере логопериодической вибраторной антенны (ЛПВА) в программе FEKO.

ЛОГОПЕРИОДИЧЕСКИЕ ВИБРАТОРНЫЕ АНТЕННЫ

Логопериодические вибраторные антенны представляют собой удачный вариант построения частотно-независимых антенн и находят достаточно широкое применение как в качестве одиночных антенн, так и в качестве облучателей зеркальных антенных систем. Антенна такого типа впервые была рассмотрена в 1960 г. в работе Избелла [1].

Одними из основных параметров, задающих геометрию полотен ЛПВА, являются величины τ (характеризует отношение длин соседних вибраторов) и σ (задаёт электрическое расстояние между полуволновым и ближайшим к нему вибратором). При этом справедливы следующие соотношения:

$$l_{i+1} = l_i/\tau, \quad (1)$$

$$\text{ctg}\alpha = 4\sigma/(1 - \tau), \quad (2)$$

где l_i – длина плеча i -го вибратора (отсчитываемая от оси антенны), а α – половина угла при вершине логопериодической структуры, на сторонах которого лежат концы плеч вибраторов (см. рис. 1).

Полоса частот ЛПВА принципиально не ограничена, а определяется лишь размерами самой структуры антенны. При этом если нижняя граница рабочего диапазона частот ограничивается габаритами антенны, то максимальная

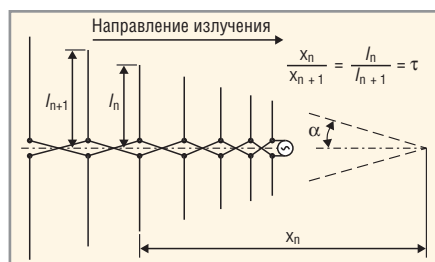


Рис. 1. Принцип построения логопериодической структуры антенны

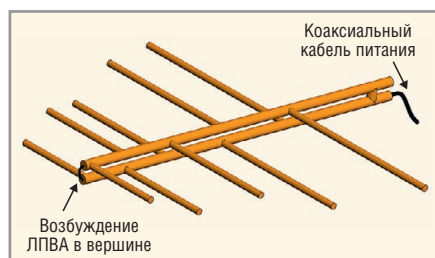


Рис. 2. Классическая конструкция антенны в метровом и дециметровом диапазонах частот для приёма волн одной линейной поляризации

рабочая частота ЛПВА на практике ограничена размерами линии питания. В метровом и дециметровом диапазонах частот такие антенны изготавливают обычно из металлических труб или стержней, а для более коротких волн используют микрополосковое исполнение. Классическая схема питания ЛПВА проста: для антенн метрового и дециметрового диапазонов питающий коаксиальный кабель проходит внутри одной из двух трубок питающих линий, и в вершине антенны его внешняя жила соединяется с этой же линией, а центральная жила припаивается к другой линии питания (см. рис. 2).

Определение начального приближения геометрии ЛПВА (числа вибраторов, диаметра линий питания, величин τ и σ и длин плеч начальных вибраторов) можно проводить с учётом методики, предложенной Яцкевичем и Александровым [2].

FEKO и возможности программирования

Создание модели устройства в программном комплексе FEKO Suite [3, 4] возможно производить в одной из двух доступных сред – в CADFEKO и EDITFEKO. Последняя взаимодействует с пользователем посредством так называемых карт (cards). Соответствующий интерфейс (см. рис. 3) напоминает текстовый редактор для создания файла проекта с расширением *.pre, являющегося входным файлом подпрограммы PREFEKO.

Комплекс CADFEKO представляет собой современную программную среду построения трёхмерных электродинамических моделей с дружественным «оконным» интерфейсом наподобие программ HFSS и Microwave Studio, позволяющую, в том числе, в реальном времени визуализировать саму модель СВЧ-устройства.

В последних версиях FEKO Suite среда CADFEKO вобрала в себя все карты среды EDITFEKO и, обладая значительно более широкими возможностями создания моделей по сравнению с EDITFEKO, стала более удобной и функциональной для решения большинства задач. Однако, в отличие от HFSS и Microwave Studio, среда CADFEKO не имеет возможностей программирования, которые присутствуют в EDITFEKO.

Функциональных возможностей используемого в EDITFEKO/PREFEKO языка программирования достаточно для создания моделей тонких цилиндри-

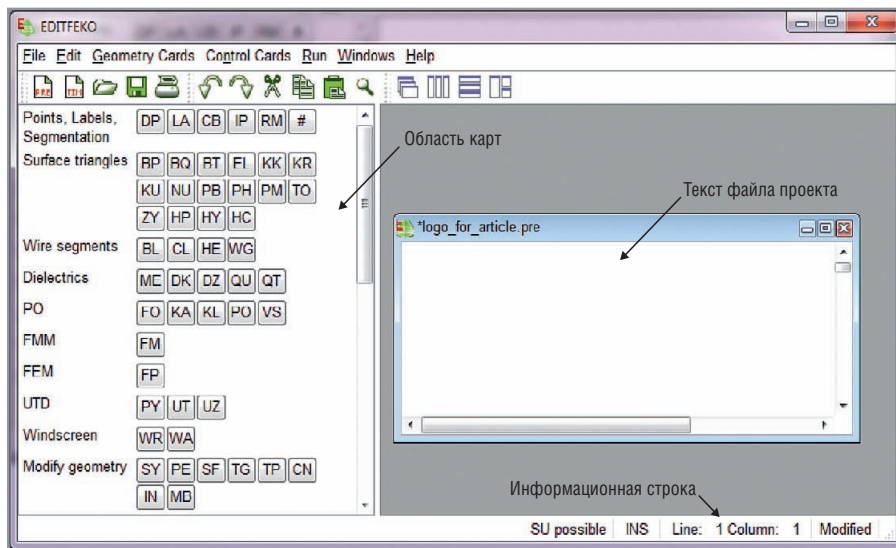


Рис. 3. Интерфейс программной среды EDITFEKO

рических вибраторных антенн типа ЛПВА с варьируемым количеством элементов и настройки их разбиения на ячейки (меширования), необходимого для дальнейшего численного решения. Синтаксис языка включает возможности задания переменных, использования циклов For/Next, конструкций If/Else/EndIf и логических операций, задания массивов координат точек и одномерных массивов данных, чтения данных из внешнего файла, использования встроенных математических функций типа тригонометрических, логарифмических, функций Бесселя и др.

Обобщённую структуру создаваемого в EDITFEKO файла проекта (префайла) можно описать следующим образом:

- комментарии ** в начале файла (при необходимости);
 - карты, задающие геометрию модели; комментарии (при необходимости);
 - EG – обозначение окончания ввода геометрии;
 - карты управления, которые определяют параметры возбуждения, указывают специальные параметры управления численными и квазиоптическими методами, задают требуемые для расчёта характеристики, а также частоты, на которых их следует рассчитать;
 - комментарии ; (при необходимости);
 - EN – обозначение окончания файла.
- Использование элементов программирования возможно как при постро-

IF/RF & Microwave Design
advantex SG8 Высокочастотный генератор сигналов

Мощность: **-20..+28 дБм**

Погрешность: **±0.2 дБ**

Шаг установки: **0.05 дБ**

Диапазон частот: **10 МГц .. 8 ГГц**

Шаг перестройки: **<0.001 Гц**

Фазовый шум: **-120 дБн/Гц**
при отстройке 10 кГц @ 1 ГГц

Модуляция: частотная, фазовая

Качание: частота, мощность

Управление (SCPI): USB, RS-232

Сделано в России
www.advantex.ru

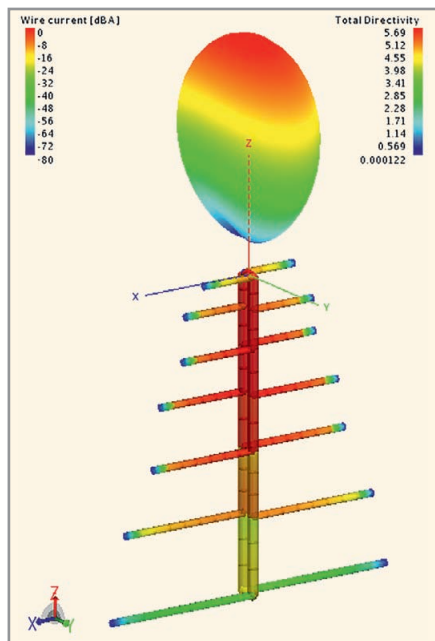


Рис. 4. Визуализированное распределение токов на поверхности ЛПВА и пространственная диаграмма направленности на частоте 1,2 ГГц

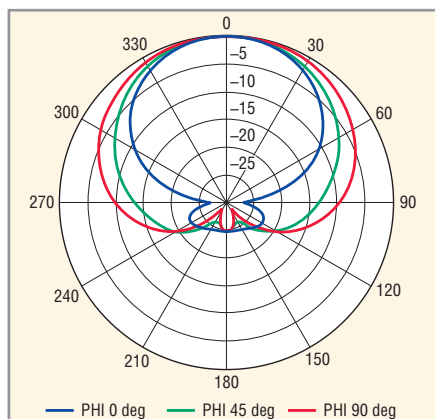


Рис. 5. Нормированная диаграмма направленности в логарифмическом масштабе на частоте 1,2 ГГц для трёх направлений угла φ

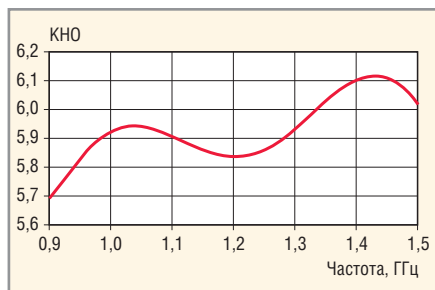


Рис. 6. Частотная зависимость КСВН

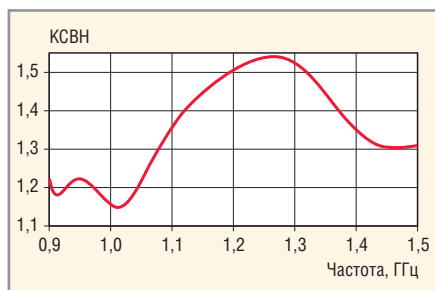


Рис. 7. Частотная зависимость КСВН

ении геометрии модели, так и для описания карт управления. К сожалению, в EDITFEKO отсутствует программный модуль оптимизации, вследствие чего самую оптимизацию необходимо проводить «вручную».

ПРИМЕР ПОСТРОЕНИЯ МОДЕЛИ ЛПВА В СРЕДЕ EDITFEKO С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ЦИКЛОВ

Проследим основные стадии построения модели ЛПВА на примере антенны дециметрового диапазона волн с относительной полосой частот 50%. Элементы модели антенны будем строить из так называемых проволочных сегментов (wire segments), которые аппроксимируют решение задачи с тонкими проводящими цилиндрическими поверхностями методом моментов в предположении существования только продольных электрических токов.

Создадим новый префайл, для чего в меню EDITFEKO выберем *File* → *New* → → **.pre.file*. В начале файла с помощью карты SF (Scale all dimensions) введём коэффициент масштабирования 0,001, что позволит нам указывать размеры элементов модели в миллиметрах. Зададим переменные, характеризующие диапазон рабочих частот, геометрию ЛПВА, а также параметры меширования её элементов:

```
#fmin=0.9e9 ** нижняя граница
частотного диапазона (в Гц)
#fmax=1.5e9 ** верхняя граница
частотного диапазона (в Гц)
#N=7 ** число вибраторов
#tau=0,84
#sigma=0,12
#L[1]=30 ** длина плеча первого
(наименьшего) вибратора;
#r=2 ** радиус вибраторов
#seglen=10 ** длина сегмента разбиения
плеч вибраторов
#fl_r=3 ** радиус линии питания
#fl_seglen=15 ** длина сегмента
разбиения линии питания
#d=8 ** расстояние между центрами
линий питания
```

Определим угол α , координату первого вибратора по оси антенны, расстояние между первым и вторым вибраторами, и укажем параметры меширования самих плеч:

```
#alpha=DEG(arctan((1-
#tau)/4/#sigma))
#z[1]=0
#z[2]=-#L[1]*4*#sigma/#tau
```

```
** задание параметров меширования
для строящейся далее геометрии
IP: : : : : #r: : #seglen
```

Теперь в цикле рассчитаем массивы длин плеч и координат z всех вибраторов, зададим точки начала и конца антенных элементов для одного полотна ЛПВА и осуществим построение плеч вибраторов с заданными свойствами меширования:

```
!!for #k = 2 to #N step 1
#L[#k]=#L[#k-1]/#tau
...
DP A#k 0 #d/2 #z[#k]
...
VL: A#k : B#k ** построение плеча
k-го вибратора
!!next
```

При необходимости здесь можно задать индивидуальные параметры разбиения для каждого из антенных элементов.

Далее строим линию питания. В рассматриваемом примере её длина равна расстоянию между крайними вибраторами, но линию питания нельзя построить как единый провод, поскольку в этом случае мы не сможем гарантировать сопряжения сегментов линии питания и вибраторов. Поэтому задаём её как совокупность нескольких (в нашем случае шести) отдельных проводов, соединяющих начальные точки соседних плеч вибраторов, с заданными параметрами меширования. С помощью карты TG (Geometry transformation) построим второе полотно ЛПВА. Введём в модель короткозамыкающий провод, соединяющий оба полотна в начальных точках оконечных вибраторов:

```
DP Aend 0 -#d/2 #z[#N]
VL: A#N : Aend
```

Создадим провод с меткой source, соединяющий концы линий питания со стороны меньших вибраторов, на который впоследствии мы установим дискретный порт возбуждения:

```
DP P1 0 -#d/2 0
DP P2 0 #d/2 0
LA: source ** задание метки
IP 0.1 #d
VL: P1: P2
```

На этом геометрические построения окончены, что указывается в тексте фай-

ла картой EG (End of the geometry input). В следующей области карт управления необходимо задать карты возбуждения дискретным источником напряжения с волновым сопротивлением 75 Ом на центральный сегмент провода source, указания частотных точек расчёта модели, вывода токов, расчёта диаграмм направленности и в заключение обозначить окончание файла картой EN.

На рисунках 4–7 представлены визуализированные в POSTFEKO результаты расчёта построенной модели ЛПВА – распределение токов в логарифмическом масштабе и диаграмма направленности на центральной частоте рассматриваемого частотного диапазона, частотные зависимости коэффициента направленного действия (КНД) и коэффициента стоячей волны по напряжению (КСВН).

Если, например, перед разработчиком ставится задача проектирования подобной антенны в качестве облучателя зеркальной, то возможно осуществить расчёт непосредственно всей антенной системы в EDITFEKO путём дополнения рассмотренной модели ЛПВА самим зеркалом.

Ограничения на параметры разбиения проволочного сегмента в FEKO

Параметр разбиения сегмента	Предупреждение (снижение точности расчёта)	Ошибка (невозможность расчёта)
Электрическая длина сегмента	$l/\lambda > 0,3$	$l/\lambda > 0,5$
Отношение радиуса сегмента к его длине	$r/l > 0,3$	$r/l > 1,0$

Отметим, что при создании модели СВЧ-структуры, составленной из проволочных сегментов, требуется соблюдать введённые в FEKO ограничения на электрическую длину сегмента разбиения и отношение радиуса сегмента к его длине, которые связаны с ограничениями численного метода расчёта (соответствующие «правила» сведены в таблицу). Это, в свою очередь, может ограничить допустимые электрические габариты модели ЛПВА и, как следствие, возможности анализа сверхширокополосных ЛПВА.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

На примере ЛПВА дециметрового диапазона волн рассмотрен процесс создания модели в среде EDITFEKO с использованием встроенного языка программирования. Подобная автоматизация позволяет снизить затраты времени на проектирование антенны.

Особенностью предложенной методики проектирования ЛПВА является возможность построения антенны с требуемым числом элементов – вибраторов. Заметим, что в случае создания модели многоэлементной структуры в среде CADFEKO пользователь не имеет возможности непосредственно задавать варьируемое число её элементов, поэтому при изменении числа вибраторов ЛПВА необходимо вручную удалять или добавлять соответствующие элементы модели антенны.

В следующей статье мы продолжим рассмотрение ЛПВА и уделим внимание вопросам построения модели такой антенны в программе Microwave Studio посредством написания макроса на языке Visual Basic for Applications.

Автор выражает благодарность компании EMSS-SA за предоставление ознакомительной версии программного пакета FEKO Suite.



Активный компонент вашего бизнеса

PROSOFT[®]

COMPONENTS

Опираясь на многолетний опыт применения компонентов, ПРОСОФТ предлагает

- Различные решения по подбору элементной базы
- Осуществление поставок комплектующих для серийного производства и новых разработок
- Оптимизацию схемотехнических решений
- Оказание технической и информационной поддержки

SHARP

BULGIN

International
TOR Rectifier

RFHIC
www.rfhic.com

CREE

PHILIPS
LUMILEDS

MPS
Monolithic Power Systems

HARTING

Grayhill

anadigm™

Switchcraft

austriamicrosystems

AVO

MICROMETALS

Тел.: (495) 232-25-22
E-mail: info@prochip.ru
Web: www.prochip.ru

Реклама

Транзисторный смеситель СВЧ с повышенным коэффициентом передачи мощности

Виталий Романюк (Москва)

Приведены результаты проектирования электрической схемы активного смесителя СВЧ миллиметрового диапазона длин волн на полевом транзисторе со структурой НЕМТ. Показано, что коэффициент передачи мощности смесителя в значительной мере зависит от импеданса входной цепи в точках подключения транзистора не только на частоте гетеродина, но и на промежуточной частоте.

ВВЕДЕНИЕ

Важнейшим параметром смесителя является коэффициент передачи мощности $K_P = P_{\text{пр}}/P_C$, где $P_{\text{пр}}$ – мощность промежуточной частоты на выходе смесителя, а P_C – мощность радиосигнала на его входе. В зарубежной литературе этот коэффициент называют «усилением преобразования» (Conversion Gain) для активных и «потери преобразования» (Conversion Loss) для пассивных смесителей. При проектировании смесителей стремятся увеличить K_P при одновременном снижении мощностей, проникающих с входов в другие каналы. Однако с увеличением частоты сигнала создание активных смесителей ($K_P > 0$ дБ) становится затруднительным. В настоящей статье описан метод увеличения K_P смесителя частот миллиметрового диапазона длин волн на полевом транзисторе со структурой НЕМТ.

Колебания частот сигнала и гетеродина могут подводиться к разным выводам транзистора. Например, описан [1] смеситель с подачей радиосиг-

нала на сток транзистора, а сигнала гетеродина – на затвор. В работе [2] представлена схема смесителя, в которой колебания сигнала поступают на затвор, а колебания частоты гетеродина – на сток транзистора. Следует отметить, что смеситель, описанный в [1], – пассивный, а смеситель [2] – относительно низкочастотный.

В настоящей статье описана схема смесителя, подобная приведённой в [1], но активная. Электрическая схема смесителя изображена на рисунке 1. Она была смоделирована в программе Microwave Office. В качестве компьютерной модели НЕМТ-транзистора использована модель YHLAND.

Схема выполнена на элементах с сосредоточенными параметрами, поскольку предназначена для изготовления в виде монолитной микроволновой ИС. Частота сигнала составляет $f_c = 37 \pm 1$ ГГц, частота гетеродина f_r меньше на промежуточную частоту $f_{\text{пр}} = 2$ ГГц. Мощность сигнала $P_c = -10$ дБм, мощность гетеродина $P_r = 8$ дБм. Напряжение питания на стоке установ-

лено равным 3 В, напряжение смещения на затворе подбиралось в процессе моделирования.

Источником колебаний частоты гетеродина является порт 1 типа PORT1, источником колебаний частоты сигнала является порт 2 типа PORTF, генерирующий частоту, превышающую частоту гетеродина на 2 ГГц. Колебания промежуточной частоты снимаются с порта 3. Важнейшими элементами смесителя, определяющими его качество, являются цепи согласования и фильтрации: входная цепь LO и выходная цепь – диплексер (DIPLEXER).

Входная цепь согласует транзистор со стандартным выходным сопротивлением 50 Ом гетеродина LO (Local Oscillator) на его частоте 35 ГГц. Диплексер разделяет колебания частот сигнала 37 ГГц и промежуточной частоты 2 ГГц. Кроме того, он преобразует на частоте сигнала стандартное внутреннее сопротивление 50 Ом источника сигнала в сопротивление на стоке транзистора, обеспечивающее максимальную передачу мощности сигнала к транзистору, и преобразует на промежуточной частоте стандартное сопротивление нагрузки 50 Ом в сопротивление на стоке, при котором генерируется максимальная мощность колебаний промежуточной частоты.

Для получения максимального коэффициента передачи мощности спроектирована схема диплексера и выбрано оптимальное напряжение смещения на затворе транзистора, равное $-1,1$ В. Первый вариант входной цепи смесителя LO был спроектирован для получения максимальной передачи мощности от гетеродина к транзистору, а импеданс входной цепи (со стороны транзистора) при её нагрузке на сопротивление 50 Ом был равен комплексно-сопряжённой величине входного сопротивления транзистора на частоте гетеродина. К сожалению, при таком варианте исполнения входной цепи LO коэффициент передачи мощности смесителя оказался невелик.

Коэффициент передачи мощности смесителя можно существенно повысить, если использовать обратную связь по напряжению, в результате ко-

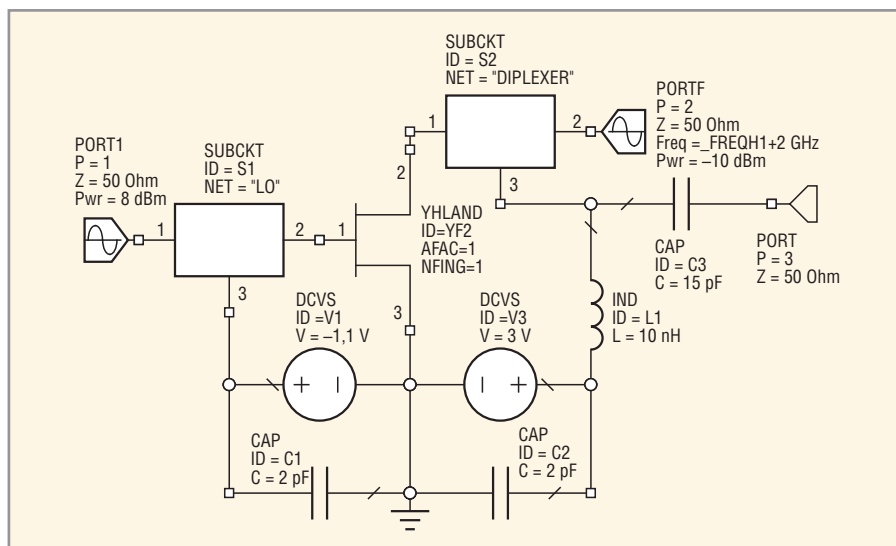


Рис. 1. Электрическая схема смесителя

торой напряжение промежуточной частоты со стока передаётся на затвор транзистора. Напряжение промежуточной частоты усиливается транзистором, и создаётся добавочный ток стока частоты $f_{пр}$, который суммируется с током стока, обусловленным смещением частот f_c и f_t . В результате увеличивается мощность промежуточной частоты на выходе смесителя. Таким образом, необходимо спроектировать входную цепь смесителя таким образом, чтобы добавочный ток стока совпадал по фазе с первичным током стока, созданным благодаря перемножению напряжений сигнала и гетеродина.

ПРОЕКТИРОВАНИЕ ВХОДНОЙ ЦЕПИ СМЕСИТЕЛЯ

Итак, входную цепь смесителя необходимо спроектировать таким образом, чтобы её импеданс на электродах транзистора удовлетворял двум требованиям:

- на частоте гетеродина был равен комплексно-сопряжённому значению входного импеданса транзистора;

- на промежуточной частоте имел оптимальное значение $Z_{вх}$, при котором добавочный ток стока промежуточной частоты совпадает по фазе с первичным током.

Получим соотношения, относящиеся к электромагнитным колебаниям промежуточной частоты $f_{пр}$, по которым можно ориентировочно рассчитать $Z_{вх}$. Зададим параметры, подобные вводимым при анализе автогенераторов [3]:

$K_{ос}$ – коэффициент обратной связи по напряжению:

$$K_{ос} = \frac{\dot{U}_3}{\dot{U}_{ст}}, \quad (1)$$

\dot{S} – крутизна транзистора по промежуточной частоте ($\dot{S} = S e^{j\phi_s}$):

$$\dot{S} = \frac{I''}{\dot{U}_3}, \quad (2)$$

Z_H – импеданс нагрузки ($Z_H = Z_H e^{j\phi_H}$):

$$Z_H = \frac{\dot{U}_{ст}}{I}, \quad (3)$$

где \dot{U}_3 – комплексная амплитуда напряжения затвор-исток, $\dot{U}_{ст}$ – комплексная амплитуда напряжения сток-исток,

I'' – амплитуда тока стока, обусловленная усилением напряжения промежуточной частоты на затворе транзистора, I – суммарная амплитуда тока стока.

$$I = I + I'', \quad (4)$$

I – амплитуда тока стока, обусловленная эффектом смещения частоты сигнала с частотой гетеродина, т.е. перемножением соответствующих напряжений. Положим, что начальная фаза колебаний промежуточной частоты тока стока амплитуды I равна 0 и обе составляющие тока являются синфазными.

Объединив выражения (1)–(4), получим:

$$\dot{S} K_{ос} Z_H = \frac{I''}{I},$$

отсюда $S K_{ос} Z_H = \frac{I''}{I}$,

$$\phi_s + \phi_{ос} + \phi_H = 2\pi n, n = 0, 1, 2, 3, \dots \quad (5)$$

Фазу коэффициента обратной связи $\phi_{ос}$ можно найти из (5). Предварительно следует определить фазы крутизны ϕ_s и сопротивления нагрузки ϕ_H .



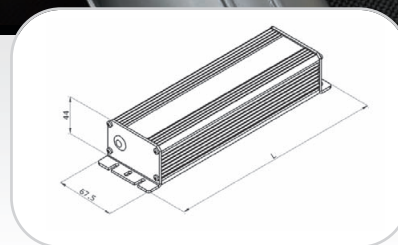
НОВЫЕ ИСТОЧНИКИ ПИТАНИЯ СВЕТОДИОДОВ XLIGHT

Преимущества

- Выходной ток 1,05 А ±5%
- Широкий диапазон входного напряжения ~ 90...305 В
- Высокая степень защиты (IP67)
- Большой срок службы (5 лет)
- Коррекция коэффициента мощности > 0,96
- Задержка при включении не более 2 с
- Рабочая температура -40...+70°C
- Защита от перегрева (110°C)
- Отсутствие помех на радиочастотах



Наименование драйвера	U _{вых мин} , В	U _{вых макс} , В	P _{вых макс} , Вт
XLD-PS230105TN-75W	43	72	75
XLD-PS230105TN-100W	57	95	100
XLD-PS230105TN-150W	84	142	150
XLD-PS230105TN-200W	114	190	200



ОФИЦИАЛЬНЫЙ ДИСТРИБЬЮТОР КОМПАНИИ XLIGHT В РОССИИ



Телефон: (495) 232-1652 • E-mail: info@xlight.ru • Web: www.xlight.ru

Реклама

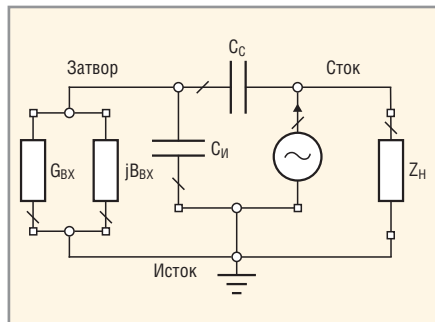


Рис. 2. Эквивалентная схема смесителя

моделируя схему смесителя. Модуль коэффициента обратной связи K_{OC} можно для оценочного расчёта установить в пределах 0,1...0,5. Мгновенное напряжение на затворе не должно опускаться ниже отрицательного допустимого значения $u_{доп}$ и превышать 0. Мгновенное напряжение на стоке должно находиться в пределах от 0 до максимально допустимого u_{max} .

Связь коэффициента обратной связи с импедансом (адмитансом) входной цепи

Для получения указанной связи составим выражение для K_{OC} используя эквивалентную схему смесителя, приведённую на рисунке 2. Здесь транзистор изображён в виде эквивалентной схемы, содержащей ёмкость затвор-исток $C_{И}$, ёмкость затвор-сток C_C и гене-

ратор переменного тока стока. Для простоты не учтены индуктивности выводов и потери мощности в канале транзистора. Выходная цепь смесителя представлена её входным импедансом $Z_{И}$, входная цепь – действительной $G_{ВХ}$ и мнимой $jB_{ВХ}$ составляющими её адмитанса $Y_{ВХ}$.

Из соотношения (1) и рисунка 2 следует, что

$$K_{OC} = \frac{Z'_{ВХ}}{Z'_{ВХ} + 1/j\omega C_C}$$

где

$$Z'_{ВХ} = \frac{1}{Y_{ВХ} + j\omega C_{И}}$$

После несложных преобразований получим соотношения для модуля и фазы коэффициента обратной связи:

$$K_{OC} = \frac{\omega C_C}{\sqrt{G_{ВХ}^2 + (B_{ВХ} + \omega C_K)^2}} \quad (6)$$

$$\phi_{OC} = \frac{\pi}{2}(4n + 1) -$$

$$- \arctg \frac{B_{ВХ} + \omega C_K}{G_{ВХ}}, n = 0, 1, 2, \dots \quad (7)$$

где $C_K = C_{И} + C_C$ – суммарная ёмкость канала транзистора. Соотношения (5)–(7) дают возможность рассчитать действительную и мнимую составляющие адмитанса входной це-

пи. Для этого необходимо знать следующие параметры смесителя: ϕ_S, ϕ_H, C_K, C_C .

РЕЗУЛЬТАТЫ АНАЛИТИЧЕСКОГО РАСЧЁТА

Моделирование смесителя в программе Microwave Office дало следующие результаты: $\phi_S = -35^\circ, \phi_H = -120^\circ$. Кроме того, известны параметры транзистора: ёмкость канала $C_K = 0,45$ пФ, ёмкость затвор-сток $C_C = 0,15$ пФ, допустимое отрицательное напряжение на затворе $u_{доп} = -4$ В, максимально допустимое напряжение на стоке $u_{max} = 7$ В.

В результате получены следующие ориентировочные значения действительной и мнимой составляющей адмитанса входной цепи $Y_{ВХ}$ на промежуточной частоте $G_{ВХ} = 2,6 \times 10^{-3}$ Сим, $B_{ВХ} = 8,2 \times 10^{-3}$ Сим. Учитывая, что импеданс $Z_{ВХ} = R_{ВХ} + jX_{ВХ} = 1/Y_{ВХ}$, запишем $R_{ВХ} = 35$ Ом, $X_{ВХ} = 110$ Ом. Полученные значения составляющих адмитанса или импеданса позволяют спроектировать входную цепь смесителя.

РЕЗУЛЬТАТЫ МОДЕЛИРОВАНИЯ

Были рассмотрены два варианта входной цепи смесителя LO. В первом варианте (LO1) получено полное согласование гетеродина с тран-

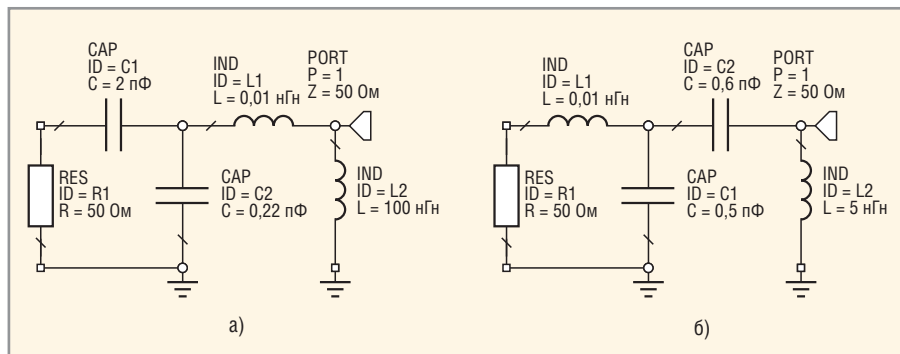


Рис. 3. Варианты входной цепи смесителя частот а) входная цепь LO1, б) входная цепь LO2

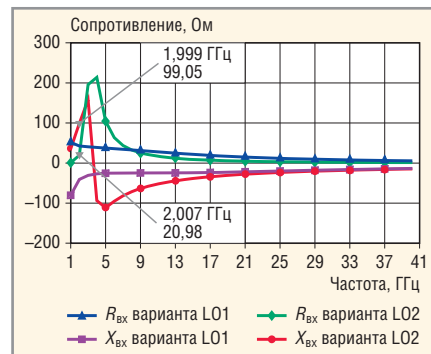


Рис. 4. Зависимость от частоты составляющих импеданса входной цепи смесителя

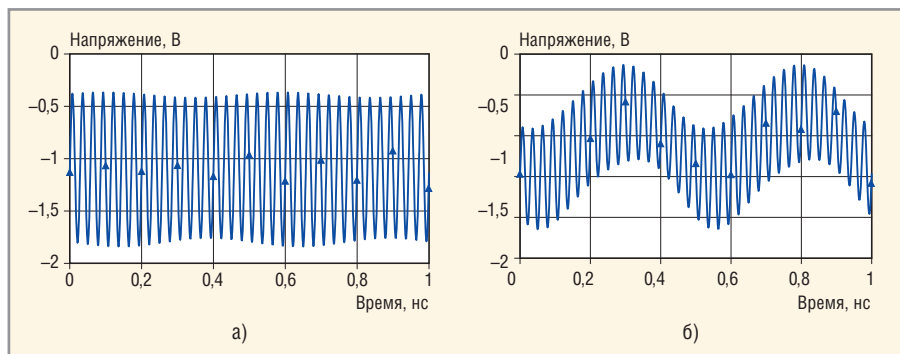


Рис. 5. Напряжение на затворе транзистора а) входная цепь LO1, б) входная цепь LO2

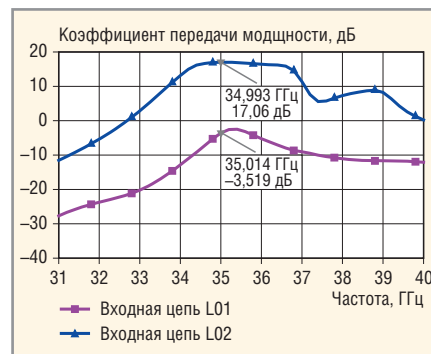


Рис. 6. Зависимость коэффициента передачи мощности смесителя от частоты гетеродина

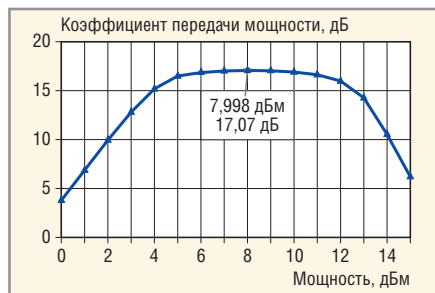


Рис. 7. Зависимость коэффициента передачи мощности смесителя K_p от мощности гетеродина

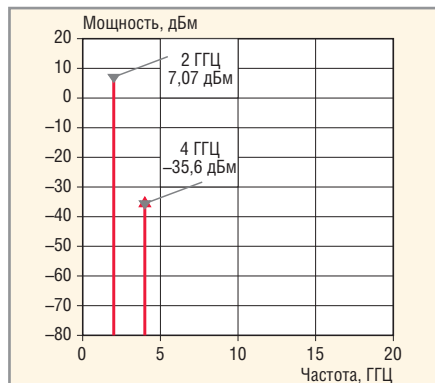


Рис. 8. Выходной спектр смесителя

зистором на частоте 35 ГГц, но без учёта того, каким получился импеданс транзистора на промежуточной частоте 2 ГГц. Во втором варианте (LO2), помимо согласования на частоте гетеродина, была учтена необходимость получения на промежуточной частоте рассчитанных значений $G_{вх}$ и $B_{вх}$. Электрические схемы обоих вариантов приведены на рисунке 3.

Источник колебаний частоты гетеродина представлен сопротивлением R1, порт P1 соединён с затвором транзистора. В варианте LO1 ёмкость C1 – разделительная, блокировочная индуктивность L2 предназначена для подведения к затвору транзистора постоянного напряжения смещения.

Для обоих вариантов входной согласующей цепи были рассчитаны зависимости действительной и мнимой составляющих импеданса со стороны транзистора от частоты $Z_{вх} = R_{вх} + jX_{вх}$ (см. рис. 4). Видно, что на частоте гетеродина 35 ГГц импедансы обоих вариантов примерно одинаковы, однако на промежуточной частоте 2 ГГц имеется существенная разница: в варианте LO1 мнимая составляющая импеданса $X_{вх}$ носит ёмкостной характер, а в варианте LO2 – индуктивный. Значения $R_{вх} = 21$ Ом и $X_{вх} = 99$ Ом близки к полученным при аналитическом расчёте.

На рисунке 5 показаны зависимости мгновенного напряжения на затво-

ре транзистора в смесителе для двух вариантов входной цепи при частоте гетеродина 35 ГГц. Видно, что при втором варианте входной цепи (LO2) в напряжении на затворе появилась значительная составляющая промежуточной частоты 2 ГГц.

Результаты расчёта амплитудно-частотной характеристики смесителя при использовании двух вариантов входной цепи представлены на рисунке 6. Видно, что использование предложенного метода привело к увеличению коэффициента передачи мощности смесителя K_p на 20 дБ.

Расчёт амплитудной характеристики смесителя с входной цепью LO2 на частоте гетеродина 35 ГГц показал диапазон мощностей гетеродина, соответствующих наибольшему K_p (см. рис. 7), где оптимальной мощностью гетеродина является 5...11 дБм.

На рисунке 8 показан выходной спектр смесителя при частоте гетеродина 35 ГГц, мощности гетеродина 8 дБм и мощности сигнала –10 дБм. Видно, что на выходе смесителя имеются колебания промежуточной частоты и ослабленная приблизительно на 40 дБ её вторая гармоника.

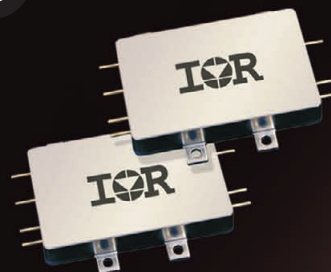
ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате компьютерного моделирования и аналитических расчётов спроектирована электрическая схема транзисторного смесителя частот миллиметрового диапазона длин волн, в которой колебания частоты сигнала подводятся к стоку транзистора, а частоты гетеродина – к его затвору. Показано, что основным параметром смесителя – коэффициент передачи мощности – в значительной мере зависит от построения входной цепи: помимо согласования гетеродина с транзистором, она должна обеспечить необходимую обратную связь по напряжению промежуточной частоты. Спроектированный смеситель отличается высоким коэффициентом передачи и чистым выходным спектром.

ЛИТЕРАТУРА

1. Описание программы Microwave Office. Examples, FET Mixer.
2. Hewlett Packard Application Note G005. Active GaAS FET Mixers Using the ATF-10136, ATF-13736, ATF-13484.
3. *Нейман М.С.* Курс радиопередающих устройств. Советское Радио, 1965.

Радиационно-стойкие DC/DC-преобразователи



Серия LS со встроенным помехоподавляющим фильтром

Габаритные размеры: 38,1×58,42×10,8 мм

Основные характеристики

- диапазон входных напряжений 18...40 В
- выходные напряжения от 1,5 до 15 В
- выходные мощности от 12 до 30 Вт
- встроенный помехоподавляющий фильтр на входе обеспечивает соответствие требованиям стандарта MIL-STD-461C, GE03 к кондуктивным помехам
- КПД до 83%
- гарантируется отсутствие обратимых и катастрофических отказов от одиночных эффектов при пороговых ЛПЭ частиц более 82 МэВ·см²/мг и значении поглощённой дозы 100 крад (Si)
- масса < 80 г

Применение

аппаратура ракетно-космической техники



International IOR Rectifier

ОФИЦИАЛЬНЫЙ ПАРТНЁР INTERNATIONAL RECTIFIER HIREL В РОССИИ

PROSOFT COMPONENTS

Тел.: (495) 232-2522 • www.prochip.ru
E-mail: info@prochip.ru.

Интеграция программных платформ Cadence и Ansys для полного электромагнитного анализа печатных плат

Анатолий Сергеев (Москва)

В статье описаны возможности интегрирования программной платформы для проектирования печатных плат Cadence Allegro и набора программ для анализа целостности сигналов и объёмного электромагнитного моделирования Ansys Ansoft.

Разработка современных печатных плат предполагает тесную интеграцию программных средств проектирования и моделирования. Такая интеграция подразумевает, в свою очередь, создание наиболее полного виртуального прототипа платы и анализа её работы. Ситуация, когда для отладки производится опытный образец, например физический прототип печатной платы, является недопустимой.

Почему физический прототип высокочастотного печатного узла не может быть отлажен? Современная микроэлектронная аппаратура реализуется на СБИС, которые размещены в корпусах с большим (до 1000 и более) числом выводов на многослойных печатных платах (МПП). Учитывая широкий диапазон частот, типичный для таких узлов, любой контрольный вывод служит антенной и вносит искажения в показания тестирующей аппаратуры. Высокочастотный сигнал, проходящий по проводникам во внутренних слоях МПП, вообще недоступен для наблюдения.

Даже если удастся провести измерения и по их результатам внести изменения в физический прототип, то в большинстве случаев эта процедура не даёт 100-% результата. Это объясняется тем, что после отладки прототипа соответствующие изменения

будут внесены в конструкторскую документацию и реализованы в том виде и по той технологии, которая принята для конечного продукта. Поэтому нет никакой гарантии, что после изготовления нового, дорогостоящего физического прототипа МПП не придётся вносить новых изменений. Чем выше быстродействие узла, тем ниже вероятность успеха такой итерационной процедуры отладки. Следовательно, использование виртуального прототипа для высокоскоростных печатных узлов позволяет устранить противоречие между желаемой скоростью вывода изделия на рынок и длительностью отладки прототипа.

Задача создания виртуального прототипа печатной платы и моделирование его работы выходит за рамки возможностей САПР печатных плат. Необходим программный комплекс, включающий в себя средства объёмного моделирования.

Линейка программных продуктов для проектирования печатных плат Cadence Allegro/OrCAD PCB Designer может быть интегрирована со средствами объёмного электромагнитного моделирования Ansys Ansoft через специальный интерфейс Solver on Demand. Этот интерфейс разработан инженерами обеих компаний с целью упрощения двустороннего обмена данными между САПР Cadence

и Ansys. Передача информации происходит одним кликом мыши благодаря встроенному в интерфейс Allegro PCB Editor специальному меню ANSYS (см. рис. 1), которое появляется в редакторе топологии Allegro PCB Editor после установки программного модуля Ansoft Translators 5.0 for ECAD Geometry.

Программная платформа Ansys Ansoft состоит из нескольких основных продуктов:

- программы High Frequency System Simulator (HFSS), предназначенной для анализа трёхмерных СВЧ-структур, в том числе антенн и невзаимных устройств, содержащих ферриты;
- SIWave – программы анализа целостности сигналов, шин питания и земли на печатных платах;
- TPA (Turbo Packager Analyzer) – программы автоматического расчёта паразитных параметров корпусов интегральных микросхем;
- Q3DExtractor – программы для разработки МПП, сложных корпусов интегральных схем и пассивных трёхмерных элементов, встроенных в кристалл;
- Ansoft Designer – программы для проектирования электронных схем и радиосистем различного назначения, являющейся инструментом совместной симуляции на уровне системы с учётом отдельных блоков, разработанных на электродинамическом уровне.

Существует несколько способов передать проект из Allegro в различные редакторы Ansys Ansoft. Для анализа целостности сигналов на печатной плате в программе SIWave достаточно

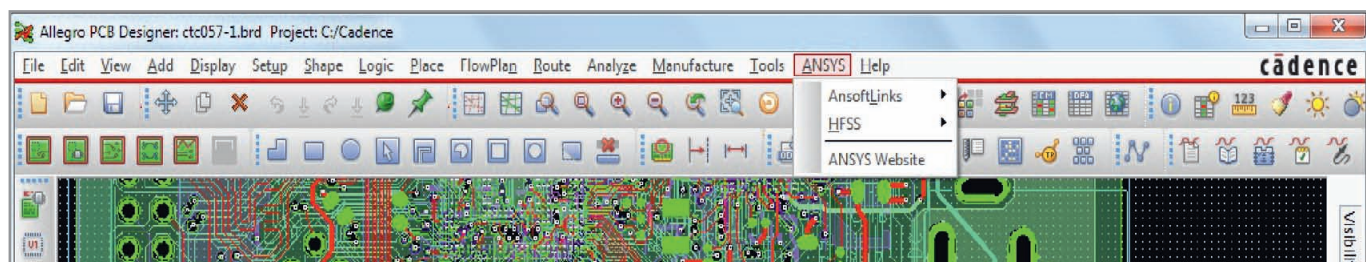


Рис. 1. При установке Ansoft Translators 5.0 for ECAD Geometry в Allegro PCB Designer становится доступным новое меню ANSYS

выбрать в Allegro PCB Editor меню Ansys – AnsoftLinks – Launch SIWave. При этом не требуется каких-либо дополнительных настроек. База данных проекта будет передана в полном объёме в SIWave (см. рис. 2).

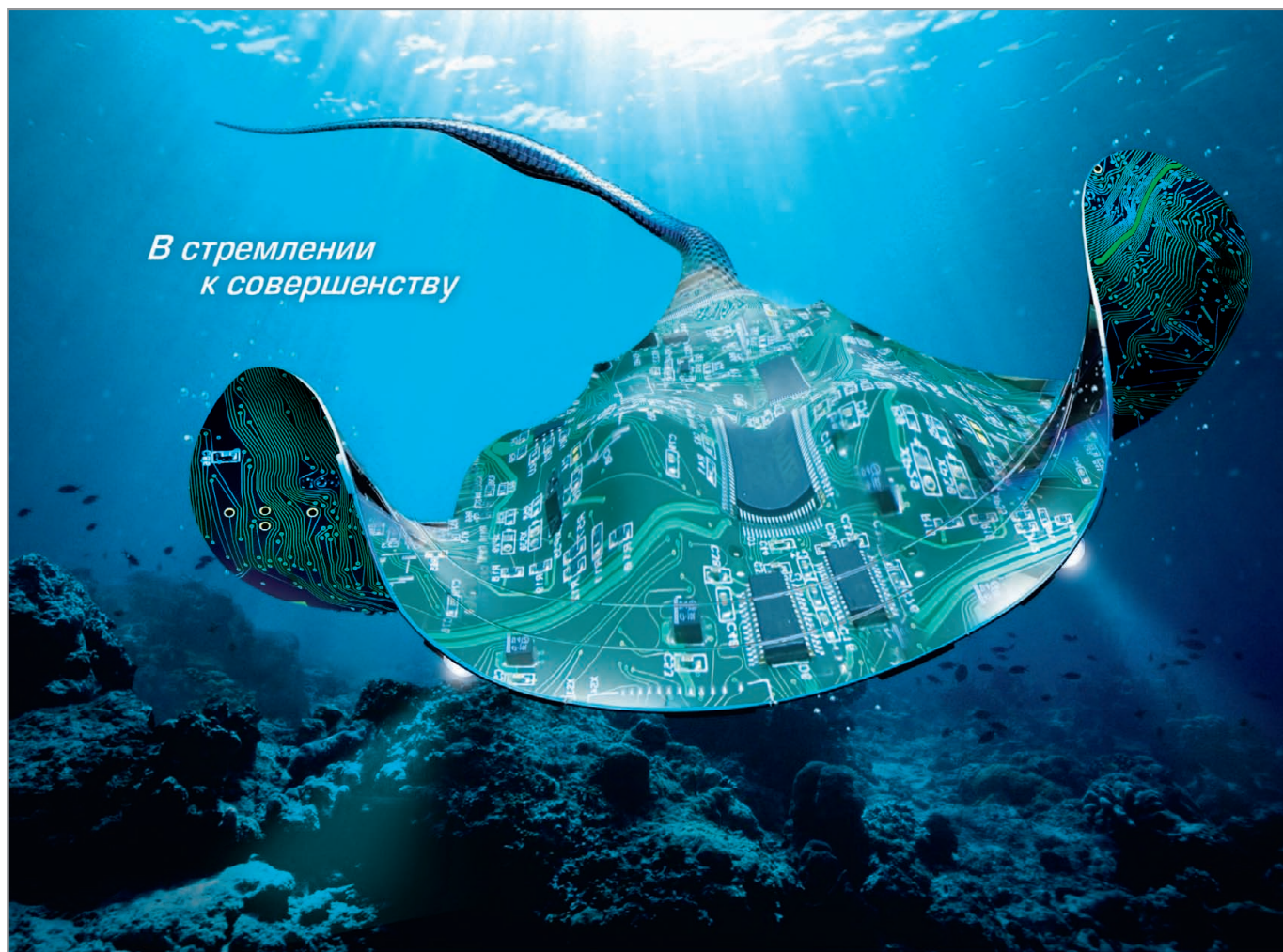
Такой интерфейс значительно экономит время, почти полностью исключая ручную доработку проекта в SIWave. Таким образом, инженер может достаточно быстро перейти к настройке и получению результатов моделирования, минуя рутинные операции. Для поиска и устранения формальных недочётов в топологии, таких как плавающие цепи, самопересекающиеся полигоны и т.д., в SIWave встроена система проверки правил проектирования.

Результаты моделирования в SIWave могут быть получены в различном виде, в том числе в форме анимации. Например, анализ работы внутренних слоёв питания и земли в некотором диапазоне частот, близких к резонансным, позволяет определить места для установки развязывающих конденсаторов в случае обнаружения нежелательных источников электромагнитных помех (см. рис. 3). Среда SIWave обладает собственной библиотекой моделей конденсаторов и других дискретных компонентов различных производителей, которые могут быть дополнены внешними библиотеками, взятыми с соответствующих интернет-страниц. Всего в SIWave доступно более 20 видов анализа. После моде-

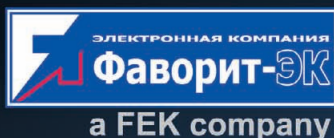
лирования проект может быть полностью откорректирован как в среде Ansoft SIWave, так и в Allegro PCB Designer.

Следует отметить, что сама среда SIWave имеет интуитивно понятный интерфейс и не требует много времени на освоение. Часть настроек выполняется схожим с Allegro PCB Designer образом.

Следующий способ передачи проекта из Allegro в Ansys – использование промежуточной программы AnsoftLinks. Эта небольшая программа была создана специально для организации интерфейса между различными САПР и программными продуктами Ansys Ansoft. Через AnsoftLinks весь проект (или его часть)



*В стремлении
к совершенству*



Комплексные поставки электронных компонентов СПЕЦИАЛЬНОГО, ДВОЙНОГО И ОБЩЕГО НАЗНАЧЕНИЯ

Закрытое Акционерное Общество «Фаворит – Электронная Компания»
Web: www.favorit-ec.ru ■ тел./ факс: +7(495)627-76-24

Представительство ЗАО «Фаворит – ЭК»
в Республике Беларусь, г. Минск
Тел.: +375 (17) 207-01-85
info@favorit-ec.ru

Представительство ЗАО «Фаворит-ЭК»
в Санкт-Петербурге. ООО «Невская Электронная Компания»
Тел.: +7 (812) 449-52-40
www.spbnek.ru • nek@spbnek.ru

Представительство ЗАО «Фаворит – ЭК»
в Нижнем Новгороде
Тел.: +7 (910) 886-80-60
alexandra@favorit-ec.ru

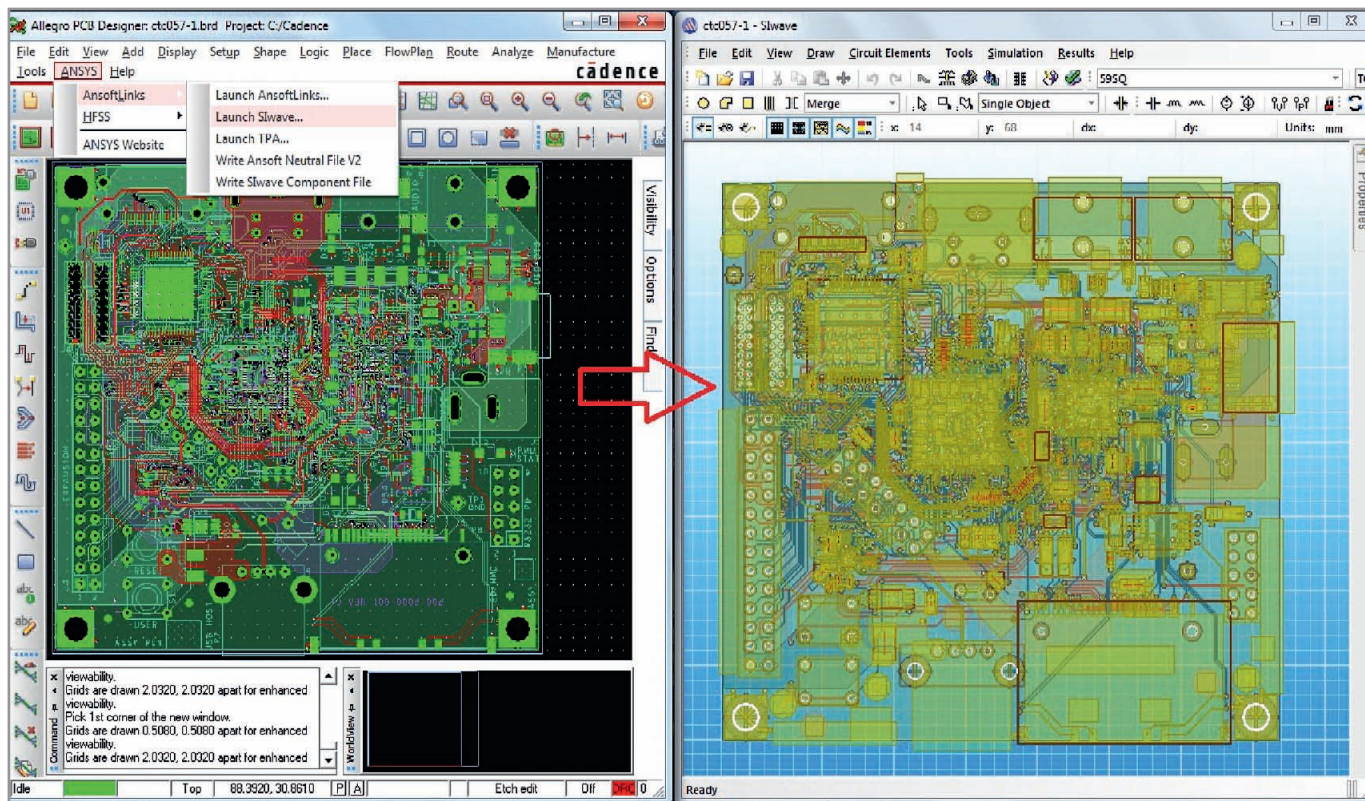


Рис. 2. Передача данных из Allegro PCB Designer в программу для анализа целостности сигналов SIWave происходит одним кликом мыши

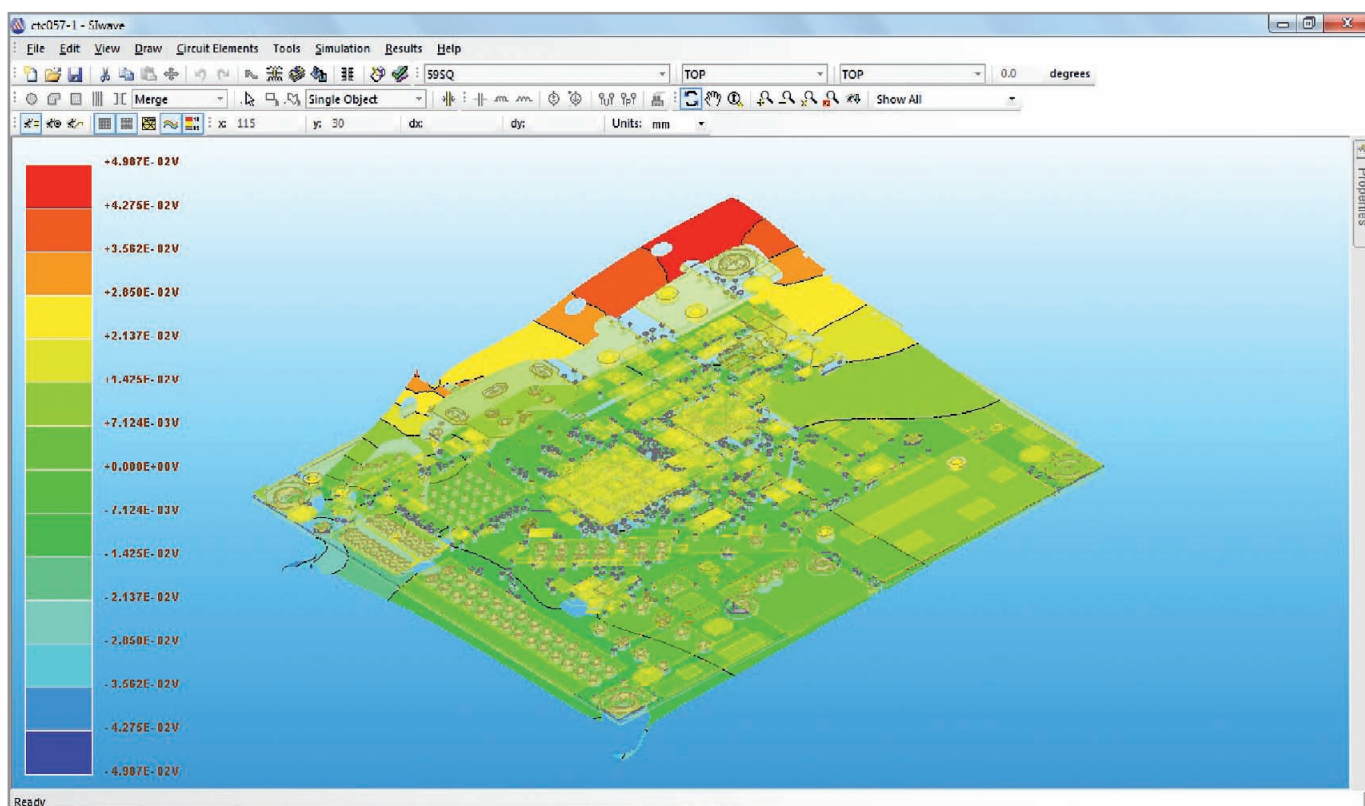


Рис. 3. Результаты моделирования в SIWave могут быть отображены в виде анимации

может быть передан в любую программу линейки Ansoft. Программа также позволяет настраивать точность 3D-моделей объектов топологии. Как и в случае с SIWave, проект из Allegro PCB Designer передаётся в AnsoftLinks автоматически при выборе меню Ansys – AnsoftLinks – Launch

AnsoftLinks. При этом плата в AnsoftLinks будет представлена в 2D-виде (см. рис. 4).

В левой части окна программы AnsoftLinks расположены две вкладки. С помощью вкладки Layers можно отключать или включать слои в проекте. С помощью вкладки Nets – выбирать

цепи, как из списка, так и на самой плате, и передавать их в HFSS и Q3D Extractor (см. рис. 5). В меню Edit доступно редактирование объектов проекта, например, заполнение переходных отверстий и выбор материала заполнения. Точность модели можно задавать через меню Edit – Vias. Пол-

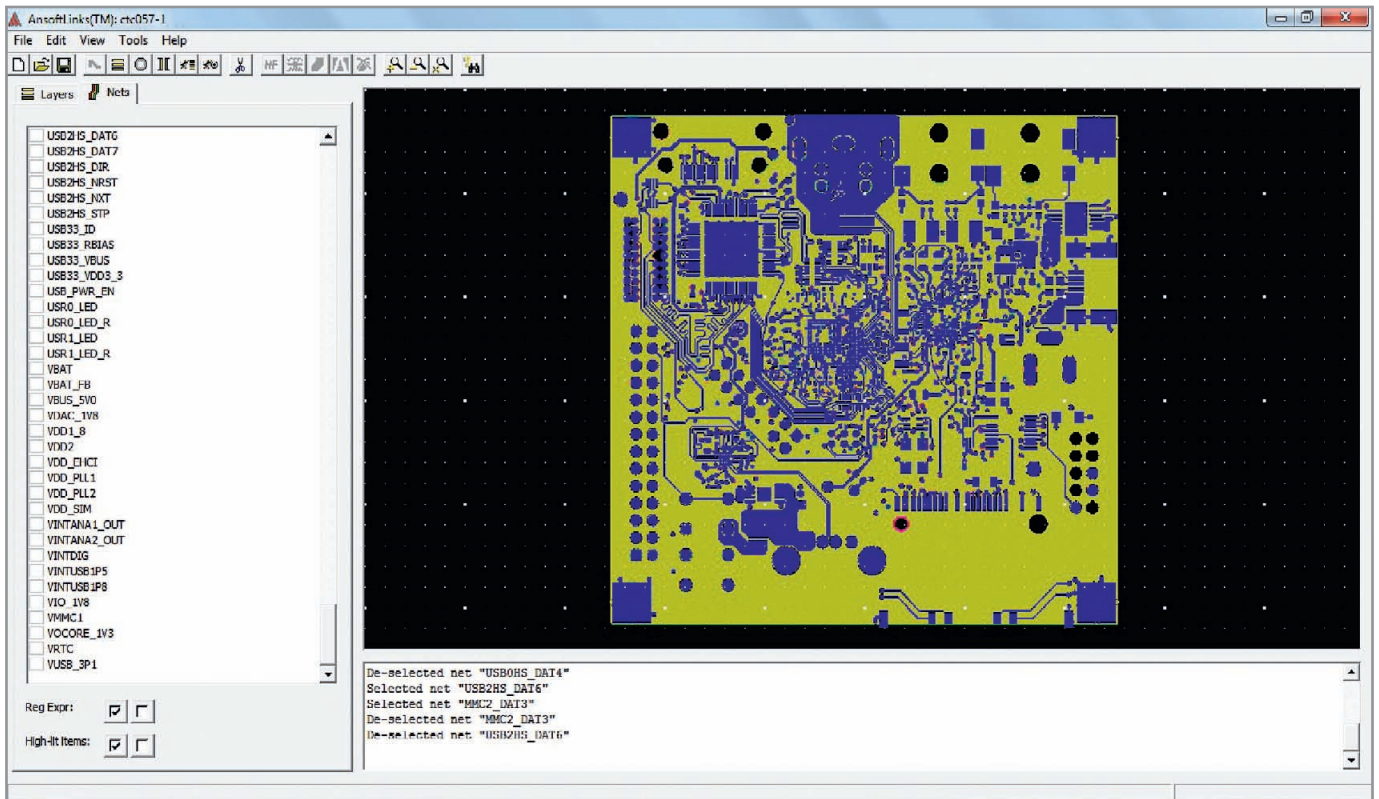


Рис. 4. Двумерное представление платы в AnsoftLinks

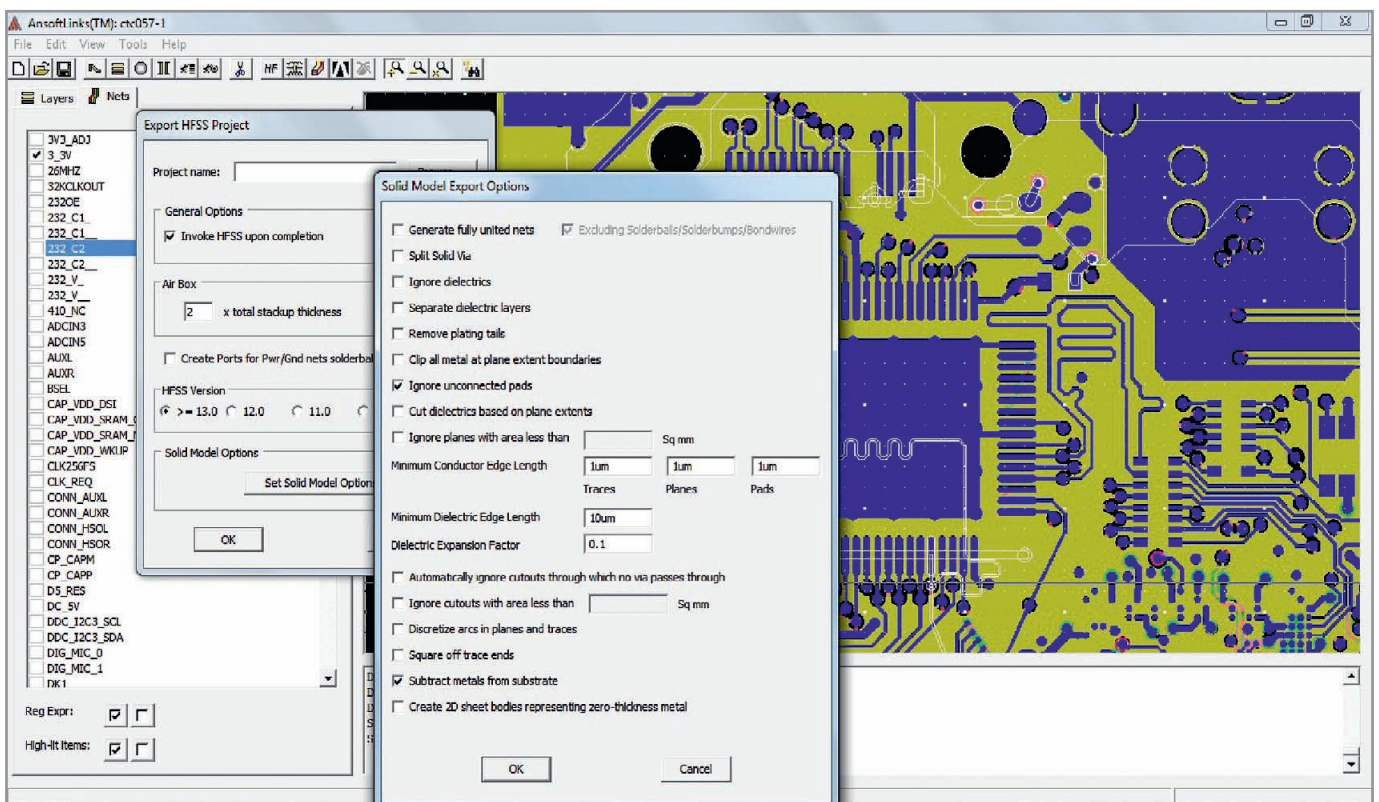


Рис. 5. В AnsoftLinks необходимо выбрать цепи для передачи их в HFSS или Q3DExtractor

ный список форматов для экспорта проекта из AnsoftLinks доступен в меню File – Import.

Наиболее совершенным способом передачи информации из Allegro PCB Designer является технология Solver on Demand, когда все предварительные настройки для моделирования в HFSS

делаются непосредственно в среде Allegro. К ним относится указание фрагмента топологии, для которого необходимо провести анализ, определение источников электромагнитных сигналов, определение воздушных границ, частотного диапазона и т.д. Все эти настройки доступны в окне Con-

figure HFSS из меню Ansys – HFSS – Options (см. рис. 6).

На вкладке Nets можно из списка или прямым выделением в проекте указать цепи для моделирования, а также принадлежность цепей к питанию или заземлению. На вкладке Ex-tents запрашивается граница обла-

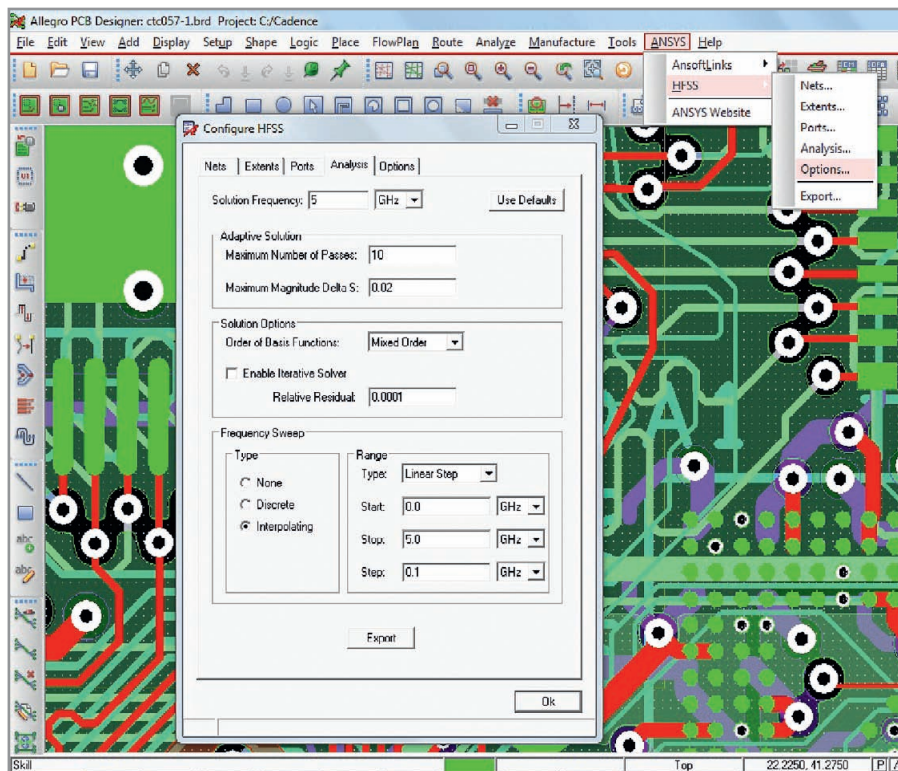


Рис. 6. Все предварительные настройки перед началом моделирования в HFSS выполняются в среде Allegro

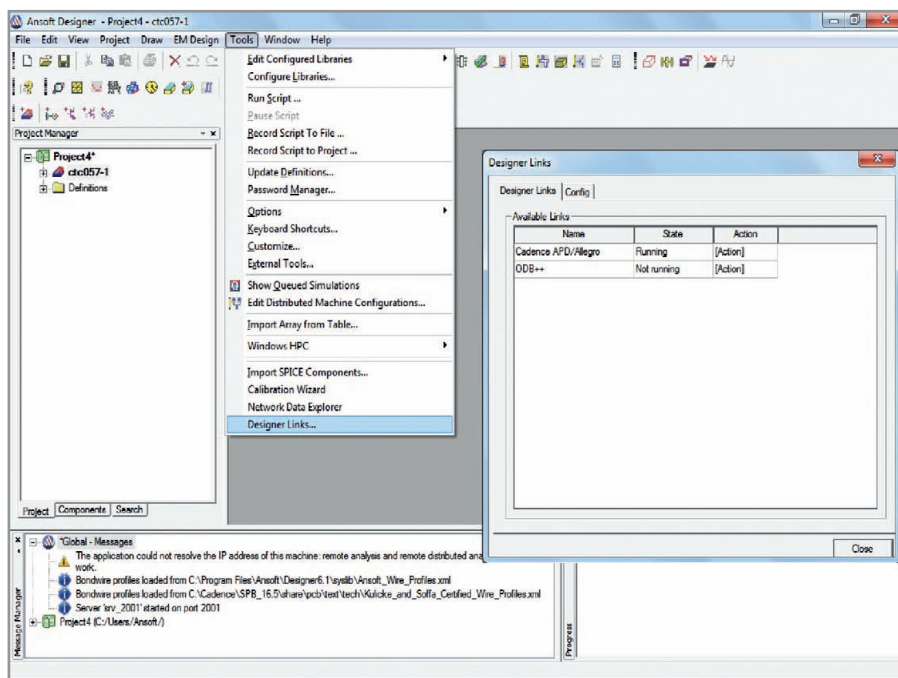


Рис. 7. Для экспорта проекта со всеми настройками из Allegro PCB Designer для моделирования средствами HFSS используется Ansoft Designer

ти для моделирования. Здесь необходимо полигоном или прямоугольником выбрать данную область на плате и занести её в базу данных для моделирования. На вкладке Ports выбираются порты для указания источников возбуждения. На вкладке Analysis задаётся частота решения, количество проходов, диапазон частот и шаг выборки по частотам, и т.д. На вкладке Options описываются параметры ди-

электрика, объёмной области моделирования и устанавливается прямая связь с программой Ansoft Designer таким образом, что все настройки можно оперативно применить к проекту HFSS. При этом программа Ansoft Designer должна быть запущена, и в ней необходимо зайти в меню, устанавливающее связь с внешним приложением: Tools – Designer Links (см. рис. 7).

Следует пояснить, что Ansoft Designer имеет общую программную платформу с HFSS и по сути поднимает проектирование СВЧ, ВЧ, высокоскоростных цифровых схем и систем связи на более высокий уровень. Среда Ansoft Designer объединяет в одном интерфейсе анализ на электромагнитном, схемном и системном уровнях. Программа решает в том числе и стандартные задачи, такие как расчёт устойчивости и проектирование согласующих структур транзисторных СВЧ-усилителей, перестраиваемых генераторов, смесителей, систем связи, антенн и т.д. Импортрование, выделение параметров, мгновенный переход от схемного к топологическому представлению, интеграция с другими программами фирмы Ansoft – всё это реализовано в Ansoft Designer.

После указания всех параметров для моделирования по команде Export, расположенной на вкладке Analysis, происходит передача проекта. Теперь работа продолжается в Ansoft Designer. Если необходимо изменить настройки моделирования, можно вернуться в Allegro PCB Designer и настроить всё заново. Следует отметить, что настройки проекта Allegro для HFSS хранятся в специальном файле с расширением ANX.

Таким образом, между системой проектирования печатных плат Cadence Allegro и пакетом программ для 3D-анализа СВЧ, ВЧ и быстродействующих цифровых устройств Ansys Ansoft реализован интерфейс, позволяющий интегрировать процессы проектирования и моделирования, т.е. получить законченное решение для проектирования и моделирования печатных плат, корпусов микросхем и систем на кристалле. Новейшая технология Solver on Demand упрощает передачу данных. При этом инженеру – конструктору плат не обязательно знать все нюансы работы в HFSS, поскольку предварительные настройки осуществляются в среде Allegro через специальное меню Ansys. Это значительно экономит время и повышает качество разработки электронных устройств.

ЛИТЕРАТУРА

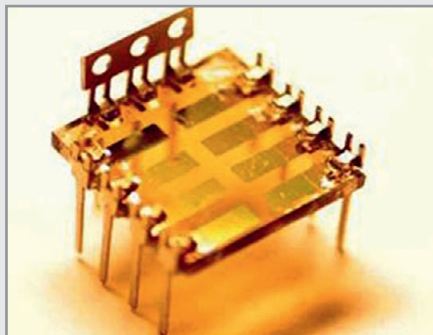
1. Ansys HFSS Solver on Demand for Cadence: Application Brief, 2011.
2. www.bareboard.ru.
3. www.cadence.com.
4. www.ansys.com.



Новости мира News of the World Новости мира

Учёные разрабатывают солнечные батареи небывалой эффективности

Группа учёных Кембриджского университета работает над новым поколением солнечных элементов, которые по своей эффективности захвата энергии не имеют аналогов в мире. По словам одного из исследователей, разрабатываемая технология позволит повысить эффективность на 25%.



Современные солнечные элементы обладают довольно низким коэффициентом полезного действия. Даже в самых эффективных образцах КПД не превышает 34%. Однако специалистам из Кембриджского университета удалось достичь эффективности в 44% благодаря созданию гибридной ячейки, которая поглощает не только свет красного диапазона спектра, но и часть голубого света.

Обычные солнечные батареи способны отдавать один электрон за каждый захваченный фотон. Ключевой особенностью является использование пентацена – органического полупроводника, который способен высвободить два электрона с каждого захваченного фотона из голубой части спектра.

Пока разработка новой технологии находится на стадии исследований и тестирования, но в недалёком будущем она вполне может стать основной для коммерческих солнечных батарей нового поколения.

tgdaily.com

Некоторые ЖК-панели растут в цене вопреки трендам отрасли

Согласно заявлению президента компании AU Optonics (AUO) Пола Пеня (Paul Peng), некоторые жидкокристаллические панели, несмотря на общий застой в отрасли, ощутимо подорожали. Это объясняется малыми производственными мощностями на линиях 7,5G.

Среди дефицитных товаров, которые отличились скачком цен, – 24-дюймовые плоские панели для мониторов и телевизио-

ров а также 40- и 42-дюймовые телевизионные панели. В то же время 32-дюймовые ТВ-панели стремительно дешевеют, что связано с наращиванием объёмов производства китайскими поставщиками.

Китайские компании фокусируются на выпуске моделей массового сегмента. Чтобы успешно конкурировать с ними, AUO планирует активно развивать новые технологии. Китай является одним из ключевых рынков сбыта для AUO и его доля составляет 25...26% от общего числа поставок.

digitimes.com

Инспекция FLA выявила на заводе Foxconn множество проблем

Инспекторы Ассоциации справедливого труда (Fair Labor Association, FLA), прибывшие в начале прошлой недели на заводской комплекс Foxconn Technology Group в Шэньчжэне, известный как Foxconn City, с целью проверки условий труда и быта работников компании, выявили массу недостатков. Как известно, Apple является первой технологической компанией, присоединившейся к FLA, и данная инспекция была начата по её инициативе.



Президент FLA Аурет ван Херден (Auret van Heerden) в телефонном интервью ресурсу Bloomberg рассказал, что у проверяющих в ходе инспекции комплекса Foxconn возникло множество вопросов. Он не стал объяснять журналистам, о чём именно идёт речь, пообещав лишь, что вскоре будут опубликованы предварительные выводы, содержащие немало интересного.

Ранее сообщалось, что итоги инспекции, а также рекомендации будут опубликованы в начале марта на сайте FLA по адресу www.fairlabor.org.

Аурет ван Херден утверждает, что Apple будет предоставлена возможность оспорить или согласиться с рекомендациями специалистов FLA.

«Foxconn оказывает всестороннее содействие в проведении инспекции, итоги которой вскоре будут опубликованы вместе с рекомендациями», – сообщается в электронном послании FLA. Ассоциация справедливого труда также отметила профессиональный подход Foxconn к проводи-

мой инспекции, что наверняка поможет выявить проблемы с целью их дальнейшего решения.

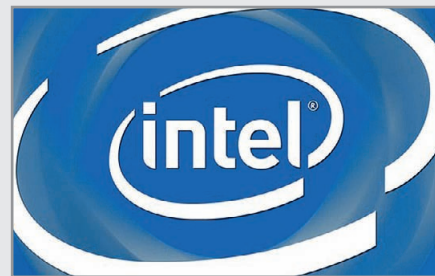
Заметим, что в интервью Reuters глава FLA заявил, что заводы Foxconn являются «первоклассными» и выразил удивление по поводу того, насколько там спокойнее по сравнению с местными швейными фабриками.

bloomberg.com

Intel пришла к мирному соглашению с властями штата Нью-Йорк

Мирным соглашением завершился судебный процесс по обвинению корпорации Intel в нарушении антимонопольного законодательства, инициированный в 2009 г. генеральным прокурором штата Нью-Йорк Эндрю Куомо (Andrew Cuomo), ныне губернатором штата. В иске, поданном в окружной суд штата Делавэр, утверждалось, что Intel склоняла производителей компьютеров к подписанию эксклюзивных соглашений в обмен на многомиллионные суммы, а также угрожала наказанием тем, кто собирался приобретать чипы у конкурентов.

В нынешнем соглашении между Intel и генеральным прокурором штата Нью-Йорк, ставшим возможным благодаря декабрьскому решению суда, существенно сократившему перечень обвинений, указано, что «Intel не признаёт ни нарушений законодательства, ни справедливости обвинений», а поэтому не собирается ничего менять в способах ведения бизнеса. Тем не менее, в рамках соглашения Intel придётся выплатить \$6,5 млн. в качестве компенсации издержек прокуратуры в связи с этим судебным процессом.



«Мы всегда заявляли о том, что деловая практика Intel неизменно основывается на принципах законности, способствует конкуренции и ведётся в интересах, в том числе, и наших заказчиков, и мы рады, что в этих разбирательствах поставлена точка», – сообщил вице-президент и генеральный советник Intel по правовым вопросам Дуг Меламед (Doug Melamed).

reuters.com

Реализация многозадачного проекта на микроконтроллере ARM7 без использования операционных систем

Константин Оськин (г. Пермь)

В статье описывается способ реализации переключения задач встроенной программы микроконтроллера ARM7 без использования операционной системы. Рассмотрены особенности переключения задач, в том числе организация пятизадачного приложения с использованием карусельного механизма переключения задач.

Использование встроенных операционных систем при разработке приложений для микроконтроллеров предоставляет разработчику набор средств для конфигурирования временных характеристик программы микроконтроллера. Наличие стандартной отлаженной системы позволяет быстро построить новый проект и разграничить в нём выполнение таких задач, как информационный обмен, аналого-цифровое и цифроаналоговое преобразование, вычисление управляющих воздействий по входным параметрам, архивация данных и др. Тем не менее, на ранних этапах освоения новых семейств микроконтроллеров возникает проблема с выбором и освоением новых операционных систем. В данной статье представлен способ организации многозадачных приложений для микроконтроллеров ARM7 без использования встроенных операционных систем. Сам механизм рассмотрен на примере микроконтроллера LPC2134, однако технология применима к любому микроконтроллеру семейства ARM7.

Рассмотрим самый простой механизм переключения задач операционной системой. По возникновению сигнала операционная система определяет источник, требующий передачи управления, определяет его приоритет и, если приоритет источника выше, чем приоритет текущего процесса, передаёт ему управление. Процесс, прерываемый новой задачей, назовём фоновым процессом, а процесс, прервавший её, – приоритетным. При передаче управления операционная система сохраняет контекст прерванной задачи и точку, куда следует возвратиться после окончания выполнения приоритетной задачи.

Организация режимов работы ядра ARM7 достаточно подробно рассмотрена в [1–3]. Не повторяясь, отметим

следующее. Переход в режимы FIQ, IRQ осуществляется по запросу от источника прерывания. Поскольку эти режимы являются привилегированными по отношению к пользователю (User), в них доступно обращение к битам регистра состояния программы CPSR с последующим переключением режима. Кроме того, каждый режим имеет свой собственный стек, регистр указателя вершины стека и регистр связи, которые автоматически обновляются и переключаются при смене режима работы ядра. Следует уточнить, что в режиме System ядро оперирует данными пользовательского режима, т.е. стек и все регистры R0–R14 у них общие.

Теперь рассмотрим состояние ядра при переходе в режим, например, быстрого прерывания FIQ. Этот режим представляется автору оптимальным, т.к. обеспечивает наименьшее время реакции на прерывания по каналу FIQ. Согласно описаниям [1, 2], программа, переключившись в режим быстрого прерывания и сохранив следующую команду, переходит на вектор быстрого прерывания из таблицы векторов. Авторы упомянутых книг и разработчики систем программирования для микроконтроллеров ARM7 предлагают стартовый код, приведённый в листинге 1:

Листинг 1. «Стандартный» стартовый код ARM7

```
Vectors LDR    PC, Reset_Addr
LDR    PC, Undef_Addr
LDR    PC, SWI_Addr
LDR    PC, PAbt_Addr
LDR    PC, DAbt_Addr
NOP ; Reserved Vector
LDR    PC, IRQ_Addr
LDR    PC, [PC, #-0x0FF0]; Vector
from VicVectAddr
LDR    PC, FIQ_Addr
```

```
Reset_Addr DCD Reset_Handler
Undef_Addr DCD Undef_Handler
SWI_Addr DCD SWI_Handler
PAbt_Addr DCD PAbt_Handler
DAbt_Addr DCD DAbt_Handler
DCD 0 ; Reserved Address
IRQ_Addr DCD IRQ_Handler
FIQ_Addr DCD FIQ_Handler
```

```
Undef_Handler B Undef_Handler
SWI_Handler B SWI_Handler
PAbt_Handler B PAbt_Handler
DAbt_Handler B DAbt_Handler
IRQ_Handler B IRQ_Handler
FIQ_Handler B
FIQ_Handler
```

Здесь все переходы надёжно заглушены инструкциями типа FIQ_HandlerB FIQ_Handler. Попав в эту заглушку, ядро содержит в регистрах R0–R8 данные прерванной программы. Значения этих регистров можно назвать контекстом прерванного процесса. Напомним, что согласно стандарту, рекомендованному фирмой ARM, регистры R0–R3 (a1–a4) должны использоваться для передачи параметров подпрограмм и функций, а R4–R11 (v1–v8) – для хранения локальных переменных [1].

Собственный обработчик прерывания должен выполнить обязательные действия – снять флаги прерывания и определить точку перехода на новую задачу. Обработчик не обязательно писать на ассемблере в коде запуска. Достаточно совершить переход на Си-функцию. При этом следует помнить, что не все инструкции перехода сохраняют адрес возврата в регистре связи. Также перед переходом на Си-функцию необходимо сохранить на стеке весь контекст прерванного процесса вместе с регистром связи, чтобы после выхода из Си-функции их можно было восстановить.

После выхода из функции следует подменить значение, хранящееся в регистре связи, новой точкой перехода, полученной в функции, и совершить выход из обработчика прерывания, сохранив при этом контекст прерванного процесса. Проблема реализации этих действий заключается в том, что после выхода из об-

работчика ядро меняет режим работы, а соответственно, и стек. Таким образом, возврат из приоритетной задачи, выполняемой в пользовательском режиме, будет затруднён отсутствием на стеке контекста прерванного процесса. Существует множество решений такой проблемы. По мнению автора, проще всего перейти в режим пользователя до выхода из обработчика прерывания и сохранить на стеке контекст. В листинге 2 приведён код программы обработки прерывания FIQ:

Листинг 2. Обработка прерывания FIQ

```

IMPORT FIQ_rtn ;СИ-подпрограмма
обработки прерывания
IMPORT ptp           ;точка пе-
рехода
IMPORT rp           ;точка
возврата
FIQ_Handler
    STMDB R13!, {R0-R8, R14}
    BL     FIQ_rtn
;СИ-функция
    LDMIA R13!, {R0-R8, R14}
;восстанавливаем исходное состоя-
ние стека
    LDR   R9, =rp
    STR   LR, [R9, #0]!
;Сохранили точку возврата прер-
ванного процесса, R9
    MSR   CPSR_c,
#Mode_USR ;переход в user
    STMDB R13!, {R0-R8}
;сохраняем стек для перехода на ptp
    LDR   R9, =rp
    LDR   LR, [R9]
    STMDB SP!, {LR}
;Помещаем точку возврата прерван-
ного режима на стек
    LDR   R9, =ptp
    LDR   LR, [R9]
;СОХРАНЯЕМ ТОЧКУ ПЕРЕХОДА
    SUBS  PC, LR, #0
    
```

Переход в режим пользователя и выполнение в нём, а не в FIQ, приоритетной задачи позволяет устранить одно досадное недоразумение, присущее ARM7, – отсутствие вложенных прерываний. Оставшись в режиме FIQ, мы не только пропустим вызовы FIQ, которые могут поступить за время выполнения новой задачи, но и заблокируем обработку всех остальных источников прерываний IRQ. Но после перехода в режим пользователя новая задача может быть также прервана новым прерыванием по каналу FIQ или IRQ. Более того, задача может быть вызвана рекуррентно или может быть прервана более приоритетной задачей.

После завершения работы приоритетной задачи потребуются переключиться на прерванный процесс. Контекст этого процесса как раз сохранён на стеке нашего режима. Таким образом, возврат к прерванному процессу может быть осуществлён, как показано в листинге 3:

Листинг 3. Выход из приоритетной задачи

```

EXPORT TASK_OUT
TASK_OUT
    LDMIA SP!, {LR}
;Восстановили точку возврата
    LDMIA SP!, {R0-R8}
;Восстановили контекст прерванно-
го процесса
    SUBS  PC, LR, #0x04
;Возврат к прерванному процессу
    
```

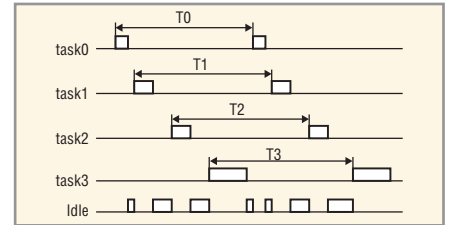
Таким образом, в обратном порядке со стека восстанавливаются точка возврата и контекст прерванного процесса. Если завершить Си-функцию процесса процедурой TASK_OUT, мы вернёмся к команде, на которой было прервано выполнение процесса. Но, поскольку возврат к прерванному процессу происходит при помощи команды SUBS PC, LR, #0x04, объявленная нами функция процесса завершится нештатно с точки зрения компилятора. Иными словами, любой компилятор перед вызовом функции поставит команду сохранения на стеке требуемых данных, а перед выходом из неё – восстановит их обратно. Поэтому на момент вызова TASK_OUT на стеке будут храниться некоторые данные, которые следует сбросить в самом начале выполнения процедуры TASK_OUT. Какие именно данные оставил на стеке компилятор, можно посмотреть в дизассемблированном коде программы.

Представленный механизм можно реализовать, например, в карусельном (round-robin) переключении задач. Для этого назначим прерыванию от системного таймера канал FIQ и настроим его на прерывания от регистров совпадения. В листинге 4 продемонстрирован механизм переключения задач на языке Си:

Листинг 4. Пример передачи управления задачам

```

uint32_t ptp, ptp0, ptp1, ptp2,
ptp3, rp; // Точки входа
приоритетных задач
void T0ISR(void) {
    if (T0TC >= T0MR0) {
        T0MR0 = T0TC + T0;
        ptp = ptp0;
    }
}
    
```



Временная диаграмма переключения задач

```

    if (T0TC >= T0MR1) {
        T0MR1 = T0TC + T1;
        ptp = ptp1;
    }
    if (T0TC >= T0MR2) {
        T0MR2 = T0TC + T2;
        ptp = ptp2;
    }
    if (T0TC >= T0MR3) {
        T0MR3 = T0TC + T3;
        ptp = ptp3;
    }
    T0IR |= 0x000000FF;
// Сбрасываем флаг прерывания
}
void init_tasks (void) {
    ptp0 = (unsigned)TASK0;
    ptp1 = (unsigned)TASK1;
    ptp2 = (unsigned)TASK2;
    ptp3 = (unsigned)TASK3;
}
    
```

Каждая задача будет включаться с заданным периодом. Временная диаграмма работы программы представлена на рисунке. Этот лабораторный пример можно усложнить назначением приоритета каждой задаче, блокировками прерываний подпрограмм обработки прерываний и т.д.

Однако предложенный способ имеет ряд недостатков. Во-первых, отсутствуют механизмы приостановки задачи, т.е. каждая новая задача будет запускаться с начала и выполняться до конца. Второй недостаток заключается в том, что данные и точки возврата разных задач приходится хранить на одном и том же стеке. Тем не менее, как было показано выше, предложенный механизм позволяет достаточно просто переключать циклически возникающие задачи.

ЛИТЕРАТУРА

1. Редькин П.П. Микроконтроллеры ARM7 семейства LPC2000. Руководство пользователя. Додэка-XXI, 2007.
2. Тревор М. Микроконтроллеры ARM7. Семейство LPC2000 компании Philips. Додэка-XXI, 2006.
3. LPC2131/2//4/6/8 User manual, Rev.02, www.nxp.com/documents/user_manual/UM10120.pdf.

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)

АКТИВНЫЙ КОМПОНЕНТ ВАШЕГО БИЗНЕСА

PROSOFT[®]
COMPONENTS

МОСКВА Тел.: (495) 234-0636 • Факс: (495) 234-0640 • E-mail: info@prochip.ru • Web: www.prochip.ru
С.-ПЕТЕРБУРГ Тел.: (812) 448-0444 • Факс: (812) 448-0339 • E-mail: info@spb.prosoft.ru • Web: www.prosoft.ru
ЕКАТЕРИНБУРГ Тел.: (343) 376-2820 • Факс: (343) 310-0106 • E-mail: info@prosoftsystems.ru • Web: www.prosoftsystems.ru
САМАРА Тел.: (846) 277-9166 • Факс: (846) 277-9165 • E-mail: info@samara.prosoft.ru • Web: www.prosoft.ru
НОВОСИБИРСК Тел.: (383) 202-0960; 335-7001/7002 • E-mail: info@nsk.prosoft.ru • Web: www.prosoft.ru
КИЕВ Тел.: (+380-44) 206-2343/2478/2496 • Факс: (+380-44) 206-2343 • E-mail: info@prosoft-ua.com • Web: www.prosoft.ru
УФА Тел.: (347) 292-5216/5217 • Факс: (347) 292-5218 • E-mail: info@ufa.prosoft.ru • Web: www.prosoft.ru
КАЗАНЬ Тел.: (843) 291-7555 • Факс: (843) 570-4315 • E-mail: info@kzn.prosoft.ru • Web: www.prosoft.ru
ОМСК Тел.: (3812) 286-521 • E-mail: omsk@prosoft.ru • Web: www.prosoft.ru
ЧЕЛЯБИНСК Тел.: (351) 239-9360 • E-mail: chelyabinsk@prosoft.ru • Web: www.prosoft.ru
КРАСНОДАР Тел.: (861) 224-9513 • Факс: (861) 224-9513 • E-mail: krasnodar@prosoft.ru • Web: www.prosoft.ru
Н. НОВГОРОД Тел.: (831) 215-4084 • Факс: (831) 215-4084 • E-mail: n.novgorod@prosoft.ru • Web: www.prosoft.ru

Реклама

Плотно упакованная повышенная мощность



Серия **SHR**

Источники питания
для промышленного
и медицинского
оборудования



Серия **MHP**



650 Вт

- Прочная промышленная конструкция
- Серия MHP предназначена для применения в медицинском электрооборудовании
- Вентиляторы установлены на верхней плоскости или задней стенке, исполнение в П-образном шасси для 650 Вт моделей
- Диапазон рабочих температур от -20 до $+70^{\circ}\text{C}$
- Регулируемая скорость вентилятора для уменьшения акустического шума
- Канал 5 В для обеспечения дежурного режима
- Сервисные функции: сигнал АС ОК, дистанционное включение/выключение, активное распределение выходного тока при параллельном соединении
- Гарантия 3 года



1000 Вт

XP XP Power

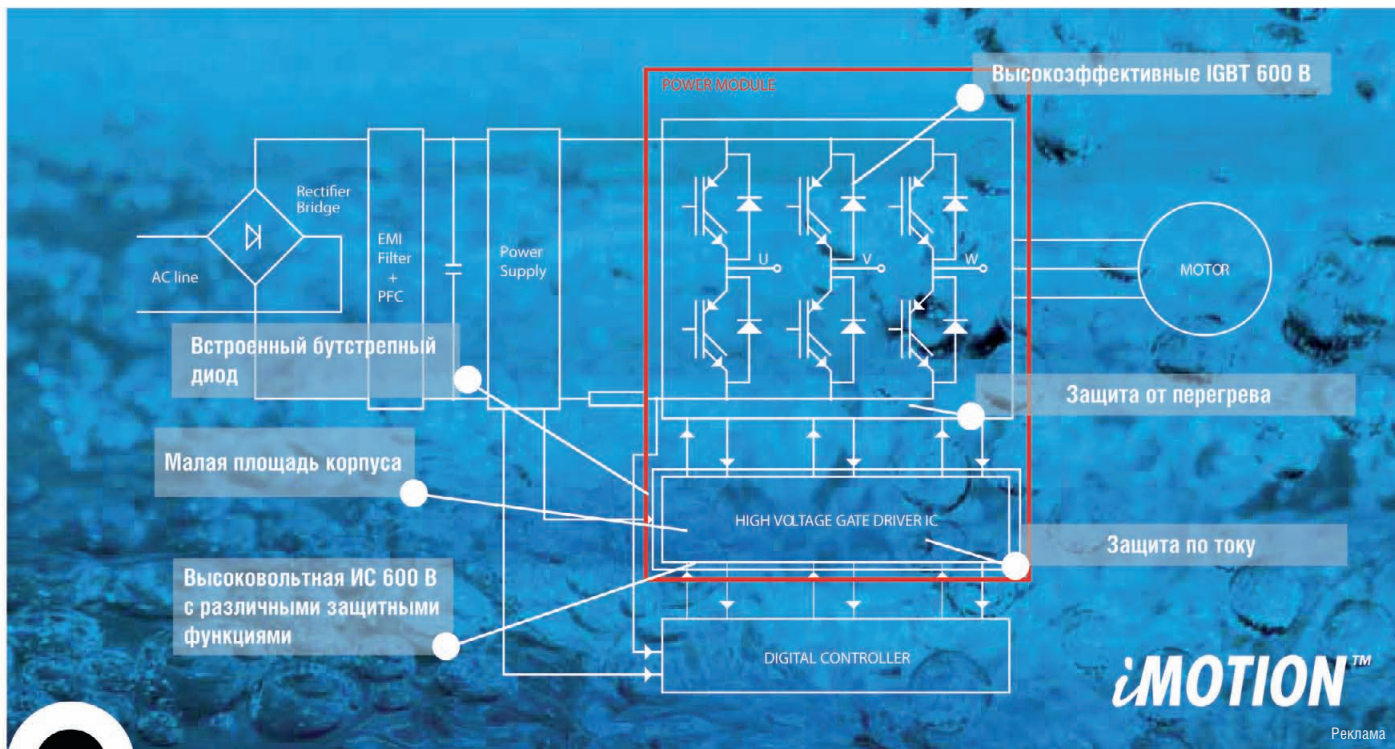
Реклама

ОФИЦИАЛЬНЫЙ ДИСТРИБЬЮТОР ПРОДУКЦИИ XP POWER

PROSOFT[®]
COMPONENTS

МОСКВА Тел.: (495) 234-0636 • Факс: (495) 234-0640 • E-mail: info@prosoft.ru • Web: www.prosoft.ru
С.-ПЕТЕРБУРГ Тел.: (812) 448-0444 • Факс: (812) 448-0339 • E-mail: info@spb.prosoft.ru • Web: www.prosoft.ru
ЕКАТЕРИНБУРГ Тел.: (343) 376-2820 • Факс: (343) 310-0106 • E-mail: info@prosoftsystems.ru • Web: www.prosoftsystems.ru
САМАРА Тел.: (846) 277-9166 • Факс: (846) 277-9165 • E-mail: info@samara.prosoft.ru • Web: www.prosoft.ru
ОМСК Тел.: (383) 202-0960; 335-7001/7002 • E-mail: info@nsk.prosoft.ru • Web: www.prosoft.ru
КИЕВ Тел.: (+380-44) 206-2343/2478/2496 • Факс: (+380-44) 206-2343 • E-mail: info@prosoft-ua.com • Web: www.prosoft.ru
УФА Тел.: (347) 292-5216/5217 • Факс: (347) 292-5218 • E-mail: info@ufa.prosoft.ru • Web: www.prosoft.ru
КАЗАНЬ Тел.: (843) 291-7555 • Факс: (843) 570-4315 • E-mail: info@kzn.prosoft.ru • Web: www.prosoft.ru
ОМСК Тел.: (3812) 286-521 • E-mail: omsk@prosoft.ru • Web: www.prosoft.ru
ЧЕЛЯБИНСК Тел.: (351) 239-9360 • E-mail: chelyabinsk@prosoft.ru • Web: www.prosoft.ru
КРАСНОДАР Тел.: (861) 224-9513 • Факс: (861) 224-9513 • E-mail: krasnodar@prosoft.ru • Web: www.prosoft.ru
Н. НОВГОРОД Тел.: (831) 215-4084 • Факс: (831) 215-4084 • E-mail: n.novgorod@prosoft.ru • Web: www.prosoft.ru

© СТА-ПРЕСС



iMOTION™

Реклама

Упрощайте вашу разработку

применяя силовые модули IRAM компании IR

Наименование	Напряжение (В)	Нагрузка (тип.) (Вт)	$I_o@T_C=100^\circ\text{C}$ (A RMS)	Корпус	Конфигурация
IRAM136-0461G	600	300	2	SIP-1	Модуль трехфазного инвертора и однофазного выпрямительного моста
IRAMS06UP60A	600	400	3	SIP-1	
IRAMS06UP60B	600				
IRAM136-0760A	600	400	3,5	SIP-05	
IRAM136-1060A	600				
IRAM136-1060B	600	750	5	SIP-1A	
IRAM136-1061A	600				
IRAMS10UP60A	600	750	5	SIP-1	
IRAMS10UP60B	600				
IRAMX16UP60A	600	1500	8	SIP-2	
IRAMX16UP60B	600				
IRAMX20UP60A	600	2500	10	SIP-3	
IRAMX20UP60B	600				
IRAM136-3063B	600	3000	15		
IRAM136-3023B	150	750	15		
IRAM336-025SB	500	200	1		
IRAM109-015SD	500	200	1	SIP-S	Модуль однофазного H-мостового инвертора

Преимущества модулей IRAM:

- Содержат трехфазный драйвер управления затвором и высокоэффективные IGBT
- Специальная технология корпусирования IMS обеспечивает низкий уровень генерируемых шумов
- Оптимизированы для управления электродвигателями мощностью до 3 кВт
- Эффективный подбор с помощью специального онлайн-инструмента www.irf.com/design-center/ipm
- Заменяют более 20 дискретных компонентов и позволяют получить готовый силовой каскад
- Поставляются в нескольких типоразмерах корпусов с 2-мя вариантами формовки выводов: со встроенными шунтами или открытыми эмиттерами

Интегрированная платформа *iMOTION* компании International Rectifier объединяет силовые модули, цифровые и аналоговые устройства вместе с алгоритмами, программным обеспечением и средствами проектирования.

Компэл
www.compel.ru

Москва
E-mail: msk@compel.ru
Продажи: (495) 995-0901
Тех. поддержка:
(495) 234-7764, доб. 2257

Санкт-Петербург
E-mail: spb@compel.ru
Продажи: (812) 327-9404
Тех. поддержка:
(812) 327-9404, доб. 4321

International
IR Rectifier
THE POWER MANAGEMENT LEADER