

СОВРЕМЕННАЯ ЭЛЕКТРОНИКА 3 2013

В номере:

- ИДЕИ 60-Х В НОВОЙ МИРОВОЙ ЭЛЕКТРОНИКЕ
- ПЛИС XILINX СЕРИИ 7
- СИГНАЛЫ ТАКТОВОЙ ЧАСТОТЫ МК MDR32F9Q2I
- LED-ИСТОЧНИКИ ОТ LIGHT ENGINES CORPORATION
- ИНТЕРФЕЙС RS-485 С ГАЛЬВАНИЧЕСКОЙ РАЗВЯЗКОЙ
- VHDL: ФУНКЦИОНАЛЬНАЯ ВЕРИФИКАЦИЯ ЦИФРОВЫХ СИСТЕМ



Неизолированные (POL) DC/DC модули VPT для специальных применений

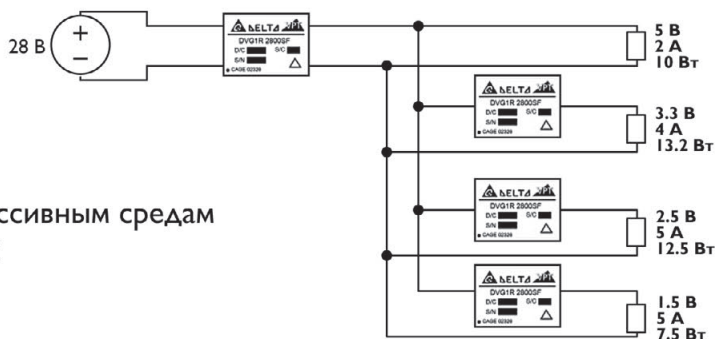


Нет аналогов в мире!



Особенности:

- Вход от 3,5 до 7,0 В
- Регулируемый выход от 0,8 до 3,4 В
- Ток нагрузки до 3, 5, 10, 15 и 20А
- КПД до 96%
- Плотность мощности > 100 Вт/дюйм³
- Ультракомпактные размеры, малый вес
- Герметичный корпус, устойчивость к агрессивным средам
- Рабочая температура от -55°С до +125°С без снижения номинальной мощности
- Устойчивость к перегрузкам до 3000 г



тел. 8-800-333-6350
vpt@petrointrade.ru
www.petrointrade.ru

официальный дистрибьютор в России
ПетроИнТрейд
PT Electronics Holding

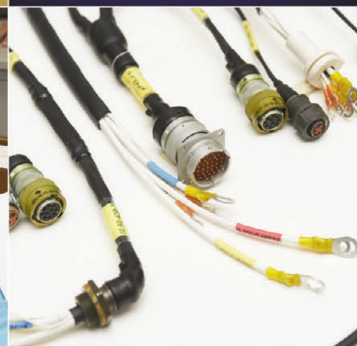
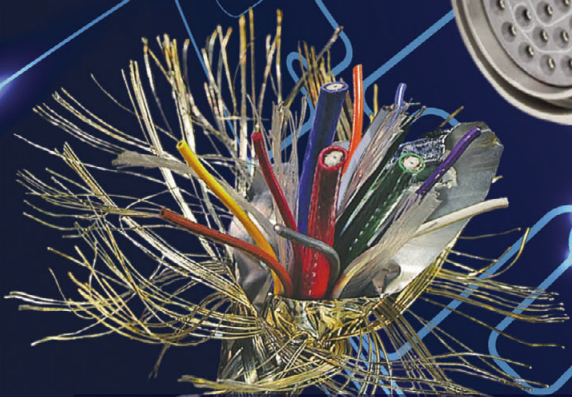
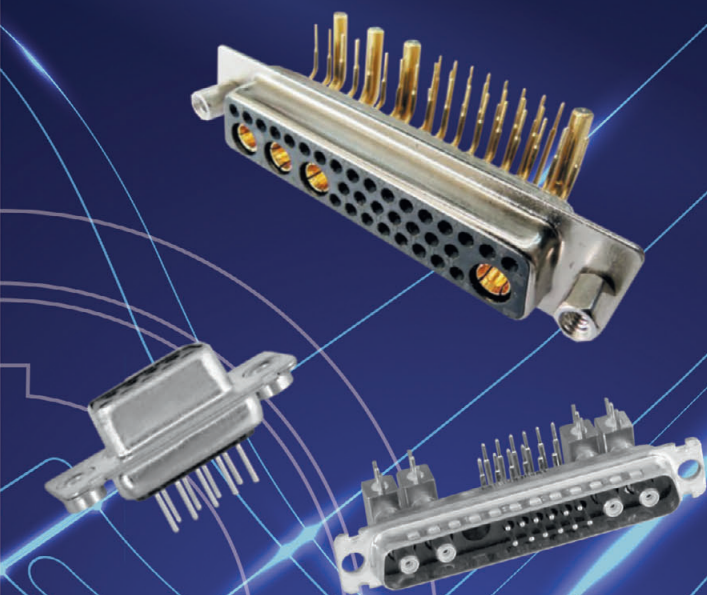
Дополнительные услуги:

образцы со склада • техническая поддержка • военная приёмка • сертификационные испытания



ПРОМЫШЛЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

- Комплексное проектирование и разработка бортовых кабельных сетей, жгутов специального применения
- Поставки электронных компонентов специального применения
- Производство соединителей
- Производство проводов
- Производство жгутов
- Производство ВЧ и оптоволоконных кабельных сборок
- Обслуживание авиационного оборудования



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

Реклама

Главный редактор
Алексей Смирнов

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

Литературный редактор
Ольга Семёнова

Вёрстка
Олеся Фрейберг

Обложка
Дмитрий Юсим

Распространение
Ирина Лобанова
(info@soel.ru)

Реклама
Ирина Савина
(advert@soel.ru)

Издательство «СТА-ПРЕСС»

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



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

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

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

3/2013 Contents

MARKET

News from the Russian Market	4
Ideas of the 1960-th as a Real Opportunity to Restructure the Global Electronics of the XXI Century	10
<i>Viktor Voytovich, Aleksandr Gordeev</i>	

MODERN TECHNOLOGIES

Updating of the Non-contact Optical Speed Sensor	18
<i>Stanislav Rastopov</i>	

ELEMENTS AND COMPONENTS

Xilinx FPGA of 7 Series	20
<i>Ilya Tarasov</i>	
Quick Study of Modern MSP430 Series Microcontroller	24
<i>Oleg Val'pa</i>	
MDR32F9Q2I Microcontroller. Part 4. Clock Frequency Signals of Microcontroller	30
<i>Mikhail Golubtsov</i>	

DEVICES AND SYSTEMS

LED Based Light Sources Designed by Light Engines Corporation	34
<i>Igor Mateshev, Andrei Turkin</i>	
Application of Rotational Velocity Sensors for Providing Operating Modes and Operational Safety of Rotors	40
<i>Aleksandr Drapezo, Igor Buslov, Valerii Bautkin, Vladimir Adashkevich</i>	
Multifunctional Measuring System «VOLMA»	44
<i>Evgenii Barsukov, Aleksandr Konopelko, Aleksandr Ogurtsov, Sergei Semenovich, Igor Stecko, Oleg Taygunov, Aleksandr Shandicev</i>	
DC Programmable Power Supply	46
<i>Angelina Shadeyko</i>	

ENGINEERING SOLUTIONS

Wireless Precision Timing System with the Primary Element of the GPS. Part 2.	50
<i>Pavel Red'kin</i>	
Change of the Parameters of Piezoelectric Transducers by Means of Additional Elements	56
<i>Valerii Sharapov, Janna Sotula, Larisa Kunickaya, Aleksandr Tkachenko</i>	
The Features of Analog Interface Sensors. Part 2	58
<i>Oleg Dvornikov, Vladimir Chekhovskii, Valentin Dyatlov, Nikolai Prokopenko</i>	
The RS-485 Interface with a Galvanic Outcome	64
<i>Platon Denisov</i>	

DESIGN AND SIMULATION

Altium Designer 2013: New Opportunities and Step Towards to the Russian Users	68
<i>Aleksei Sabunin</i>	
VHDL for Functional Verification of Digital Systems	74
<i>Nikolai Avdeev, Petr Bibilo</i>	

EVENTS

6-th International Conference «WED 2013. Modern Software and Hardware Solutions»	78
«Electronics-Transp 2013» – Extensive Program for Experts	79
ExpoElectronica: the Choice is Obvious	80

Содержание 3/2013

РЫНОК

4 **Новости российского рынка**

10 **Идеи 60-х как материальная возможность перестроить мировую электронику XXI века**

Виктор Войтович, Александр Гордеев

СОВРЕМЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

18 **Усовершенствование бесконтактного оптического датчика скорости**

Станислав Растопов

ЭЛЕМЕНТЫ И КОМПОНЕНТЫ

20 **ПЛИС Xilinx серии 7**

Илья Тарасов

24 **Быстрое освоение современных микроконтроллеров серии MSP430**

Олег Вальпа

30 **Микроконтроллер MDR32F9Q21. Часть 4. Сигналы тактовой частоты МК**

Михаил Голубцов

ПРИБОРЫ И СИСТЕМЫ

34 **Светодиодные источники света компании Light Engines Corporation**

Игорь Матешев, Андрей Туркин

40 **Применение датчиков частоты вращения для обеспечения режимов работы и эксплуатационной безопасности роторов**

Александр Драпезо, Игорь Буслов, Валерий Бауткин, Владимир Адашкевич

44 **Многофункциональный измерительный комплекс «ВОЛМА»**

Евгений Барсуков, Александр Конопелько, Александр Огурцов, Сергей Семенович, Игорь Стецко, Олег Тягунов, Александр Шандицев

46 **Программируемый источник питания постоянного тока**

Ангелина Шадейко

ИНЖЕНЕРНЫЕ РЕШЕНИЯ

50 **Беспроводная система точного времени с первичным датчиком от GPS. Часть 2**

Павел Редькин

56 **Изменение параметров пьезоэлектрических преобразователей с помощью добавочных элементов**

Валерий Шараров, Жанна Сотула, Лариса Куницкая, Александр Ткаченко

58 **Особенности аналоговых интерфейсов датчиков. Часть 2**

Олег Дворников, Владимир Чеховский, Валентин Дятлов, Николай Прокопенко

64 **Интерфейс RS-485 с гальванической развязкой**

Платон Денисов

ПРОЕКТИРОВАНИЕ И МОДЕЛИРОВАНИЕ

68 **Altium Designer 2013: новые возможности – шаг навстречу российским пользователям**

Алексей Сабунин

74 **Средства VHDL для функциональной верификации цифровых систем**

Николай Авдеев, Пётр Бибило

СОБЫТИЯ

78 **6-я Международная конференция «Встраиваемые технологии 2013. Современные программные и аппаратные решения»**

79 **«Электроника-Транспорт 2013» – насыщенная программа для специалистов!**

80 **«ЭкспоЭлектроника»: выбор очевиден**

ПОДПИСКА НА ЖУРНАЛ

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



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

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

ПЛАТНАЯ ПОДПИСКА

Преимущества:

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

«Роспечать»

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

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

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

«Агентство «ГАЛ»»

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

«Интер-Почта-2003»

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

«Урал-Пресс»

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

Читатели из дальнего зарубежья

могут оформить подписку через агентство

«МК-Периодика»

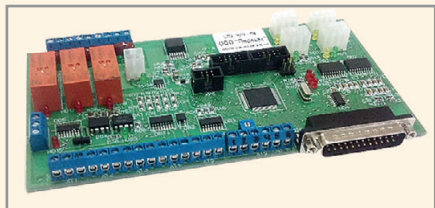
Тел.: +7 (495) 672-7012
Факс: +7 (495) 306-3757
info@periodicals.ru

Новости российского рынка

Приборы и системы

Новые разработки от компании «ПерекаТ»

Компания «ПерекаТ» представляет: контроллер ЧПУ, использующий ПО Mach3, и



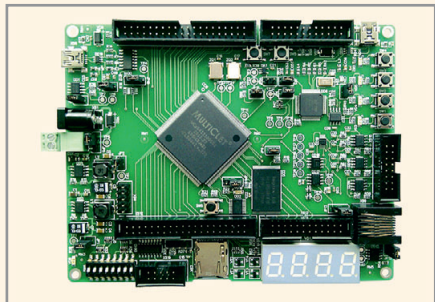
инновационный блок управления стелой АЗС с мини-экранами оперативного отображения информации.

www.perekat-kb.ru

Тел.: +7 (916) 341-0234

Отладочная плата LDM-МСр0411100101-Q208 Evolution

Компания LDM-SYSTEMS представляет отладочную плату LDM-МСр0411100101-Q208 Evolution, которая предназначена для разработки и отладки систем на основе российского процессора с мультиклеточной архитектурой от фирмы MultiClet (г. Екатеринбург).



Основные технические характеристики:

- генератор – 80 МГц;
- габариты – 140×110×15 мм;
- количество линий ввода/вывода – 104;
- встроенный программатор – PicoTAP;
- АЦП – 12 бит, 4 канала;
- ЦАП – 12 бит, 2 канала;
- FLASH программ – 128 кБ;
- SRAM – 128 кБ;
- NAND FLASH – 64 МБ;
- EEPROM – 8 кБ;
- интерфейсы – 4 × UART, 2 × I²C, I²S, Ethernet (MAC) 10/100 (опционально), 4 × SPI, UART-USB, RS-485, USB 1.1.

Устройство оснащено 4-значным семи-сегментным LED-дисплеем и имеет пользовательские функции: 4 светодиода, 4 кнопки, разъём для microSD, 8 переключателей и 7 силовых каналов 0,5 А × 50 В.

www.ldm-systems.ru

Тел.: +7 (495) 500-8920,

+7 (903) 283-8318, +7 (903) 967-1924

Усилитель заряда CA-2614

Центр АЦП представляет современный измерительный усилитель заряда, предназначенный для работы с пьезоэлектрическими датчиками (зарядовыми) в исследовательских, научных и промышленных системах.

За счёт применения высокоомного резистора (20 ГОм) удаётся получить высокий коэффициент усиления по заряду «10» и обеспечить ультранизкий собственный шум прибора.



Осуществляется программирование основных функций:

- ФВЧ – (0,1; 1,0 и 10,0) Гц;
- ФНЧ – (0,1; 0,3; 1; 3; 10; 30 и 100) кГц;
- коэффициента преобразования 0,11...250 мВ/пКл.

Усилитель позволяет получить наилучшие параметры преобразования в зависимости от характеристик применяемых пьезодатчиков и последующей аппаратуры для измерения и регистрации.

Максимальный выходной сигнал усилителя ±10 В. Во флэш-памяти сохраняется конфигурация четырёх измерительных каналов, что позволяет начать работу сразу при включении питания.

Прибор оснащён компьютерным гальванически развязанным интерфейсом USB 2.0.

Усилитель CA-2614 включён в Госреестр средств измерений СИ №40337-09, разрешённых к применению на территории РФ.

www.centeradc.ru

Тел.: +7 (499) 257-4509

Высокоточный USB-анализатор фазовых шумов и девиации Аллана (ADEV) компании Symmetricom 3120A

Официальный представитель американской компании Symmetricom на территории Российской Федерации ОАО «МОРИОН» (Санкт-Петербург) представляет новинку – USB-анализатор фазовых шумов и девиации Аллана (ADEV). Это программно масштабируемое многофункциональное устройство представляет собой гибко настраиваемый под нужды конкретного пользователя прибор, который позволяет быстро

и просто осуществлять точные измерения в диапазоне от 0,5 до 30 МГц.

Анализатор подключается к компьютеру через высокоскоростной порт USB 2.0, и для его работы требуется наличие внешнего источника опорной частоты. Прибор обеспечивает широкий спектр измерений с высокой точностью при разумной цене.

Отличительные особенности анализатора Symmetricom 3120A:

- результат измерения доступен в течение нескольких секунд;
- поддерживаются измерения при значении частоты измеряемого источника отличной от частоты опорного сигнала;
- не требуется калибровка перед каждым измерением.

Основные технические характеристики:

- кросс-корреляционные измерения фазовых шумов с отстройками от 1 Гц до 100 кГц;
- диапазон, свободный от паразитных составляющих (SFDR), нормированный на уровне –100 дБ (типичное значение менее –120 дБ);
- измерения ADEV с точностью большей, чем 10^{-13} за 1 с;
- графики разности частот и фазы отображают дрейф источника в объёме более миллиона точек измерений и пикосекундной точностью (данные выводятся в простой ASCII-формат с возможностью гибкого экспорта/импорта данных);
- предусмотрены дополнительные цифровые порты ввода/вывода и независимый доступ к входным ЦАП;
- измерение абсолютного значения частоты с точностью более 13 знаков за секунду (с возможным расширением до 17 знаков).

Заявленная гибкость характеристик достигается возможностью выбора программного пакета, идущего в комплекте с анализатором, с требуемым набором измеряемых параметров. Базовый пакет позволяет измерять фазовый шум и девиацию Аллана. Расширенный пакет позволяет также проводить измерения MDEV, HDEV, TDEV, значения джиттера, амплитудно-модулированных шумов на отстройках часто-



Новости российского рынка

ты от 1 Гц до 100 кГц с уровнями менее –170 дБ/Гц. Дополнительно предусмотрено применение заданных критериев измерений (Test Masks).

Более подробную информацию можно найти на сайте производителя www.sym-metricom.com.

www.morion.com.ru

Тел.: +7 (812) 350-7572

HPWINNER: инновационная технология для мачтового освещения

Компания «PCP» представляет инновационную технологию для мачтового освещения.

Цельный блок радиатора сегментирован на многочисленные модули, что позволяет эффективно осуществить конвекцию воздуха. Данный эффект имитирует принцип горения сотовидного брикета: воздух проходит сквозь отверстия между модулями, таким образом обеспечивается теплоотвод и снижается температура приблизительно на 20°C.



Грамотный технический подход предоставляет возможность использовать модульный держатель как теплопровод, способный пропускать тепло от модуля к каркасу лампы и, следовательно, выполнять функции радиатора.

Представленная конструкция может выполняться без инструментов – ручная разборка и установка осветительных компонентов (главным образом, модуля и источника питания). Принимая во внимание тот факт, что высокомоощные световые приборы обычно устанавливаются на большой высоте, для операторов очень важно иметь при себе как можно меньше инструментов для обеспечения удобства и безопасности.

«Безвинтовая» структура позволяет избежать проникновения пара через отверстия для винтов, а двойные силиконовые кольца полностью изолируют светодиодный кристалл и печатную плату от любой эрозии, вызванной водяным паром или другими вредными газами. Таким

образом обеспечивается двойная защита IP68.

Независимый многоконтурный вывод постоянного тока и специальная система защиты позволяют отдельно управлять каждой микросхемой. Любая неисправность в каком-либо участке цепи не повлияет на нормальную работу других схем.

Предусмотрена возможность свободного оснащения любым количеством модулей для достижения различной производительности.

Благодаря компактным модулям данная продукция выгодно отличается от традиционных встроенных светильников, требующих замены целой лампы и для хранения которых требуются большие площади.

www.rssp.ru

Тел.: +7 (495) 781-2182

Инновации в контроле полного цикла хранения ЭК

Один из лидеров по производству шкафов сухого хранения – компания Mekko Technologies (Великобритания) разработала и внедрила для всей линейки своей продукции специальное программное обеспечение с возможностью протоколирования показаний температуры, влажности, частоты и времени открывания дверей.

Интуитивно понятный интерфейс позволяет без особых усилий вести детальный контроль и анализ процесса хранения электронных компонентов (ЭК). Более того, несколько моделей легко объединяются в единую систему и позволяют контролировать и управлять процессом по локальной сети. Таким образом, весь цикл сухого хранения электронной компонентной базы, от момента прохождения входного контроля до момента установки на печатную плату, может быть записан и сохранён на электронном носителе.

Данная разработка призвана повысить надёжность выпускаемых электронных модулей. При их хранении в условиях незащищённой среды возможно накопление влаги в подкорпусном пространстве ЭК, что может привести к коррозии материалов, микротрещинам («эффект попкорна»), деформации корпуса, изменению электрических характеристик или образованию плесени.

Шкафы сухого хранения Mekko Technologies с ультранизким значением относительной влажности (от 1–3%) полностью соответствуют, а по некоторым показателям даже превосходят общепринятый международный стандарт IPC/JEDEC J-STD-033.



Широкая линейка моделей шкафов, производимых компанией Mekko Technologies, способна удовлетворить потребности как опытного (единичного), так и массового производства электронных модулей.

Благодаря сочетанию инноваций, простоте в работе и обслуживании, а также привлекательной стоимости шкафы сухого хранения Mekko Technologies являются одними из самых востребованных на российском рынке.

В демонстрационном зале компании «Дарском», официального дистрибьютора компании Mekko Technologies в России, можно подробно ознакомиться с работой и модельным рядом данного оборудования.

www.darscom.ru

Тел.: +7 (495) 280-0934

AC/DC для монтажа на DIN-рейку с небольшой шириной корпуса

Компания XP Power начала поставки 240-Вт источников питания (ИП) серии DSL240 для монтажа на DIN-рейку. Представленные модули отличаются узким корпусом, что позволяет уменьшить габаритные размеры системы.

Ширина корпуса ИП DSL240 всего лишь 64 мм, что на 25% меньше по сравнению с ИП серии DNR240, имеющими ширину корпуса 83 мм. Значение КПД анонсируемых ИП достигает 93% независимо от модели.



Новости российского рынка

Модули предназначены для работы от однофазной сети переменного тока с предельными значениями отклонения напряжения сети от 88 до 264 В (частота 47...63 Гц), а также от сети постоянного тока с диапазоном напряжения 120...375 В.

Серия DSL240 состоит из двух моделей ИП с выходными напряжениями 12 и 24 В, которые могут регулироваться в широком диапазоне 11,75...14,50 В и 22,50...28,50 В соответственно. Модули способны обеспечивать пиковые токи нагрузки до 150% в течение 3 с. Для повышения выходной мощности используется параллельное включение до трёх модулей. Все подключения входных и выходных цепей осуществляются через клеммы с винтовым креплением на передней панели. Доступны варианты исполнения со съёмным соединителем.

Полная мощность на выходе обеспечивается в диапазоне температур $-40...+60^{\circ}\text{C}$ при конвекционном отводе тепла. При температурах $+60...+70^{\circ}\text{C}$ необходимо предусмотреть снижение мощности. Стандартными являются светодиодный индикатор наличия напряжения на выходе и индикация пониженного напряжения на выходе. Также предусмотрен релейный выход статуса выходного напряжения.

Модули серии DSL240 соответствуют требованиям стандартов безопасности EN/UL60950 и UL508.

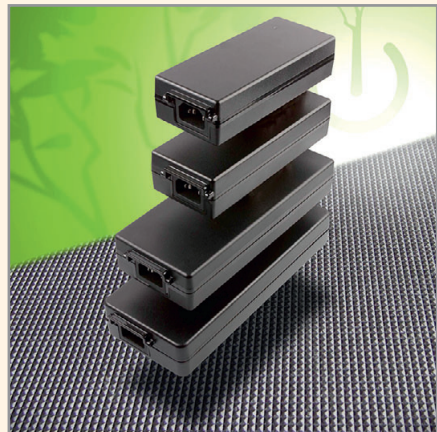
В дальнейшем в рамках серии DSL планируется выпускать 120-Вт модули.

www.prosoft.ru

Тел.: +7 (495) 234-0636

120- и 150-Вт выносные AC/DC с защитой от поражения электрическим током по классу II

Компания XP Power представляет выносные источники питания (ИП) серии ANM150 и ANM180 с защитой от поражения электрическим током по классу II. Новые ИП с



сетевым входом (класс II) не требуют применения средств подключения к защитному заземлению. Они соответствуют требованиям стандарта EN60601-1-11 к электрическим медицинским приборам и аппаратам, применяемым в домашних условиях и регламентирующим такие требования, как работа при минимальном входном напряжении питающей сети 80 В, степень защиты IP21 (защита изделия от попадания внутрь твёрдых посторонних тел и от попадания воды) и изоляция по классу II для применений, где не предусмотрено защитное заземление. Ряд новых ИП характеризуется двумя средствами защиты пациента $2 \times \text{MOPP}$ (Means of Patient Protection, MOPP) согласно третьей редакции стандарта 60601-1.

Доступны модели с двумя типами входных соединителей: IEC320-C8 (к коду модели добавляется индекс C2-8) и IEC320-C18. Дополнительно доступна зажимная скоба для удержания сетевого шнура, при этом к коду модели добавляется литера А.

Все модели ИП серии ANM соответствуют требованиям к эффективности использования энергии, характеризуясь весьма высоким значением КПД 92% (тип.) и низким уровнем потребляемой мощности в дежурном режиме $<0,5$ Вт. Они соответствуют требованиям стандарта ITC 60950-1 к оборудованию информационной техники. Все линейки приборов серии ANM соответствуют ограничениям Class B к кондуктивным помехам и помехам излучения.

www.prosoft.ru

Тел.: +7 (495) 234-0636

Упрочнённый AC/DC для питания переносной аппаратуры в жёстких условиях

Компания XP Power объявила о начале поставок источников питания (ИП) AC/DC серии MCS65, предназначенных для питания переносной аппаратуры от сети переменного тока в жёстких условиях окружающей среды (военные ноутбуки, связная аппаратура). Новые ИП отличаются упрочнённой конструкцией, способной выдерживать вибрационные и ударные воздействия, имеют довольно высокий КПД и низкое значение потребляемой мощности в дежурном режиме.

Основные характеристики:

- универсальный вход: диапазон изменения напряжения питающей сети 90...264 В переменного тока (пределы изменения частоты питающей сети 47...440 Гц);



- корректор коэффициента мощности обеспечивает соответствие требованиям стандарта EN61000-3-2 Class A к эмиссии гармонических составляющих тока;
- соответствие требованиям военного стандарта MIL-STD-461F, CE102, RF102 к кондуктивным помехам и помехам излучения; MIL-STD-461F, CS101, CS114, CS115, CS116, RS103 по стойкости к воздействиям кондуктивных помех и импульсов напряжения;
- выходные напряжения 12, 15, 18, 24 и 28 В;
- КПД до 88%;
- выходная мощность при конвекционном отводе тепла 65 Вт;
- гальваническая развязка первичная цепь – вторичная цепь 4000 В переменного тока;
- ток утечки на землю 260 мкА при входном напряжении 264 В / 60 Гц, 0,7 / 1,5 мА (тип.) при входном напряжении 115 / 230 В и частоте сети 400 Гц;
- потребляемая мощность в дежурном режиме $<0,5$ Вт;
- сервисные функции: защита от короткого замыкания, перегрузки, перенапряжения;
- диапазон рабочих температур $-40...+70^{\circ}\text{C}$;
- диапазон температур хранения $-40...+85^{\circ}\text{C}$;
- степень защиты IP67 от попадания внутрь оболочки твёрдых посторонних тел и воды;
- стойкость к воздействию вибрации в диапазоне частот 5...500 Гц по трём осям в рабочем состоянии;
- стойкость к механическому удару: пиковое ударное ускорение 40g, 3 удара по шести осям в рабочем состоянии;
- габаритные размеры (Ш×Г×В) 69,85×139,7×41,6 мм (доступны модели с выходными соединителями D-SUB 9-контактный, тип сетевой вилки оговаривается при заказе);
- гарантия 3 года.

www.prosoft.ru

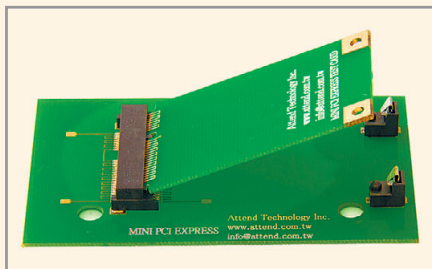
Тел.: +7 (495) 234-0636

Новости российского рынка

Элементы и компоненты

Разъём Mini PCI Express: «Всего лишь Клик»

Компания «Радиотех-Трейд» представляет новое решение в мире коммуникаций – уникальный соединитель производства Attend – «Всего лишь Клик». В состав анонсируемой «системы» входят разъём Mini PCI Express и защёлки.



Данная конструкция обладает наименьшими габаритами среди аналогов и позволяет осуществлять сборку одним движением, обеспечивая надёжную фиксацию. Таким образом, уменьшаются трудозатраты и время монтажа. Для сборки больше не требуется отвёртка, а сама операция занимает не более 1 с.

Разъём Mini PCI Express с защёлками успешно прошёл тесты на долговечность и механическую прочность. По сравнению с конкурирующими решениями выигрыш достигается не только в цене разъёма, но и в экономии места на печатной плате.

Подробные электрические и механические параметры, а также техническую документацию можно найти на сайте производителя или поставщика.

www.rct.ru/mini-pci-express/
Тел.: +7 (495) 795-0805

Новая СВЧ-микросхема АЕ410 от компании RFHIC

Компания RFHIC представляет новую интегральную микросхему (ИМС) АЕ410 для СВЧ-применений. Это современная СВЧ ИМС построена на ВПЭ-транзисторе (HEMT) на основе GaAs, работающем в режиме усиления. Она предназначена для многих областей применения, включая волоконно-оптическую связь, кабельное и спутниковое телевидение.

Изделие работает в диапазоне частот от 30 до 3000 МГц. Значение коэффициента усиления составляет 20 дБ. Коэффициент шума (шум-фактор) может быть либо 2,1 дБ, либо 2,3 дБ, в зависимости от сопротивления (75 и 50 Ом соответственно).

Наличие высокого коэффициента усиления, хорошей плоскостности, низкого

уровня шума и отсутствие согласующих цепей делает микросхему идеальным решением для использования в системах передачи информации, в том числе беспроводных сетях, работающих в диапазоне 30...3000 МГц.

Благодаря вертикальной интеграции компании RFHIC и патентованному производственному процессу, АЕ410 может стать одним из наиболее экономически выгодных компонентов.

Получить дополнительную информацию и образцы АЕ410 можно у официального дистрибьютора компании RFHIC в России и странах СНГ – компании ПРОСОФТ.

www.prosoft.ru

Тел.: +7 (495) 234-0636

GaN-усилитель с выходной мощностью 80 Вт для диапазона 1,8 ГГц

Новый вклад компании RFHIC в развитие современных СВЧ-систем отмечен появлением на рынке одного из самых эффективных усилителей – новой модели усилителя RTP18080-20 на основе нитрида галлия.



Данное устройство, построенное по схеме Догерти, имеет среднее значение выходной мощности 49 дБм в диапазоне частот от 1805 до 1880 МГц и рабочей полосы 75 МГц.

Основные параметры:

- пиковое значение выходной мощности усилителя (при скважности 0,1) составляет более 56,5 дБ;
- минимальный коэффициент усиления при температуре 25°C – 57 дБ;
- неравномерность усиления ±3 дБ;
- рабочий диапазон температур –30...+60°C;
- изменение усиления для всей рабочей полосы частот в указанном диапазоне температур ±3 дБ;
- максимальные значения входных и выходных потерь на отражения –12 дБ и –17 дБ соответственно;

- размеры корпуса 162×125×18,8 мм;
- импеданс на входе/выходе – 50Ω.

Эффективность усилителя составляет 40%, что позволяет ему стать ключевым элементом линейных систем передачи и ретрансляторов, которые дополняют существующие базовые станции.

Изделие разработано с использованием мощных транзисторов на основе GaN/SiC-технологии. Устройство имеет встроенную схему контроля, характеризуется высокой надёжностью и прочностью корпуса.

Усилитель RTP18080-20 прошёл все необходимые испытания и готов к работе в СВЧ-системах.

www.prosoft.ru

Тел.: +7 (495) 234-0636

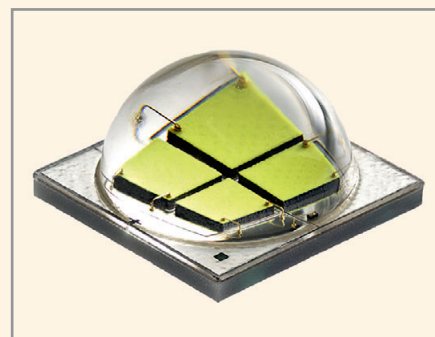
Cree преодолевает новый LED-рубеж

Новая серия мощных светодиодов Cree XLamp® MK-R достигла рекордных показателей эффективности для светодиодных изделий – 200 лм/Вт.

Через 2 года после преодоления барьера в 200 лм/Вт в лабораторных условиях, на уровне массового производства Cree выпускает новинку – серию мощных светодиодов XLamp® MK-R. Новая линейка светодиодов MK-R, выполненная на основе инновационной технологической платформы SC³ Technology™, способна обеспечивать световую отдачу до 200 лм/Вт при потребляемой мощности 1 Вт и температуре р-п-перехода 25°C.

Использование данных светодиодов позволит выпускать изделия, световая отдача которых превысит 100 лм/Вт. Поэтому их основной сферой применения должны стать проекты, требующие высокого светового потока, включая внутреннее и внешнее освещение.

Новинки белого цвета EasyWhite обеспечивают наилучшее постоянство цвета в изделиях с одним светодиодом. Для изделий, оснащённых несколькими светодиодами, применение MK-R позволит производителям использовать меньшее количество



Новости российского рынка

светодиодов, сохраняя при этом световой поток и, как следствие, снижая себестоимость.

Новые модели имеют основание размером 7×7 мм и обеспечивают световой поток до 1600 лм при потребляемой мощности 15 Вт и температуре р–п-перехода 85°C. Они доступны в диапазоне цветовой температуры от 2700 до 7000 К. Выпускаются серии с минимальным значением индекса цветопередачи 70, 80 и 90. Характеристики даются при температуре р–п-перехода 85°C.

www.prosoft.ru

Тел.: +7 (495) 234-0636

Ультракомпактные DC/DC-преобразователи серии JCA

Компания XP Power объявила о начале производства серии 10-Вт одно- и двухканальных DC/DC-преобразователей JCA10 в металлических корпусах. Уже популярное семейство приборов серии JCA в настоящее время включает 2-, 3-, 4-, 6- и 10-Вт модели. Выполненные в ультракомпактном формате с размерами 25,4×20,3×10 мм анонсируемые модели имеют площадь основания на 20% меньше, чем другие устройства в корпусе DIP-24. Занимая на печатной плате меньшую площадь, новые DC/DC-преобразователи предоставляют разработчикам возможность уменьшить размеры своих разработок.

Предлагаются модели с диапазонами входных напряжений (2:1): 4,5...9,0 В; 9...18 В; 18...36 В и 36...75 В со стандартной функцией блокировки при вход-



ном напряжении ниже минимального порогового напряжения, а также одноканальные с выходными напряжениями +3,3; +5; +12 и +15 В и двухканальные с выходными напряжениями ±5, ±12 и ±15 В. Нестабильность выходных напряжений не более чем ±0,3% при изменении входного напряжения, и менее чем ±1% во всём диапазоне изменений нагрузки.

Применение основной изоляции обеспечивает гальваническую развязку между входными и выходными цепями 1500 В, а между корпусом и входом/выходом – 500 В постоянного тока.

Модули предназначены для работы в диапазоне температур окружающей среды –40...+100°C без понижения выходной мощности при температурах до +70°C. Не требуется применение дополнительных радиаторов или принудительного воздушного охлаждения. Максимальная температура корпуса составляет +100°C.

Уровень кондуктивных помех соответствует требованиям стандарта EN55022 уровень А, а помехи излучения соответствуют уровню В.

Гарантия производителя составляет 3 года.

www.prosoft.ru

Тел.: +7 (495) 234-0636

DC/DC-преобразователи в бортовой аппаратуре на РЖД

Компания XP Power анонсирует поставку DC/DC-преобразователей серии RDQ с выходной мощностью 30 Вт. Новые модули разработаны для применения в бортовой электронной аппаратуре железнодорожного транспорта, поэтому представленные модели соответствуют требованиям стандарта EN50121-3-2 к электромагнитной совместимости для аппаратуры подвижного состава. Модули питания поставляются с двумя диапазонами входных напряжений. Преобразователи с номинальным значением напряжения 72 В способны работать в диапазоне напряжений от 36 до 110 В, а модули с номинальным значением входного напряжения 110 В способны поддерживать стабильное выходное напряжение при изменении входного напряжения в пределах от 55 до 176 В. Серия RDC включает 11 вариантов с различными выходными напряжениями для каждого диапазона входных напряжений, включая одно-, двух- и трёхканальные



модели. Предлагаются приборы с выходными напряжениями 3,3; 5; 12 и 15 В с разнообразными сочетаниями для двух- и трёхканальных версий.

Регулировка выходного напряжения, которая обеспечивается подключением внешнего резистора, позволяет управлять выходным напряжением в диапазоне ±10% от номинального значения.

Конструктивно модули выполнены в металлических корпусах с размерами 25,4×50,8×10,16 мм и предназначены для установки в отверстия печатной платы. Они характеризуются высоким значением КПД – до 91%. При конвекционном отводе тепла модули способны функционировать в широком диапазоне температур –40...+75°C при максимальной температуре корпуса +105°C. Установка радиатора повышает верхний предел температуры до +80°C.

Применение основной изоляции обеспечивает гальваническую развязку между первичной и вторичной цепью 1500 В (постоянный ток), а между первичной цепью и корпусом/вторичной цепью и корпусом – 1600 В. Все модели обладают входом дистанционного включения/выключения.

Серия RDC дополняет недавно выпущенную серию RDC100/150, что позволяет предлагать обширный ряд DC/DC-преобразователей с выходными мощностями от 30 до 150 Вт для применения в бортовой аппаратуре железнодорожного транспорта.

Модули серии RDC поддерживаются 3-летней гарантией.

www.prosoft.ru

Тел.: +7 (495) 234-0636

ПОЛУПРОВОДНИКИ И СИЛОВАЯ ЭЛЕКТРОНИКА



- СВЧ компоненты для обработки сигналов
- СВЧ полупроводники
- Лабораторные компоненты
- Приборы для тестирования систем связи
- Компоненты для анализаторов цепей

- Дискретные IGBT, MOSFET
- Силовые диоды
- Транзисторные и диодные модули
- Электролитические конденсаторы
- Микросхемы
- Датчики

ВЧ-СВЧ КОМПОНЕНТЫ



- Реле
- Разъемы
- Кабельные сборки
- Контактные устройства для тестирования изделий
- Джойстики и переключатели

ЭЛЕКТРОМЕХАНИКА



Официальная дистрибуция

- Программируемые ИП
- Мощные ИП
- Высоковольтные ИП
- ИП на Din-направляющие
- DC/DC преобразователи на плату
- LED - ИП

ИСТОЧНИКИ ПИТАНИЯ



ЮЕ-Интернейшнл

yesupport@yeint.ru

www.yeint.ru

С.-Петербург
Москва
Екатеринбург
Новосибирск
Самара
Нижний Новгород
Ростов-на-Дону
Томск

(812) 313-34-40
(495) 783-96-62
(343) 365-90-40
(383) 227-62-63
(846) 264-80-46
(831) 220-59-64
(938) 100-77-05
(923) 440-05-73

Реклама

Идеи 60-х как материальная возможность перестроить мировую электронику XXI века

Виктор Войтович, Александр Гордеев (Ульяновск)

На «выставке народного хозяйства» (Московском международном форуме инновационного развития «Открытые инновации», состоявшемся в конце октября – начале ноября 2012 г. в Экспоцентре на Красной Пресне) один из авторов статьи искал хотя бы одно направление, обладающее конкурентоспособностью на рынке ВТО в области электроники. Безуспешно – не найти «днем с огнём» и даже с LED-фонарём.

Несмотря на это, всё-таки приятно сознавать себя современником Нобелевских открытий в физике и электронике. Судите сами, какие возможности открывает работа лауреатов Нобелевской премии 2012 г. в области квантовой оптики Сержа Ароша и Дэвида Вайнленда по контролю квантового состояния фотона и увеличению времени жизни квантовой системы «возбуждённый атом – фотон» от фемтосекунд до секунд! Наряду с невероятными экспериментами по манипулированию скоростью света (фотона) и его траекторией (точнее, скоростью электромагнитной волны) от $C_0 = (2,99776 \pm 0,00004) \times 10^9$ м/с до нескольких десятков метров в секунду и потенциальным открытием «анти-Кельвиновской» температуры, т.е. ниже абсолютного нуля (ниже $-273,16^\circ\text{C}$) с необычной энергией атома. Это, видимо, резко изменит окружающий мир и то, как мы его воспринимаем. Это – мегаинновации, наднациональные инновации.

Опустимся на родную землю, в Россию, с её 0,4% долей электроники на мировом рынке. Конечно, у нас дома – не всё так, как хотелось бы, но, тем не менее, свои «зачапки» в области электроники всё-таки имеются. В качестве примера можно привести открытия Томского политехнического университета и Института проблем машиностроения РАН (г. Санкт-Петербург) в области технологии наносборок атомов алмаза и карбида кремния на поверхности кремния. Это национальные инновации, защищённые патентами, пригодные для серийного производства. Для чего? Для квантовой памяти, LED, силовой и СВЧ-электроники, солнечной энергетики и т.д. Во всяком случае, это – новый уверенный технологический шаг к широкозонной гетероэлек-

тронике. Необходимо отметить, что это – намного прогрессивнее MOCVD 4H-SiC поскольку создаётся алмазоподобная кристаллическая решётка.

Инновации в электронике – это титанический труд, его нельзя оценивать шкалой закона Мура, поддерживаемого современными торговцами или околонаучными «прорабами». Порой, это воплощение мудрости поговорки «Новое – это хорошо забытое старое».

С 1948 года, с момента создания транзистора, в электронике господствует монополупроводниковая электроника: сначала селен, затем германий, кремний, арсенид галлия, карбид кремния... Приблизительно в середине 60-х годов прошлого века наш знаменитый физик Жорес Иванович Алфёров со своими соратниками создал новое направление в физике полупроводников – гетероэлектронику. Прошло полвека. И что? – спросите вы. Вопрос уместный, и, если подумать, то на него есть неплохой ответ.

Сегодня, на начало 2013 года, годовой объём полупроводниковой электроники фактически достиг \$330 млрд/год, при этом на кремний приходится не менее 95% всего оборота, на GaAs – 4...5%, на SiC приблизительно 0,03...0,05%, на GaN меньше 10⁻³%. Тем не менее можно с уверенностью сказать, что монопольность монополупроводниковой электроники к 2030-2035 гг. исчезнет навсегда. На это указывают почти свёрнутые на кремнии ОКР в области СВЧ-приборов, солнечной энергетики, радиационно-стойкой базы, практически не о чем вести речь (кроме 100-мегаваттных и большей мощности IGCT/GTO-тиристоров) на силовом кремнии. Сегодня все мировые интеллектуальные ресурсы брошены на гетероэлектронику

на полупроводниках с шириной запрещённой зоны от 1,28 эВ (InP) до 2,4...3,3 эВ (SiC, GaN) и выше – алмаз (5,47 эВ), AlN (6,2 эВ), BN (~5 эВ) и др.

В итоге в настоящий момент обозначились наиболее острые направления разработок на гетероструктурах, такие как СВЧ-приборы, в т.ч. sMMIC, цифровые схемы, силовая электроника, фотонные кристаллы, солнечная энергетика, МЭМС, квантовая память. С текущего десятилетия и до конца XXI века доминантой в прогрессе электроники от долей вольта до десятков киловольт становится гетероэлектроника.

Алфёров Ж.И. [1] открыл неизвестные в ту пору явления суперинжекции электронов, двумерного (2D) электронного газа (разрыва зон), бинарной инверсии заселённости носителей заряда на границах запрещённой зоны полупроводника (отсюда – диодные лазеры), новые квантооптические свойства полупроводников, сверхрешётку, высоковольтные A_{III}B_{IV} p-n-переходы и многое другое. Но это не просто открытия, это – новый, бездонный мировой рынок, который уже сегодня является более ёмким, чем рынок оружия, и сопоставим с нефтебизнесом. Но при этом, как известно, нефтяные ресурсы к середине века будут почти исчерпаны, а гетероэлектроника только начнёт процветать.

Вышесказанное постепенно подводит к осознанию ценности и перспективности гетероэлектроники. Предлагаемый авторами статьи проект основан на широко применяемом материале GaAs. На рисунке 1 приведена структурная схема проекта. Целью проекта является реализация высокотехнологичного продукта проекта на мировом рынке: в 2020 г. – \$1,5 млрд; в 2025 г. – \$5,0 млрд; в 2030 г. – \$10,0 млрд.

Прежде чем кратко описать разделы проекта, остановимся подробнее на некоторых отличительных физических и технологических особенностях вновь создаваемых p-i-n GaAs моно- и AlGaAs/GaAs моно- и гетероструктур:

1. Высокая однородность и совершенство кристаллической структуры квазиизолятора – i-эпитаксиального слоя с большими возможностями ва-

риаций атомной структуры, что проверено в ЗАО «Зеленоградский Наносендер».

- Наличие встроенной металлургическим путём постоянной экситонной массы:

$$\frac{dN_{\text{э}}}{dt} = 0,$$

где $N_{\text{э}}$ – концентрация экситонов (электронно-дырочных энергетически свободных пар, что является проявлением тепловой генерации электронов и дырок атомами амфотерного кремния в решетке GaAs).

- Одно из важнейших пограничных условий в базовом законе движения носителей в полупроводниках – уравнение непрерывности $n \times p = n_i^2$ – не работает.

Если классические значения

$$n \times p = n_p \times p_n = n_i^2$$

(для Ge $n_i^2 \approx 6,25 \times 10^{24} \text{ см}^{-3}$;

для Si $\approx 2,56 \times 10^{20} \text{ см}^{-3}$;

для GaAs $\approx 10^{14} \text{ см}^{-3}$),

то в нашем i-GaAs

$$n_{i0\text{э}} \times p_{i0\text{э}} \geq 10^{28} / \text{см}^{-3},$$

где $n_{i0\text{э}}, p_{i0\text{э}}$ – плотность экситонов.

- При одновременной суперинжекции электронов и Шокли-инжекции дырок плотность плазмы в кристаллической решётке GaAs i-слоя может быть в 3–10 раз выше, чем в Si или в SiC. При достаточно больших значениях $\tau_{\text{пн}}, \tau_{\text{пр}}, \tau_{\text{рп}}, \tau_{\text{рр}}$ произведение $n \times p$ может достигать огромных значений, что показано на смене знака дифференциальной проводимости [2].
- Требуется допустить в рассматриваемых структурах одновременную бинарную 2-стороннюю суперинжекцию электронов и дырок со значениями $n \times p > 10^{35} \text{ см}^{-3}$. Это – сверхквантовый эффект когерентного (хотя, строго говоря, не совсем когерентного) излучения, поскольку участвуют в этом мероприятии с «китайской» заселённостью потолка и дна запрещённой зоны носители, разные по эффективной массе, сечению захвата, длине пробега. Суперинжекция слева/справа или справа/слева может быть 2-этажной, т.е. энергетически интегрально – 2-ярусной (при этом, конечно, она квантуется).

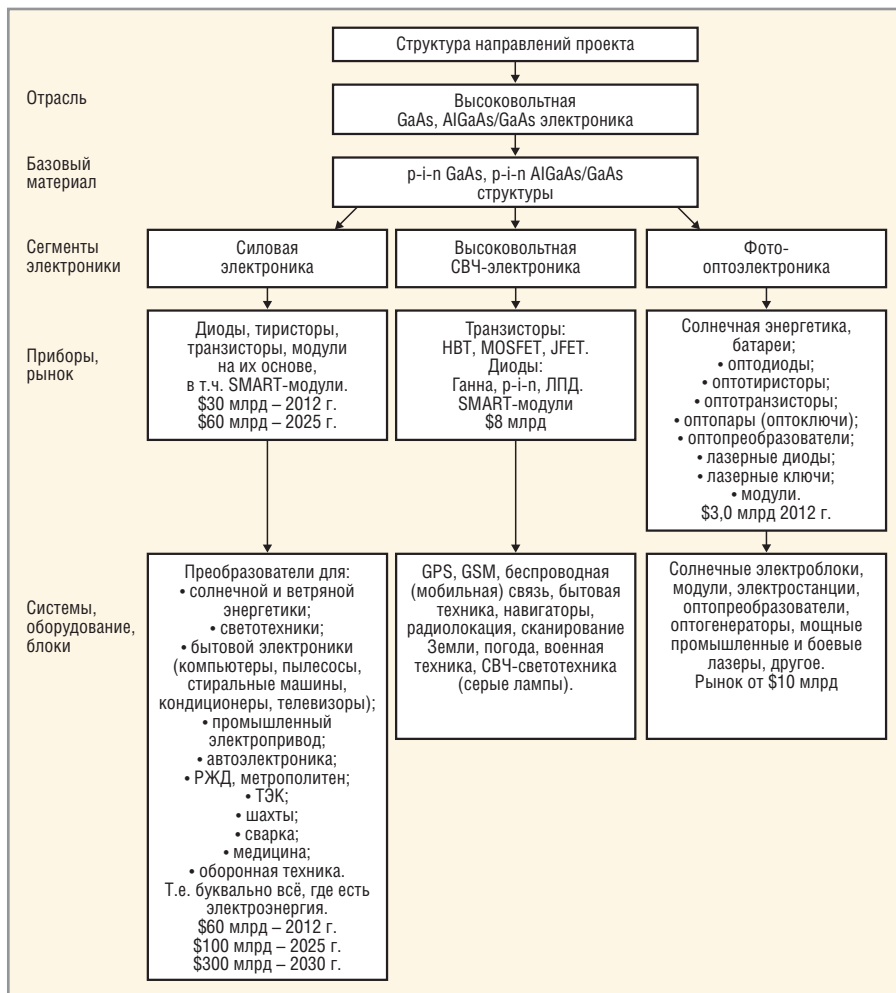


Рис. 1. Структурная схема проекта

- Фундамент классической инженерии – уравнение Шокли – в COOL-диоде не работает, поскольку дифференциальное сопротивление прямой ВАХ может быть и отрицательным, что и хорошо.
- Ёмкость на p–n-переходе в равновесном состоянии (при нулевом смещении на p–n-переходе) в 20–30 раз меньше, чем у аналогичных высоковольтных кремниевых и карбидкремниевых диодов (биполярных или с барьером Шоттки).
- Температурный градиент ВАХ может быть как положительным, так и отрицательным. Предельная рабочая температура +250...260°C и, возможно, +300°C.
- Время восстановления (запирания) диода или не зависит от температуры, или улучшается (при приближении к предельной температуре +250°C).
- В COOL-диодах [2], в HBT и т.д., нет необходимости в традиционных, классических высокоомной базе (диод) или высокоомном коллекто-

ИСТОЧНИКИ ЭЛЕКТРОПИТАНИЯ ЭЛЕКТРОННОЙ АППАРАТУРЫ

Санкт-Петербург
(812)4452680, 4452192
www.matrixlab.ru

Реклама

ре (транзистор). Следовательно, нет дополнительной паразитной RC-цепочки, к примеру, в HBT-транзисторе, поскольку убирается паразитная составляющая при усилении

$$-\Delta f = \frac{1}{2\pi C_{CB} R_C}$$

или при генерации

$$-\Delta f = \frac{1}{4\pi(C_{CB} R_C)}$$

где C_{CB} – ёмкость перехода коллектор-база,

R_C – сопротивление высокоомной области коллектора.

В нашем случае $R_C = 0$.

11. Появляется прекрасная возможность создания высоковольтных транзисторов и диодов для дециметрового, ближнего сантиметрового диапазонов (600 В) или дальнего сантиметрового, ближнего миллиметрового диапазонов (200 В), что позволит резко изменить и даже упростить архитектуру СВЧ-передатчиков для GPS, GSM, АФАР.
12. Экситонная i-область очень удобна для технологии НЕМТ, ДНЕМТ, D²НЕМТ с плотностью 2D электронного газа с возможным приближением к 3D как в JFET, т.е. с плотностью электронов $\rightarrow 10^{14}\text{см}^{-2}$ и выше, что может быть почти на порядок выше, чем в GaN гетеро-НЕМТ.
13. Экситонная i-подложка даёт прекрасную возможность реализации МОП гиперскоростных высокопроизводительных СБИС для скоростей в 5–7 Махов. Компания Freescale (США), видимо, с 2006 г. владеет МОП GaAs-технологией [5], а это, бесспорно, революция в цифровой технике. Возникает уникальная возможность резко усилить позиции России в данном направлении.
14. В отличие от GaN или InP-конструкций от 1,0 ПГц до 1000 ПГц (1,0 ТГц), на нашем GaAs можно реализовать не одну (GaN) или две (InP) физических модели транзистора, а целых четыре: НЕМТ, HBT, JFET, MOSFET. Это тоже неплохо. В мировой электронике пока этого нет. При этом JFET имеет оригинальную конструкцию.
15. P-i-n AlGaAs/GaAs – это неплохая гелеоэнергетика, при обычной недорогой сэндвич-конструкции $A_{III}B_V/A_{IV}B_{IV}$ – это около 28%, при «чёрной» конструкции – до 35%, при МЭМС –

френелевских линзах можно значительно оторваться за 40%. Если использовать неисчерпаемые возможности по переработке лозита в Саратовской области (пос. Горный) с получением особо чистого мышьяка, то сырья хватит надолго.

16. На волне $\lambda = 0,810$ мкм можно создать эффективные оптопары, лазерные ключи, цифровые коммутаторы, элементы оптической или квантовой памяти, цифровую СВЧ-электронику, силовую электронику от 0 до нескольких киловольт – без «столбов».
17. Производство ТПц × В не хуже, чем у GaN (5 ТПц×В), а производство ТПц×Вт, вероятно, намного выше, что, конечно, исключительно важно для отечественного СВЧ-цита.

Высоковольтная GaAs, AlGaAs/GaAs-электроника

Придумал Ж.И. Алфёров и сотрудники Физико-технического института (г. Санкт-Петербург). Зачем? Ответ – в первом столбце, в строке «Система, оборудование, блоки» (см. рис. 1). Диапазон проекта – от нескольких долей вольта до киловольт (без «столбов»).

Базовый материал – арсенид галлия – GaAs. Кстати, задумайтесь, почему в исходном, без легирующих примесей, собственном GaAs $n_i = 10^7\text{см}^{-3}$, в то время как $n_i(\text{Si}) = 1,6 \times 10^{10}\text{см}^{-3}$, а $n_i(\text{Ge}) = 2,5 \times 10^{12}\text{см}^{-3}$? Это связано не только с шириной запрещённой зоны, но и, как в народе говорят, «кристаллической чистотой» материала, т.е. кристаллографическую решётку, атомную структуру кристалла GaAs можно выращивать достаточно совершенной. Судите сами: свободных электронов в собственном кристалле всего 10^7 на 1см^3 , при атомной упаковке $\sim 1,41 \times 10^{22}\text{см}^{-3}$. В собственном GaAs очень мало свободных электронов («блудных сыновей»), что обусловлено крепкими «домашними» связями, т.е. валентными связями. Это также косвенно подтверждает возможность совершенства кристаллографической архитектуры, когда всё подчинено единому квантоворазмерному правилу в 0,56 нм. Материал очень интересен, но ещё интереснее, когда в атомной решётке GaAs появляются замещающие атомы Al, In, P и др.

В мировой и отечественной электронной промышленности GaAs является базовым материалом в СВЧ-электронике, в производстве диодов, транзисторов и др. в диапазоне 1,0...100 ПГц с напряжениями от 50 до 1,5 В. В прак-

тике создания высоковольтных полупроводниковых приборов GaAs, за редким исключением, не используется, тем более гетероструктуры для высоковольтного применения.

Совершенствование отечественной технологии жидкофазной эпитаксии (ЖФЭ) или LPE (англ.) позволило создать совершенные p-i-n мультиэпитаксиальные GaAs-структуры. LPE-технология хорошо воспроизводима и обеспечивает прекрасную воспроизводимость атомно-вещного состава и стехиометрии эпитаксиальных слоёв, где определяющую роль играет так называемый i-слой с разностной концентрацией донорной и акцепторной примесей $N_D - N_A \sim 10^{11}\text{см}^{-3}$. Указанный слой создаётся в процессе эпитаксиального роста легированием амфотерными атомами кремния, образующего мелкие донорные и акцепторные уровни в запрещённой зоне GaAs на уровне kT/q или менее. Управляя свойствами эпитаксиальных слоёв, легированных Zn, Te, Sn, Si и др. примесными атомами, а также контролируя наличие глубоких (около середины запрещённой зоны) рекомбинационных центров, можно с очень высокой точностью задавать такие значения, как электрическая прочность E , подвижность μ , время жизни τ_p , τ_n , диффузионную длину неравновесных носителей L_p , L_n , толщину мультиэпитаксиальных слоёв d_s и их удельное сопротивление ρ .

Доработка технологии выращивания гетероэпитаксиальных слоёв $\text{Al}_x\text{Ga}_{1-x}\text{As}$ на p-i-n GaAs-структурах с $x = 0,28...0,6$ и даже до 0,8 весовых единиц с энергией $E_g = 1,8...2,0$ эВ на монокристаллах GaAs с $E_g = 1,43$ эВ привело к возможности получения ряда уникальных силовых приборов, в том числе и не существующих в мировой практике. Выращенные LPE-структуры хорошо адаптированы к MOCVD и MBE-технологиям.

Отечественное производство монокристаллического GaAs переживает не лучшие времена и поддерживается в основном для СВЧ-электроники, светодиодов как электролюминесцентного, так и когерентного излучения, инфракрасных фотоприёмников, а также в исследовательских целях. Для высоковольтной электроники GaAs ни в России, ни в Старом и Новом Свете не производится, за редчайшим исключением, таким как высокоомная MOCVD-эпитаксия для GaAs-диодов Шоттки до 250 В, да и то, производство в Калифорнийской долине является не слишком заметным из-за серьёзных ограничений MOCVD-технологии на мо-

ноподложках с наличием дефектов и капризной кристаллографии. В итоге это – дорогое и неэффективное предприятие. LPE вносит новые «краски» в высоковольтный сектор. Богатства России во многом заложены во времена Советского Союза. Это же верно и для перспективы развития материаловедения и технологий выращивания монокристаллов GaAs. По данным, полученным из открытых источников информации, основой для крупномасштабного производства мышьяка и его соединений особой чистоты могут служить продукты переработки (детоксикации) химического оружия, в частности люизита, запасы которых в пос. Горный (Саратовская область), составляют около 15 тысяч тонн. Если проект запустить, то получим инновационное производство мощностью ~ \$1,0 млрд на рынок ВТО, данных запасов хватит на десятилетия производства особо чистого арсенида галлия (если он не уйдёт на китайский рынок). В Минпромторге в течение двух-трёх лет находится превосходный Саратовский проект по переработке уникального мышьяксодержащего сырья, полученного в результате утилизации химического оружия. Запуск проекта позволил бы получить доступную и технологичную сырьевую базу особо чистого мышьяка и его соединений. Сегодня это особенно актуально в связи с тем, что отечественных специалистов по технологии роста GaAs можно смело заносить в «красную книгу». Может быть, это услышат во вновь созданном Фонде перспективных исследований. Кстати, Калужское ОАО «Восход» из-за финансовых проблем свернуло производство монокристаллов GaAs, хотя GaAs-моноподложки его производства значительно более высокого качества в сравнении с зарубежными. Безусловно, важнейшую роль сыграла бы поддержка Правительства РФ в вопросе реанимации и развития данного, несомненно, стратегического производства.

СИЛОВАЯ ЭЛЕКТРОНИКА

Силовая электроника – это амперы, мощность, частота преобразования, это сохранение углеводородного богатства, это энергия, «мышцы» государства и мощь экономики. Компактность, эффективность, материалоёмкость энергосберегающего преобразователя зависит от частоты преобразования, чем она выше, тем лучше.

Силовая электроника – это всё и везде: от нескольких единиц и десятков ватт на кухне, до десятков мегаватт на ком-



LITEMAX

**В МОРСКОЕ ПУТЕШЕСТВИЕ
С ДИСПЛЕЯМИ LITEMAX!**

8,4"



12,1"-19"



21,5"-24"



8,4"-24" ВЛАГОЗАЩИЩЁННЫЕ ЖК-ДИСПЛЕИ СЕРИИ NPD NAVPIXEL™ С ВЫСОКОЙ ЯРКОСТЬЮ

Основные характеристики

- Степень защиты корпуса IP65 (для модели NPD0835 – IP68)
- Яркость свечения экрана 1000 кд/м²
- Светодиодная подсветка
- Поддержка ночного режима работы
- Резистивный сенсорный экран / антибликовое защитное стекло
- Регулировка яркости в широком диапазоне
- Обширный набор интерфейсов: VGA×2, DVI×2, CVBS×3
- Поддержка функции picture-in-picture (модели NPD1744 и NPD1954)
- Питание от сети 9–36 В постоянного тока
- Узкая лицевая фальшпанель
- Устойчивость к воздействию ударов и вибраций
- Защитное покрытие печатных плат
- Широкий диапазон рабочих температур

Применения

- Аппаратура морской техники, промышленная автоматизация

ОФИЦИАЛЬНЫЙ ДИСТРИБЬЮТОР ПРОДУКЦИИ LITEMAX

PROSOFT®

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



Реклама

прессорных и перекачивающих станциях Газпрома или Роснефти. «Сапсан» – это практически весь спектр силовой электроники – от освещения до супермощного электропривода. «Боинг-787» – сотни бортовых двигателей на 400...1000 Гц, а управляющий ими «разумный» электропривод на MOSFET и IGBT (хорошо, что пока на «узкозонном» Si). РЖД, автомобили, LED и т.д. – практически всюду силовая электроника.

Силовая электроника – это мировой рынок, равный 2,2–2,4 объёмам Рособоронэкспорта сегодня, завтра – около \$50 млрд, а если включить сюда преобразователи, то последнюю цифру надо утроить.

Силовые приборы – это диоды, транзисторы, тиристоры – казалось бы, и всё. На самом деле, устанешь перечислять. Если взять только диоды, то это диоды Зенера, стабилитроны, ограничители, НЧ-выпрямители, FRED, UFRED, HyperFRED, SBD, p-i-n-диоды, диоды Ганна, IMPATT-диоды, туннельные диоды, LED, лазерные диоды, фотодиоды и изобретённые авторами статьи Hyper²FRED и COOL-диоды. Можно ли ВСЁ это делать на GaAs? Практически всё. Объём продаж силовых диодов доходит до \$4,0 млрд, и его в значительной мере можно «прибрать к рукам», вложив финансовые средства и интеллектуальный потенциал в p-i-n GaAs-электронику. О её возможностях, конкурентоспособности, фундаментальной основе, сенсационности, можно прочитать в статье [2], где наряду с 1200...1700-вольтовыми p-i-n GaAs UFRED [3], пришедшими на смену Si и SiC UFRED, продемонстрированы 600-вольтовые HyperFRED диоды, которые ожидаемо являются более скоростными и более надёжными, чем SiC SBD (SiC-диод Шоттки – это электромагнитный твердотельный ускоритель электронов, у которого мишень – граница раздела металл-полупроводник, которая и без того является крайне опасной зоной соприкосновения двух кристаллических сред, несовместимых ни по шагу решётки, ни по коэффициенту теплового расширения, ни по механическим напряжениям). Биполярные кремниевые и арсенид-галлиевые диоды рассеивают энергию носителей в объёме десятков микрометров, т.е. в объёме на порядок, на два и более, чем в диоде Шоттки. При этом скорость переключения GaAs-диода имеет теоретический потолок в 8 раз больший, чем у Si-диода.

Hyper²FRED, с его наносекундными характеристиками, по скорости с SiC

SBD лучше не сравнивать. Для преобразовательной техники это – феноменальные приборы, а если применить ещё и сверхскоростные GaAs JFET с ёмкостью затвора в 50 раз меньше, чем у SiC, и с не уступающей ему проводимостью, то... дальше можно не продолжать.

Изобретённые нами впервые в мире ультрабыстрые диоды нового класса – COOL-диоды – имеют плотность проводящей плазмы (тока) в 3 раза больше, чем в Si и SiC-диодах, но это не предел. Ожидается, что можно достигнуть ещё больших значений – в 5 и более раз.

Например: чип 1,0 см² пропускает прямой постоянный ток в 1000 А при $U_{RRM} = 1000$ В (1 кА – 1 кВ), при этом восстанавливается за 100 нс, да ещё при температуре $T_j = 250^\circ\text{C}$, к тому же U_F составляет доли вольта.

Гальваники одними из первых, вероятно, оценят возможности COOL-диодов в своём производстве, ведь заменить промышленный выпрямительный агрегат размером с тумбочку на аналогичный по функциям ВАКР с габаритами не более учебника – это, согласитесь, неплохо. Один такой COOL-диодный чип сможет обеспечить работу (коммутацию) 5–7 параллельно включённых Si IGBT на 1200 В (150×7) А, тоже удобно, наряду с возможностью реализации в одном корпусе типа SHD-6 (SMD) пары Si IGBT/GaAs COOL-UFRED на 1200 В 100...150 А 0,1 мкс.

Для частотно-регулируемого электропривода, инверторов для преобразования энергии фотона в напряжение промышленной или бытовой сети это тоже хорошо, но возможности могут оказаться гораздо шире.

P-i-n GaAs-технология открывает новые возможности для GTO, SIT, фототиристоров. Судите сами: 600...1200 В, $U_{пр.} < 1,2...1,0$ В; 100...300 кГц. А что касается тиристоров с прямым лазерным управлением (гальваноразвязка) и МОП-запиранием – это уже 500 кГц и выше, при остатках ≈1,0...1,2 В и токах от 300 А/чип. Появление их на мировом рынке, вероятно, может вызвать панику среди крупнейших производителей IGBT и MOSFET, при объёме рынка этих приборов, оцениваемом в \$10 млрд! Эти инновационные приборы могли бы пользоваться успехом на данном рынке.

Расписывать, к чему приведёт MOS GaAs-технология (MOSFET и IGBT), вероятно, нет смысла. Это просто научно-технический переворот в преобразовании (IGBT будут работать на частоте 1,0 МГц, а MOSFET – от 10 МГц и

выше). Сюда же следует отнести и p-i-n GaAs-тиристоры с фотоинжекцией, разработанные в Физико-техническом институте (г. Санкт-Петербург), и будущие новые лазерные коммутаторы, и выполненный на двух чипах диодный лазер. P-i-n GaAs-коммутатор на 3–4; 6,5 кВ со скоростью коммутации лучше, чем у 1200-вольтового кремниевого MOSFET, да ещё с исключением непосредственной связи управления – наверняка, это кому-нибудь пригодится.

Возможна также реализация ВЧ-инвертора на комплементарных HBT (±600...1200 В, десятки ампер, $\tau_{сн} < 20$ нс). Чем хорош данный инвертор? Для разработчиков Solar Inverters, вероятно, это – находка. Во-первых, удобно преобразовать в промышленную синусоиду 50 Гц, в т.ч. от «ветряка». При коэффициенте усиления тройного кремниевого Дарлингтона HBT ключ имеет «остатки» 0,5...0,8 В, в 100 и более раз большую скорость переключения, очень хорошую устойчивость к ЭМИ, отсутствие эффекта Миллера, к тому же вместо непосредственного входа можно образовать гальванически развязанный лазерный вход. Не нужно также «городить огород» с понятием «драйвер верхнего и нижнего уровня»: всё – от входного контроллера до управляющих драйверов привязано к $V_{CC} = 5$ В.

И, в заключение, могут быть созданы GaAs MOSFET на 1200 В, близкие по C_{GS} к значениям GaAs JFET, т.е. GaAs MOSFET при $C_{GS} \sim 20...50$ пФ будет «качать» ток, аналогичный 4H-SiC «Trench» – MOSFET с входной ёмкостью в 1,0 нФ. В таком случае частота коммутации нового GaAs MOSFET может быть в таком соотношении с частотой коммутации SiC MOSFET (при $R_{DSon GaAs} \approx R_{DSon SiC}$), как:

$$\frac{f_{GaAs}}{f_{SiC}} \approx \frac{C_{вх GaAs}}{C_{вх SiC}} \approx 20,$$

т.е., если считать за разумный потолок $f_{преобраз.}$ у SiC MOSFET ≈ 1,0...2,0 МГц, то у GaAs MOSFET второго поколения потолок будет 20...40 МГц.

Реализация проекта может позволить изменить частоту преобразования на порядок, а это означает абсолютную конкурентоспособность на мировом рынке объёмом \$100...200 млрд.

Хочется подчеркнуть, что в преобразовательной технике наши интеллектуальные запасы не хуже, чем в Германии, США, Франции, Италии – стран-лидеров в преобразовательной технике. Это интеллектуальный запас ещё с советских времён, с огромным научно-тех-

ническим потенциалом, который, к сожалению, тает с каждым годом.

Высоковольтная СВЧ-гетероэлектроника

«Щит» государства – СВЧ-техника, «меч» государства – достижения в терагерцовой области электромагнитного излучения (0,5...2 ТГц). Полупроводниковые материалы, «игроки» на этом поле, давно известны, это InP, GaAs, SiC, GaN, C (алмаз), BN (по возрастанию запрещённой энергетической зоны).

Впечатляющие успехи здесь достигнуты на GaN, также у HEMT AlGaIn/GaN с большой плотностью 2D электронного газа ($3 \cdot 10^{13} \text{ см}^{-2}$), ещё больше поражает словацкая структура InAlN/AlN/GaN/SiC. GaN HEMT взяли барьер $f_{тр} \approx 300 \text{ ГГц}$ (0,3 ТГц) и достигли значений показателя качества терагерцового диапазона $JFoM = 5 \text{ ТГц} \times \text{В}$ [4]. Но есть и вопросы по стабильной работе GaN HEMT при больших рабочих напряжениях, в связи с несовершенством кристаллографической решётки GaN-слоя – носителя 2D электронного газа из-за сложностей с SiC, AlN «подушками», а также очень внушительной N_{ss} на границе гетероперехода (в зоне 2D-газа). Кроме того, существует «зацикленность» на HEMT с обеднением 2D-газа, GaN-приборы с глубоким обогащением отсутствуют, нет пока и HBT с более высокой плотностью 3D электронного газа. Что касается ССИС, то они, вероятно, есть, как на HEMT, так и на MOSFET. Но, видимо, вышеуказанные проблемы всё-таки помешали GaN HEMT попасть в аппаратуру Eurofighter – истребителей-перехватчиков НАТО, планируемых к выпуску в 2013 г. Предпочтение было отдано GaAs HEMT.

MESFET SiC – это своего рода «джинн» в L - и S -диапазонах. Снизу его ограничивают кремниевые BIT и MOSFET, сверху – MESFET на GaAs, поэтому он находится в диапазоне 1,0...2,5 ТГц. Но в реальности, видимо, существует гетеро-HEMT 3C-SiC/4H-(6H)SiC с рабочей температурой +250...300°C и граничной частотой 100 ГГц, что может оказаться неожиданным. С учетом того, что критическая электропрочность, подвижность и скорость насыщения электронов практически идентичны у SiC и GaN, то они составят пару, видимо, с GaN HEMT, с его «потолком» $\approx 0,5 \dots 0,8 \text{ ТГц}$ (5 ТГц В), с той лишь разницей, что теплопроводность SiC в 3 с лишним раза лучше, чем у GaN.

К «элите» всё-таки можно отнести InP [4] и, по мнению авторов, GaAs. На том и на другом можно создавать и HEMT,

и HBT. На InP HEMT достигнуты сегодня такие рекордные характеристики, как 385 ГГц; 2,5 В, и есть нацеленность на 1,0...2 ТГц. А что с вариантом GaAs? Пока цепочка рассуждений следующая: миллиметровый и субмиллиметровый GaAs выполняется на i -подложке, не на общепринятой, а на подложке с $n \times p \geq 10^{30}$, т.е. при наличии экситонов с $N = 10^{15} \text{ см}^{-3}$ и выше. Если зафиксировать плоскость (111) в i -слое, то это будет означать, что в объёме «висит» 3D электронно-дырочное «облачко» с поперечной (плоскостной) 2D-плотностью газа 10^{14} см^{-2} (!). А у GaN высоким показателем считается $3,5 \times 10^{13} \text{ см}^{-2}$. А если «нагрузить» на i -слой AlGaAs с $x = 0,28 \dots 0,6$ (технологически возможно и 0,8), то получится зонный разрыв с $\Delta E_g = 0,4 \dots 0,6$. Это неплохой «пригорок», с которого довольно эффективно слетят электроны в 2D-канал, а фактически в 3D-канал (по плотности электронов). Необходимо признать, что, кроме обеднённого режима работы, хорошо всем известного, можно заняться и обогащённым режимом, когда о 2D придётся забыть. Это 3D, с плотностью выше (на порядок и более), чем в GaN HEMT (!). Для того чтобы «ругнуть» лёгкие электроны с эффективной массой $m^*/m_0 = 0,068$, были «заперты» в нижней долине, можно придумать способы, чтобы верхняя долина с $\Delta E_g = 0,36 \text{ эВ}$ была непривлекательна для лёгких электронов, где лёгкий электрон с $m^* = 0,068$ перейдёт в тяжёлый с $m^*_2 = 1,2$ с малой подвижностью. Существует два способа: первый – короткий пролёт, где появляется другая квантовая механика – баллистическая, второй – «запломбировать» верхние долины тяжёлыми электронами с созданием дипольных полей тяжёлый-лёгкий электрон/электрон. Оба метода применяются на практике.

Какие же преимущества выявляются перед InP? Если не брать интегральное соотношение запрещённых зон, подвижностей, скоростей, электропрочности (они почти такие же, как у «второй лиги» (GaN : SiC), то сильнейший фактор – совершенный по структуре i -изолятор, в то же время залитый электронно-дырочной парой (экситонами) на уровне 10^{15} см^{-3} , хотя экситонную массу можно достаточно хорошо регулировать. В начале уже было сказано, если в i -области два квазиуровня Ферми E_p и E_n , когда $\frac{E_p + E_n}{2} = E_n$, то это неплохо. Существует абсолютно совершенная граница раздела AlGaAs/GaAs. Невозможно пока обо всём рассказать, но в данном случае, кроме HEMT и DHEMT, HBT, можно найти и другие

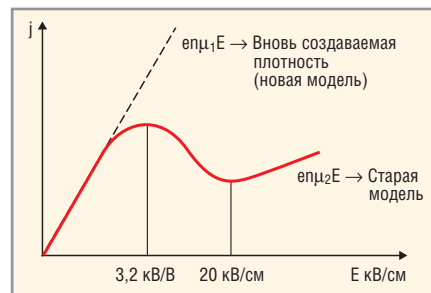


Рис. 2. Новая плотность тока $e\mu_1 E$, которая «уходит в отрыв»

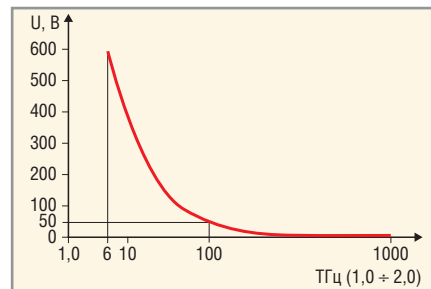


Рис. 3. График зависимости граничной частоты от предельного напряжения в i -GaAs HEMT, HBT и др.

баллистические варианты. Исходя из вышесказанного, попытаемся реализовать два графика (см. рис. 2 и 3).

Исходя из графиков на рисунках 2 и 3 необходимо ввести новый фактор $JFoM-2$ в ТГц×Вт, где i -GaAs в нашей версии займёт верхнюю строчку.

При наличии фактора «встроенных» электронов и дырок $\sim 10^{15} \text{ см}^{-3}$ можно предполагать создание непрерывной цепочки Ганновских диполей, частота генерации которых будет очень высокой, поскольку $V_{дип.}/L_{канала}$ при длине свободного пробега $L_n > V_{дип.}/L_{канала}$ можно надеяться, что график на рисунке 2 будет иметь вид характеристики $e\mu_1 E$ без $e\mu_2 E$. С учётом «пломбирования» верхних долин и $L_n > V_{дип.}/L_{канала}$ – это реально.

Возникает вопрос – зачем же американцы создали GaAs HEMT с $L = 10 \text{ нм}$? Может быть, с целью перекрытия диапазона субмиллиметр-инфракрасная зона? Если это так, то нужно торопиться, российская i -структура – лучше и динамичнее.

Учитывая всё вышесказанное, становится очевидно, что можно реализовать диоды Ганна, p - i - n -диоды, ЛПД-диоды для миллиметрового диапазона, МЭМС и СВЧ-коммутаторы (AlGaAs и GaAs – анизотропные с позиции объёмного разделительного удаления материалы как в ВЧ-плазме, так и в «мокрой» химии). Интерес представляет и быстроходная оптико-квантовая память, ещё более перспективные СВЧ высоко-

вольтные опто- и лазерные пары (ключи, коммутаторы с гальваноразвязкой) для построения импульсной техники от нано- до фемтодиапазона.

Одно из перспективнейших направлений, на пределе существующих представлений – это импульсные СВЧ-генераторы экситонной массы с фазовым сдвигом импульсного питающего СВЧ-напряжения, когда длительность импульсов короче времени длины свободного пробега, а ещё «круче» – лавинной длины свободного пробега, которая в GaAs $\approx 35\text{--}40$ А, что приведёт к созданию перенаселённых экситонов в зоне проводимости и валентной зоне GaAs и, в итоге, к тера-мазеру. Всё возможно.

Что касается sMMIC на GaAs, то компания Freescale (США) ещё шесть лет назад, вероятно, реализовала гиперскоростные МОП GaAs-схемы [5] – смелый, с огромными последствиями проект, поскольку GaAs КМОП работают почти на порядок быстрее, чем кремниевые КМОП, допустим, на тех же 30 нм. Вероятно, что у них всё давно уже поставлено на широкую ногу или научный поток.

В заключение данного раздела отметим, что в России есть практически всё, чтобы уже сегодня заняться гетеро-SiC, гетеро-SiC/GaN, приборами на основе алмаза и BN (BN поликристаллического исполнения в огромном количестве использовался в СССР предприятиями электронной промышленности в 60-70-х годах. Поразительных успехов на монокристаллическом BN достигли в Минске, да и в Обнинске, в филиале ФГУП «НИФХИ им. Л.Я. Карпова» об этом материале имеют представление.

Сегодня фактически наступила эпоха высоковольтной СВЧ-электроники, и надо перестраиваться. У неё широчайшие возможности по кардинальному изменению архитектуры передающих СВЧ-устройств, качества сигнала: его линейности, устойчивости к ЭМИ, подавлению шумов, практически отсутствующей обратной связи по корректировке сигнала, идеальности формы импульсов, малым паразитным ёмкостям, высокому коэффициенту по мощности из-за высоковольтного выхода, гальваноразвязке и др.

ФОТО- И ОПТОЭЛЕКТРОНИКА, КВАНТОВАЯ ЭЛЕКТРОНИКА

Терагерцовый диапазон близок к диапазону ИК квантовых волн: $20 \text{ ТГц} = 20 \times 10^{12}$, что вплотную приближается к волне такого квантового генератора, как человек ($\approx 8\text{--}10 \text{ мкм}$), и если он окажет-

ся в поле волны $\approx 150\text{--}200 \text{ ТГц}$, то камера современной бытовой микроволновки покажется раем в сравнении с этим квантовым мазером. Лет через 10–20 такие мазеры появятся, скорее всего, на InSb ($E_g = 0,16 \text{ эВ}$; $\mu = 78000 \text{ см}^2/\text{В}\cdot\text{с}$), InAs ($E_g = 0,33 \text{ эВ}$; $\mu = 33000 \text{ см}^2/\text{В}\cdot\text{с}$). А, возможно, они уже есть. Это серьёзный повод для размышлений. В силу совершенства i-GaAs-структуры можно создать многие классы приборов с квантовой энергией, соответствующей $E = h\nu \times c$ с длиной волны $\lambda = 0,81 \text{ мкм}$, при этом получатся абсолютно «чистые» (не заимствованные) физические модели и технологические конструкции.

Не только COOL-диод, но и квантовый генератор с новыми принципами массового заселения избыточными носителями заряда у краёв энергетической зоны GaAs, в принципе, и у Al-GaAs, когда длину волны можно сдвинуть ближе к зелёному спектру.

Данные квантовые генераторы ещё на бумаге, но технологически более доступны и дешёвы, а главное, более жёсткие и надёжные. Так что они могли бы пригодиться в системах земля–воздух, воздух–стратосфера, а может, и в космосе. В случае наличия финансовых средств можно попробовать.

Одной из самых перспективных моделей или систем является микроконтроллер – драйвер – GaAs-лазер – силовой или СВЧ-коммутатор на «домашней» длине волны $\lambda = 0,81 \text{ мкм}$. Можно коммутировать десятки киловатт в наносекундном диапазоне, киловатты в пикодиапазоне и, возможно, сотни ватт в фемтодиапазоне. Причём с гальванической развязкой. На вход подаётся напряжение +5 В, выход зависит от разработчика – от единиц В до единиц кВ. Тоже удобно. Главное, технология имеется, ничего сложного, $A_{IV}V_{IV}/A_{III}V_V$ и всё, больше ничего не надо. Эта же модель абсолютно годится для геоенергетики с последовательностью КПД = 25...28% (очень дешёво), $\approx 35\text{--}40\%$ («чёрная» модель $A_{IV}V_{IV}/A_{III}V_V$ – абсолютно «по зубам» Зеленограду, тоже недорого) и, наконец, $>40\%$ с МЭМС-зеркалами Френеля, это уже 2,0...2,5 КПД Усоля-Сибирского или 1,8...2,0 КПД Новочебоксарска. Что значительно дешевле кремниевых мембран. Хотя для России малопонятно, зачем нам без солнца солнечные батареи. Сколько в году солнечных дней в Москве? На Эльбрусе или Алтае – более приемлемый вариант. Ещё лучше – в Сахаре. Для бизнеса

неважно, откуда поступают деньги. Но для терагерцовой электроники в космосе – конечно, очень важно.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

На сегодняшний день авторами подготовлено открытое предложение к губернаторам Поволжья – от Нижнего Новгорода до Саратова – используя озвученные в статье идеи (проект), создать Поволжскую электронную долину, отличающуюся от Подмосковной (Сколково) уже имеющимися реальными проектами. Если руководители Поволжских регионов задумаются о подлинных инновациях в электронике, электротехнике, энергосбережении, то возможно развитие следующих направлений: микро- и наноэлектроника (г. Саранск); СВЧ-техника (г. Саратов, г. Нижний Новгород, г. Ульяновск); электропривод, солнечные батареи (г. Чебоксары); ветроэнергетика (г. Ульяновск), ядерная технология для субнаноэлектроники или ядерная электроника (г. Саров, г. Дмитровград), автоэлектроника (г. Тольятти, г. Нижний Новгород); светильники с излучением, абсолютно идентичным солнечному спектру (г. Саратов), особо чистые материалы на основе мышьяка и его соединений (г. Саратов), силовые преобразователи для различных областей применения от РЖД и ТЭК до светильников (практически все города Поволжья). Обозначенная география в совокупности может составить «Сколково-2», и за 2,5–3 года вполне реально наладить производство продукции мирового класса для рынка ВТО.

ЛИТЕРАТУРА

1. Алфёров Ж.И. «Физика и жизнь». Москва – Санкт-Петербург: «Наука». 2001.
2. Войтович В.Е., Гордеев А.И., Думаневич А.Н. «GaAs диоды для PFC, SMPS, UPS, IPM, Solar Invertors и замены синхронных выпрямителей». «Силовая электроника». № 6. 2012 г.
3. Войтович В.Е., Гордеев А.И., Думаневич А.Н. «Si, GaAs, SiC, GaN – силовая электроника. Сравнение, новые возможности» «Силовая электроника». № 5. 2010 г.
4. Майская В. «Освоение терагерцовой щели. Полупроводниковые приборы вторгаются в субмиллиметровый диапазон». «Электроника НТБ». № 8. 2011 г.
5. 3D News Daily Digital Digest «Freescale освоила технологию GaAs MOSFET» 01.02.2006 http://www.3dnews.ru/news/freescale_osvoila_tehnologiu_gaas_mosfet/.
6. Десять патентов РФ по p-i-n GaAs-технологии (авторы патентов: Войтович В.Е., Думаневич А.Н. и Гордеев А.И.).



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)

PROSOFT[®]
COMPONENTS

АКТИВНЫЙ КОМПОНЕНТ ВАШЕГО БИЗНЕСА

МОСКВА Тел.: (495) 232-2522 • Факс: (495) 234-0640 • info@prochip.ru • www.prochip.ru
С.-ПЕТЕРБУРГ Тел.: (812) 448-0444 • Факс: (812) 448-0339 • info@spb.prosoft.ru • www.prosoft.ru
АЛМА-АТА Тел.: (727) 329-5121 • filinskiy@kz.prosoft.ru • www.prosoft.ru
ВОЛГОГРАД Тел.: (960) 870-2557 • volgograd@prosoft.ru • www.prosoft.ru
ЕКАТЕРИНБУРГ Тел.: (343) 376-2820 • Факс: (343) 310-0106 • info@prosoftsystems.ru • www.prosoftsystems.ru
КАЗАНЬ Тел.: (843) 291-7555 • Факс: (843) 570-4315 • info@kzn.prosoft.ru • www.prosoft.ru
КИЕВ Тел.: (+380-44) 206-2343/2478/2496 • Факс: (+380-44) 206-2343 • info@prosoft-ua.com • www.prosoft.ru
КРАСНОДАР Тел.: (861) 224-9513 • Факс: (861) 224-9513 • krasnodar@prosoft.ru • www.prosoft.ru
Н. НОВГОРОД Тел.: (831) 215-4084 • Факс: (831) 215-4084 • n.novgorod@prosoft.ru • www.prosoft.ru
НОВОСИБИРСК Тел.: (383) 202-0960; 335-7001/7002 • info@nsk.prosoft.ru • www.prosoft.ru
ОМСК Тел.: (3812) 286-521 • omsk@prosoft.ru • www.prosoft.ru
САМАРА Тел.: (846) 277-9166 • Факс: (846) 277-9165 • info@samara.prosoft.ru • www.prosoft.ru
УФА Тел.: (347) 292-5216/5217 • Факс: (347) 292-5218 • info@ufa.prosoft.ru • www.prosoft.ru
ЧЕЛЯБИНСК Тел.: (351) 239-9360 • chelyabinsk@prosoft.ru • www.prosoft.ru



Усовершенствование бесконтактного оптического датчика скорости

Станислав Раstopов (Москва)

Оптические датчики скорости используются при измерении динамических характеристик транспортных средств. В статье описана новая схема реализации пространственных фильтров, позволяющая существенно улучшить качество измерений, в частности, устранить зависимость измеренной скорости от расстояния до объекта.

Принцип бесконтактного измерения скорости заключается в формировании изображения движущегося объекта на фоточувствительном элементе (ФЧЭ) и применении специальной периодической структуры – пространственного фильтра, который формирует периодический электрический сигнал, частота которого пропорциональна скорости объекта. В классическом варианте, пространственный фильтр состоит из решётки фотоприёмников, установленных в плоскости изображения объекта и соединённых через один (две вложенных гребёнки ФЧЭ). Выходные сигналы ФЧЭ подаются на входы дифференциального усилителя. При движении изображения по такой структуре оно последовательно попадает на ФЧЭ гребёнок и формирует синусоидальный сигнал, пропорциональный скорости движения объекта. Обзор принципов измерений, основанных на пространственных фильтрах, и методов их реализации приведён в [1].

При изменении расстояния до объекта частотный отклик (коэффици-

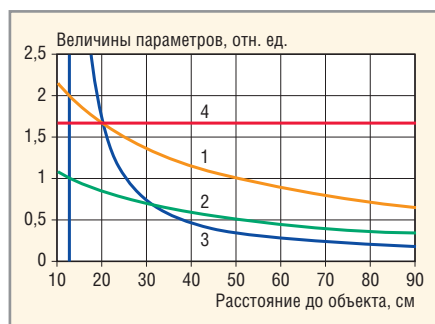


Рис. 1. Расчёт зависимости параметров оптической системы от расстояния до объекта для упрощённой конфигурации датчика скорости
 1 – период теневой структуры в плоскости ФЧЭ, 2 – линейная скорость её перемещения в той же плоскости, 3 – увеличение оптической системы, 4 – частотный отклик (отношение графиков 1 и 2)

ент пропорциональности между скоростью объекта и частотой генерируемого сигнала, выражается в Гц/(м/с)) существенно изменяется, поскольку изменяется увеличение оптической системы (отношение расстояния от главной оптической плоскости до плоскости изображения к расстоянию до объекта). Это является основным недостатком датчиков такого типа.

Частично проблему решает телецентрическая оптическая схема, которая в небольших пределах обеспечивает постоянство размера изображения за счёт диафрагмирования оптики. В центре фокальной плоскости системы устанавливаются диафрагму, и чем она меньше, тем больше диапазон расстояний до объекта, при которых изменением масштаба изображения можно пренебречь (в пределах 0,1%). Однако наличие диафрагмы приводит к значительному уменьшению светового потока, т.к. в основном проходят лучи, параллельные оптической оси. На практике диаметр диафрагмы составляет всего 1...2 мм для достижения пределов рабочих расстояний 15...20% от номинального, и приходится использовать мощные источники подсветки объекта для достижения приемлемых уровней выходного сигнала датчика.

Альтернативные решения, например использование сложных широкоугольных телецентрических объективов или применение отдельного датчика расстояния, приводят к усложнению системы, но радикально не решают проблему.

Однако недавно было найдено решение [2], преодолевающее основной недостаток классического варианта и позволяющее создавать датчики, частотный отклик которых принципиально не зависит от расстояния до

объекта. Оказалось, что если отделить пространственный фильтр от плоскости ФЧЭ и переместить его ближе к оптике, принцип формирования сигнала, частота которого пропорциональна скорости объекта, существенно изменяется. Теперь не период ФЧЭ определяет частоту сигнала, а период растрового фильтра, которым является амплитудная решётка с чередованием прозрачных и непрозрачных полос.

При движении объекта за растром возникает перемещающаяся теневая картина (как тень от забора, освещаемого фарами проезжающего автомобиля), и фотоприёмник генерирует электрический сигнал, частота которого определяется периодом теневой картины и её линейной скоростью на ФЧЭ, установленных в фокальной плоскости. При уменьшении расстояния до объекта линейная скорость тени возрастает, но ровно настолько же увеличивается период теневой картины, в результате частотный отклик остаётся постоянным, – это следует из тригонометрического расчёта по формулам линзы.

Для расчёта параметров оптической системы была создана специальная программа, позволяющая определить конкретную конфигурацию системы при заданных параметрах (период растра, его положение, фокусное расстояние оптической системы, параметры ФЧЭ и т.п.). Алгоритм вычислений является достаточно простым, но объёмным, поэтому здесь не приводится.

На рисунке 1 показан пример расчёта изменения параметров системы в зависимости от расстояния до объекта. Расчёт проводился для безразмерных относительных величин, поскольку интерес представляют исключительно их изменения. На графике 1 представлено изменение периода теневой структуры от растра, расположенного между линзой и плоскостью ФЧЭ. На графике 2 – соответствующее изменение линейной скорости теневой структуры в плоскости ФЧЭ при перемещении объекта с некоторой постоянной скоростью. На графике 3 для срав-

нения демонстрируется увеличение оптической системы – приблизительно такая зависимость частотного отклика при постоянной скорости объекта была бы у классических датчиков при расположении решётки ФЧЭ в плоскости изображения для некоторого номинального расстояния до объекта. Наконец, на графике 4 приведена зависимость частотного отклика описываемого датчика – он постоянен при расстояниях до объекта от 10 до 90 см (просто для наглядности, на самом деле из математики следует его постоянство при любых расстояниях). Частотный отклик рассчитывался как отношение точек на графиках 1 и 2 (помноженный на постоянный коэффициент), т.е. увеличение периода в точности компенсируется увеличением линейной скорости. Фокусное расстояние линзы равно 12,5 см, поэтому график увеличения оптики обрывается ниже этого значения, т.к. формула линзы перестает работать. Но формулы расчёта частотного отклика справедливы при любых расстояниях, поэтому для работы датчика не требуется формирование изображения объекта

и диафрагмирование, т.е. используется вся апертура оптической системы. Это позволяет уменьшить мощность подсветки объекта либо, при прочих равных условиях, увеличить амплитуду выходного сигнала (на два порядка, по сравнению с телецентрическими системами).

Примеры применения описываемых в статье датчиков представлены на фото (см. рис. 2).

На данный способ и устройство даны российская и международная заявки на изобретение [2, 3]. Получено решение о выдаче российского патента; оформляется патент в Германии. Подробное описание автомобильных и общепромышленных датчиков, основанных на этом принципе, можно найти в [4].

Безусловно, реальные физические ограничения (неидеальность оптики, необходимость выделения полезного сигнала на фоне паразитной низкочастотной составляющей, связанной с перепадами общей яркости объекта и т.п.) влияют на диапазон рабочих расстояний, и конечная конструкция датчика получается сложнее. Тем не



Рис. 2. Применение бесконтактного оптического датчика скорости

менее, в реальных датчиках отношение минимального расстояния к максимальному может составлять 2–3 раза, чего вполне достаточно для практического использования.

ЛИТЕРАТУРА

1. Y. Aizu T. Asakura. Spatial Filtering Velocimetry, Springer Berlin Heidelberg New York, 2004.
2. Растопов С.Ф. Способ растрового оптического измерения скорости объекта. Заявка на изобретение RU 2010126779.
3. Rastopov S.F., ООО «Sensorika-M». Method for Scanning Optical Measurement of the Speed of an Object, WO/2012/002843.
4. www.sensorika.com.





ООО «Сенсорика-М»

ВЫСОКОКАЧЕСТВЕННЫЕ БЕСКОНТАКТНЫЕ ПРИБОРЫ

Россия, 127474 Москва, а/я 34 Дмитровское ш., 64, к. 4

Тел.: +7 499 487 03 63, Факс: +7 499 487 74 60

E-mail: info@sensorika.com Сайт: <http://www.sensorika.com>



Сенсорика-М – фирма, специализирующаяся на поставке универсальных систем и датчиков для измерения большинства физических величин от ведущих мировых фирм: ООО «РИФТЭК», Ahlborn GmbH, Corrsys-Datron GmbH, IMC GmbH, Kistler AG, OMRON, SensoPart GmbH, Jenoptik GmbH и ряда других.

Основной вид деятельности:

- Разработка лазерных систем контроля скорости.
- Разработка и поставка готовых систем сбора и обработки информации для лабораторий и испытательных центров.
- Бесконтактное измерение скорости, ускорения, пройденного пути, угловых скоростей и углов наклона транспортных средств, расхода топлива. Измерение перемещений, расстояний, положения, углов наклона, углов поворота.
- Внедрение технологий 2D и 3D сканирования и оптических микрометров.

Мы предлагаем комплексное решение Ваших технических задач.



INFO@SENSORIKA.COM - почтовый ящик для общих вопросов по продукции.
SALES@SENSORIKA.COM - почтовый ящик для вопросов о приобретении продукции.

Реклама

ПЛИС Xilinx серии 7

Илья Тарасов (Москва)

В настоящее время компания Xilinx, занимающая чуть более половины рынка FPGA, предлагает микросхемы ПЛИС серии 7, выпускаемые с применением 28-нм норм технологического процесса.

ВВЕДЕНИЕ

Программируемые логические интегральные схемы, появившиеся в середине 1980-х годов, в настоящее время сформировали области применения с характерными подходами к проектированию и особенностями разрабатываемых устройств. Номенклатура микросхем ПЛИС с наиболее развитой и популярной архитектурой FPGA, выпускаемых компаниями Xilinx и Altera, регулярно обновляется на базе актуального технологического процесса.

Программируемые микросхемы с архитектурой FPGA (Field Programmable Gate Array, программируемые пользователем вентильные матрицы) содержат набор конфигурируемых блоков (логических ячеек), образованных базовыми компонентами цифровой логики – логическими элементами и триггерами. Отдельные ячейки соединяются друг с другом с помощью программируемых трассировочных линий, как показано на рисунке 1.

На рисунке 1 видно, что две ячейки массива запрограммированы для выполнения определённой логической функции. Поскольку для реализации всей схемы одной ячейки оказалось недостаточно, её выход был подключён ко входу другой ячейки, для чего были задействованы трассировочные линии FPGA. Чтобы реализовать такую схему, необходимо задать режимы работы отдельных компонентов внутри ячеек, а также активировать цифровые

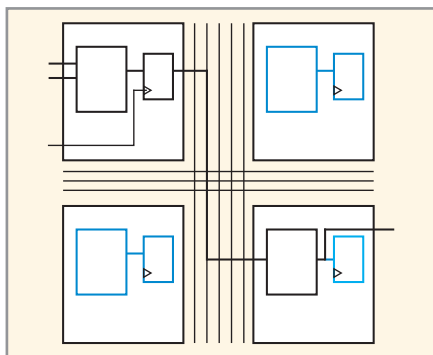


Рис. 1. Фрагмент ПЛИС с архитектурой FPGA

ключи, соединяющие отдельные сегменты трассировочных линий. Настройки компонентов и информация о включенных и выключенных коммутаторах хранится в специальной памяти внутри FPGA. Эта память выполнена по технологии SRAM, поэтому имеет неограниченное число циклов перезаписи, но теряет информацию при отключении питания. Поэтому микросхему FPGA необходимо запрограммировать при включении – передать через специальный интерфейс содержимое файла конфигурации.

На практике программирование ячеек и формирование трассировочных линий выполняется с помощью САПР. Структура файла конфигурации является строго конфиденциальной информацией, и формирование такого файла может быть выполнено только с помощью программных средств производителя ПЛИС.

Проектирование на микросхемах FPGA имеет некоторые особенности. Во-первых, эти ПЛИС подразумевают неоднородность схемы. Это означает, что сложные схемы с неравномерным использованием компонентов необходимо приводить к базовым логическим ячейкам, причём весьма вероятно, что какие-то возможности ячеек останутся незадействованными. Во-вторых, программируемые трассировочные линии имеют большую задержку распространения сигнала по сравнению с металлическими соединениями интегральных микросхем. Поэтому рабочие частоты ПЛИС меньше, чем частоты стандартных цифровых микросхем.

Таким образом, проекты на базе ПЛИС оказываются дороже и медленнее решений на базе стандартных (Standard Product) или специализированных микросхем (ASIC, ASSP). Тем не менее, в процессе развития цифровой микроэлектроники производство ПЛИС демонстрировало устойчивый рост. Это связано с тем, что стоимость подготовки производства интегральных схем постоянно возрастает и, на-

пример, для 32-нм технологического процесса может достигать 200 млн долл. США (по данным 2012 г.). Поэтому разработка специализированной микросхемы оказывается экономически целесообразной только для массового производства, а ПЛИС являются подходящей элементной базой для цифровых устройств с уникальной архитектурой, выпускаемых небольшими партиями.

Другими преимуществами ПЛИС являются возможность реализации параллельных вычислительных структур и достижение высокой степени интеграции компонентов на основе небольших блоков, реализующих простые операции. ПЛИС с архитектурой FPGA традиционно используются в задачах цифровой обработки сигналов, поскольку обеспечивают очень высокие показатели производительности (до 5,8 ТМАС/с). Другим крупным потребителем FPGA являются коммуникационные устройства, прежде всего, магистральное оборудование проводной связи.

ХАРАКТЕРИСТИКИ ПЛИС СЕРИИ 7

Компания Xilinx с 1985 г. выпускает ПЛИС, представляющие основные архитектуры – CPLD (Complex Programmable Logic Device, сложная программируемая логическая схема) и FPGA. С развитием полупроводниковой технологии микросхемы с архитектурой FPGA совершенствовались более активно, так как возможности их масштабирования позволяют создавать кристаллы с миллионами логических ячеек. В настоящее время именно FPGA являются наиболее универсальными и мощными программируемыми микросхемами, позволяющими реализовать широкий спектр цифровых устройств. Микросхемы CPLD в основном используются для замены дискретных цифровых компонентов.

Компания Xilinx, как и большинство разработчиков ПЛИС, не имеет собственного производства, а заказывает изготовление микросхем на стороне. Соответственно, по мере освоения новых технологических процессов мировыми производителями, Xilinx выпускает новое поколение ПЛИС.

В конце 1990-х годов основной линейкой FPGA компании Xilinx была серия XC4000 (семейства XC4000E, XC4000XL и XC4000XLA). Архитектура XC4000 оказалась довольно удачной, однако в ряде проектов возможности стандартной логической ячейки ПЛИС использовались далеко не полностью. Возникла естественная альтернатива: дорогие устройства с максимальной производительностью и полным набором функциональных возможностей и дешёвые ПЛИС, обеспечивающие базовые функции, достаточные для большинства типовых проектов. В результате в номенклатуре изделий компании Xilinx появились различные серии FPGA, соответствующие этим направлениям. Стандартное недорогое решение предоставляла серия Spartan, на смену которой пришли серии Artix (минимальная стоимость) и Kintex (умеренная стоимость при высокой производительности в задачах ЦОС). Наилучшие технические характеристики обеспечивала серия Virtex. На данный момент компания предлагает семейства ПЛИС серии 7 – Artix-7, Kintex-7 и Virtex-7. На рисунке 2 представлено соответствие поколений микросхем FPGA компании Xilinx технологическим процессам.

Отдельной разновидностью микросхем ПЛИС, анонсированных в 2011 г., являются микросхемы класса All Programmable SoC (полностью программируемые системы на кристалле). Начиная с семейства Zynq-7000, они содержат процессорное ядро ARM и матрицу программируемых логических ячеек, аналогичных используемым в семействах Artix или Kintex.

Характеристики современных микросхем FPGA в большой степени определяются дополнительными аппаратными блоками. Довольно часто блоки памяти и аппаратные умножители неэффективны при их реализации с помощью стандартных ячеек, а высокоскоростные приёмопередатчики просто нереализуемы. Поэтому на кристаллах FPGA серии 7 в большом количестве размещены специализированные аппаратные блоки, в их числе:

- блочная память BRAM в виде блоков по 36 Кбит;
- секции ЦОС (DSP48E1) – блоки МАСС, выполняющие умножение 18- и 25-битного операнда с накоплением результата в 48-битном аккумуляторе;
- высокоскоростные последовательные приёмопередатчики;

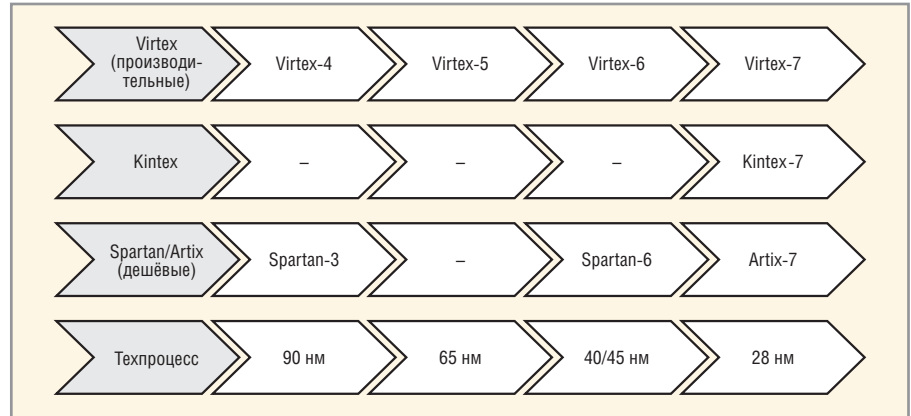


Рис. 2. Диаграмма соответствия поколений микросхем FPGA компании Xilinx технологическим процессам

- контроллеры шины PCI Express;
- блоки XADC (сдвоенные 12-разрядные АЦП).

В таблице 1 приведены сводные характеристики трёх новых семейств [1]. Семейство Zynq 7000 состоит из четырёх микросхем, имеющих процессорную подсистему на основе двухъядерного процессора ARM. Основные характеристики ядра ARM в составе Zynq-7000:

- сдвоенное ядро Cortex-A9 с тактовой частотой 667/773/800/1000 МГц (в зависимости от группы);
- расширения ядра NEON с плавающей точкой одинарной и двойной точности;
- кэш-память первого уровня включает 32 Кб инструкций и 32 Кб данных на каждое ядро;
- разделяемая кэш-память второго уровня 512 Кб;
- поддержка внешней памяти DDR2, DDR3 и LPDDR2;
- 8 каналов ПДП;
- по два порта USB 2.0 (OTG) и трёхрежимного (10/100/1000) Ethernet с ПДП;
- по два порта SD/SDIO с ПДП, UART, CAN 2.0B, I²C и SPI;
- 32-битный порт GPIO;
- шифрование AES и SHA (до 256 бит);

- 54 мультиплексируемых линий памяти и ввода-вывода;
- интерфейсы к программируемым ресурсам: два 32-битных AXI Master, два 32-битных AXI Slave, четыре 64/32-битных AXI 64/32, 64-битный AXI ACP;
- 16 линий прерываний.

Характеристики программируемой логики ПЛИС Zynq 7000 приведены в таблице 2. Микросхемы Zynq-7010 и Zynq-7020 выполнены на базе программируемых ресурсов семейства Artix, а Zynq-7030 и Zynq-7045 – на базе Kintex. Это отражается на пиковой производительности подсистемы цифровой обработки сигналов – в младших ПЛИС тактовая частота блока ниже. Кроме того, в Zynq-7030 и Zynq-7045 отсутствуют блоки PCI Express и высокоскоростные приёмопередатчики.

Несмотря на схожесть языков описания аппаратуры и языков программирования, разработка систем на базе FPGA существенно отличается от проектирования программных продуктов и по сути является сферой деятельности специалистов в области проектирования цифровой электроники. Кроме того, не следует рассматривать микросхемы FPGA как стандартные наборы однотипных базовых компонентов,

Таблица 1. Сводные характеристики семейств микросхем FPGA серии 7 компании Xilinx

Параметр/максимальное значение	Artix-7	Kintex-7	Virtex-7
Количество логических ячеек, тыс. шт.	215	480	1955
Объём блочной памяти, Мб	13	34	65
Количество секций ЦОС	740	1920	3600
Пиковая производительность цифровой обработки сигналов для фильтров с симметричными коэффициентами, GMAC/c	930	2845	5335
Количество приёмопередатчиков	16	32	96
Скорость передачи, Гб/с	6,6	12,5	28,05
Пиковая пропускная способность приёмопередатчиков, Гб/с	211	800	2784
Количество интерфейсов PCI Express	Gen2×4	Gen2×8	Gen3×8
Скорость обмена по интерфейсам памяти, Мб/с	1066	2133	2133
Число внешних выводов	500	500	1200

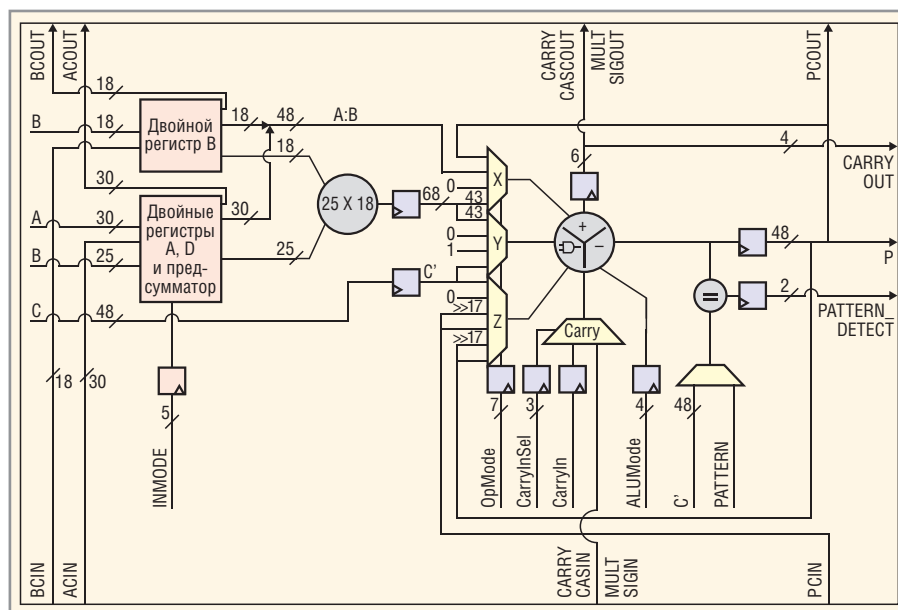


Рис. 3. Блок ЦОС DSP48E1A

поскольку характеристики современных FPGA во многом определяются аппаратными ядрами. На рисунке 3 показана структура блока DSP48E1A, размещённого в FPGA серии 7.

В этом блоке имеется не только аппаратный умножитель, но и 48-разрядный аккумулятор с функциями АЛУ, набор регистров и мультиплексоров и специальный модуль «предварительный сумматор». Дополнительные компоненты упрощают построение многих узлов цифровой обработки сигналов, таких как КИХ- и БИХ-фильтры, ядра БПФ, модули работы с комплексной арифметикой и т.д. Предварительный сумматор позволяет обрабатывать в одном DSP48E1A два отвода КИХ-фильтра с симметричными коэффициентами. Таким образом, разработка эффективных систем цифровой обработки сигналов в определённой степени зависит от квалификации инженера, который должен не только представлять аппаратные возможности применяемой элементной базы, но и в полной мере владеть средствами проектирования ПЛИС.

СФЕРЫ ПРИМЕНЕНИЯ

В настоящее время микросхемы FPGA применяются в ряде областей, в каждой из которых востребован определённый набор их свойств:

- Проводные коммуникации. Традиционным заказчиком FPGA Xilinx является компания Cisco. По данным за 2011 г., примерно 50% продукции Xilinx (в стоимостном выражении) было приобретено именно Cisco. Ключевой особенностью FPGA серии 7, привлекательной для построения проводных коммуникаций, являются аппаратные высокоскоростные приёмопередатчики (до 96 в Virtex-7) с суммарной пропускной способностью до 2,7 Тбайт/с. Это позволяет обеспечить очень высокую плотность компоновки микросхем для магистрального оборудования волоконно-оптической связи следующего поколения;
- Беспроводные коммуникации. Большое число блоков DSP48 позволяет реализовывать базовые станции «программного» радио (Software-

Defined Radio). Возможность перепрограммирования FPGA делает возможной смену конфигурации цифровой части системы в процессе эксплуатации, с реализацией новых протоколов передачи без замены аппаратной части. Микросхемы FPGA достаточно дороги для абонентского оборудования беспроводных сетей, однако получают всё большее распространение в качестве аппаратной платформы базовых станций. Например, существует однокристалльное решение для базовой станции LTE на основе ПЛИС Virtex-6;

- Автомобильная электроника. В автомобильных системах микросхемы FPGA используются в основном в качестве многоканальных устройств мультимедиа, а также в системах класса Driver Assistant, которые не призваны заменить водителя, однако за счёт анализа изображения с внешних видеокамер в реальном времени способны обнаруживать и распознавать дорожные знаки, быстро приближающиеся объекты, препятствия и т.п. Для таких задач требуется большая производительность подсистемы цифровой обработки сигналов, которая обеспечивается независимыми блоками DSP48;
- ISM (Industrial/Scientific/Medical) – системы обработки данных и управления в промышленности, науке и медицине, для которых нехарактерна оптимизация электронного оборудования по стоимости. Небольшие партии изделий и изменяющиеся требования в процессе разработки делают предпочтительным применение элементной базы, которая обеспечивает запас ресурсов, продлевающих жизненный цикл изделия. Здесь стоимость прочего оборудования может существенно превышать стоимость ПЛИС, и естественным стремлением разработчика является применение наиболее мощной аппаратной платформы из доступных;
- Потребительская электроника. Несмотря на достаточно высокую степень унификации задач, решаемых в потребительской электронике, и большие тиражи изделий (что даёт возможность использовать более дешёвые ASIC/ASSP), ПЛИС находят применение в устройствах класса hi-end, например в профессиональных видеокамерах, плоскочелю-

Таблица 2. Состав семейства Zynq-7000

ПЛИС	Z-7010	Z-7020	Z-7030	Z-7045
Количество программируемых логических ячеек (вентилей ASIC)	28 К (430 К)	85 К (1,3 М)	125 К (1,9 М)	350 К (3,5 М)
Количество блоков памяти (по 36 Кб)	60	140	265	545
Количество секций ЦОС (18×25 МАСС)	80	220	400	900
Пиковая производительность ЦОС для КИХ с симметричными отводами, GMAC/c	100	276	593	1334
Количество блоков PCI Express	–	–	Gen2 x4	Gen2 x8
АЦП	2×12 бит, 1 Мвыборка/с, 17 дифф. входов			
Шифрование	AES и SHA, 256 бит			
Количество блоков ввода-вывода 3,3/1,8 В	100/–	195/–	100/150	200/150
Количество высокоскоростных приёмопередатчиков	–	–	4	12

ных дисплеях и устройствах видеонаблюдения. Кроме высокой производительности подсистемы цифровой обработки данных, микросхемы FPGA обеспечивают минимизацию габаритов устройства за счёт высокой степени интеграции компонентов электронной системы. Кроме обработки видео, на кристалле FPGA размещают высокоскоростные интерфейсы на базе приёмопередатчиков (HDMI, Display Link, Ethernet, FireWire и пр.), для чего в противном случае потребовались бы отдельные микросхемы. Такие системы часто работают под управлением софтверного процессора (т.е. процессора, создаваемого путём конфигурирования части ПЛИС) MicroBlaze, возможностей которого достаточно для интеграции компонентов и обеспечения взаимодействия с пользователем. Выпуск All Programmable SOC Zynq7000 с аппаратным двухъядерным ARM CortexA9 открывает новые возможности построения устройств потребительской электроники, поскольку конфигурируемая часть таких микросхем может быть использована в качестве аппаратного ускорителя для

широко распространённого и известного потребителям ARM;

- Суперкомпьютеры и центры обработки данных. Использование FPGA высокой степени интеграции в качестве аппаратной платформы суперкомпьютеров имеет большое преимущество в части достижения очень высоких показателей производительности в пределах одного кристалла, однако существенным препятствием на пути широкого использования такого подхода является высокий порог вхождения в технологию. Суперкомпьютер на базе FPGA не может быть запрограммирован подобно системам на базе x86/64, поскольку его возможности в полной мере раскрываются при создании специализированных вычислительных узлов с применением языков описания аппаратуры. В [2] приведены примеры реализации элементной базы суперкомпьютерных систем, демонстрирующие очень высокий потенциал FPGA в подобных наукоёмких задачах;
- Прототипирование микросхем. Разработка прототипов СБИС является традиционным применением FPGA.

Для FPGA высокой степени интеграции последних поколений часто приводятся эквивалентные ёмкости в «ASIC-вентильях» (плотность компоновки проекта на базе FPGA обычно меньше за счёт того, что не все элементы программируемых ячеек задействованы в конечном продукте).

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Микросхемы FPGA серии 7 компании Xilinx поддерживают тенденции постоянного увеличения логической ёмкости микросхем, повышения общей производительности, степени интеграции и расширения функциональных возможностей. Гибкость этой элементной базы представляет определённый интерес при разработке сложной, наукоёмкой продукции, обеспечивая программные и аппаратные решения при умеренных материальных затратах. Однако эффективная разработка на базе ПЛИС возможна только при высокой квалификации специалистов.

ЛИТЕРАТУРА

1. <http://www.xilinx.com>.
2. <http://fpga.parallel.ru/family.html>.







EverGreen

A Perfect HDD Replacement Solution!

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 INNODISK



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



Быстрое освоение современных микроконтроллеров серии MSP430

Олег Вальпа (Челябинская обл.)

В статье приводится описание недорогого отладочного набора и бесплатного программного обеспечения, а также методика быстрого освоения на их основе современных 16-разрядных микроконтроллеров серии MSP430 компании Texas Instruments.

ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время среди огромного многообразия микроконтроллеров особое место занимают 16-разрядные микроконтроллеры серии MSP430 от компании Texas Instruments [1]. Основное отличие данных микроконтроллеров состоит в их сверхмалом потреблении энергии. Это свойство позволяет использовать данные микроконтроллеры в устройствах с питанием от автономных слаботочных источников энергии или от солнечных батарей. К тому же, в отличие от широко распространённых 8-разрядных микроконтроллеров, данное семейство обладает повышенной производительностью благодаря совершенной RISC-архитектуре и 16-разрядной шине данных. Не-

высокая стоимость делает микроконтроллеры серии MSP430 доступными, а функциональная насыщенность открывает возможности их применения в самых разнообразных проектах.

Единственным сдерживающим фактором широкого применения микроконтроллеров серии MSP430, как, впрочем, и других программируемых микросхем, является необходимость освоения архитектуры данного вида микроконтроллеров, а также выбора и изучения среды разработки программного обеспечения.

Компания Texas Instruments своевременно побеспокоилась о решении этих проблем, разработав недорогой отладочный набор под названием LaunchPad MSP-EXP430G2 и бесплатную интегрированную среду разработки (IDE) программ Energia, которые позволяют быстро освоить микроконтроллеры серии MSP430. LaunchPad переводится с английского языка как стартовая площадка, и такое название действительно подходит для этой среды разработки устройств на основе микроконтроллеров серии MSP430.

Данный набор предлагается компанией Texas Instruments по очень низкой цене (около 140 руб.), с бесплатной доставкой курьерской службой по всему миру. Заказать такой набор можно непосредственно на сайте самой компании Texas Instruments по ссылке [2].

ОБЗОР LAUNCHPAD MSP-EXP430G2

Отладочный набор LaunchPad MSP-EXP430G2 представляет собой комплексное решение для разработки устройств на базе новой линейки микроконтроллеров MSP430G2xxx от Texas Instruments. Набор LaunchPad MSP-EXP430G2 поставляется в удобной картонной коробке, в его состав входят:

- плата MSP-EXP430G2 с микроконтроллером MSP430G2231 или MSP430G2553;
- дополнительный микроконтроллер MSP430G2211 или MSP430G2452;
- кабель связи USB-MiniUSB длиной 60 см;
- кварцевый резонатор на 32,768 кГц;
- две пары 10-контактных разъёмов (розетки PLS-10 и вилки PBS-10);
- руководство по быстрому старту;
- две наклейки «LaunchPad».

Данная плата представляет собой аналог известных плат Arduino, которые в своё время проложили путь к освоению микропроцессорной техники миллионам начинающих любителей электроники. Это стало возможным благодаря простоте и открытости электрических схем данных устройств, а также лёгкости освоения среды разработки.

Внешний вид платы MSP-EXP430G2 с расположением основных элементов приведён на рисунке 1. Плата имеет высококачественный 20-контактный соединитель – гнездо типа DIP-20 для установки микроконтроллеров серии MSP430G2xxx. Микроконтроллеры, имеющие менее 20 выводов, устанавливаются в данную панельку со смещением к первому выводу в соответствии с рисунком 2.

Микроконтроллер MSP430G2231, входящий в состав набора, представляет собой 14-выводной 16-разрядный микроконтроллер со встроенным 8-канальным 10-разрядным АЦП, универсальным последовательным интерфейсом USI, портами ввода-вывода, таймером, 2 кБ флэш-памяти программ и 128 байт статического ОЗУ.

Дополнительный микроконтроллер MSP430G2211 в наборе – это 14-выводной 16-разрядный микроконтроллер со встроенным модулем аналогового компаратора, универсальным последовательным интерфейсом USI, портами ввода-вывода, таймером, 2 кБ флэш-памяти программ и 128 байт статического ОЗУ.

Более детально ознакомиться с данными микроконтроллерами можно с помощью подробных описаний, раз-

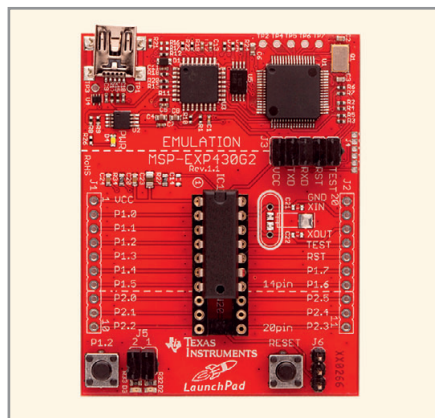


Рис. 1. Внешний вид платы MSP-EXP430G2

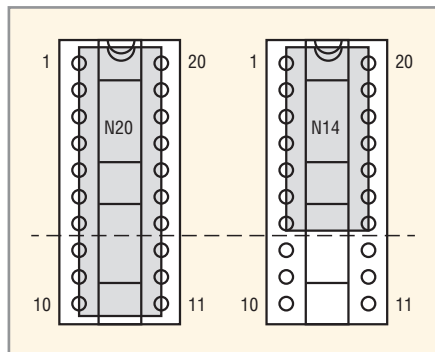


Рис. 2. Способ установки 20- и 14-выводных микроконтроллеров

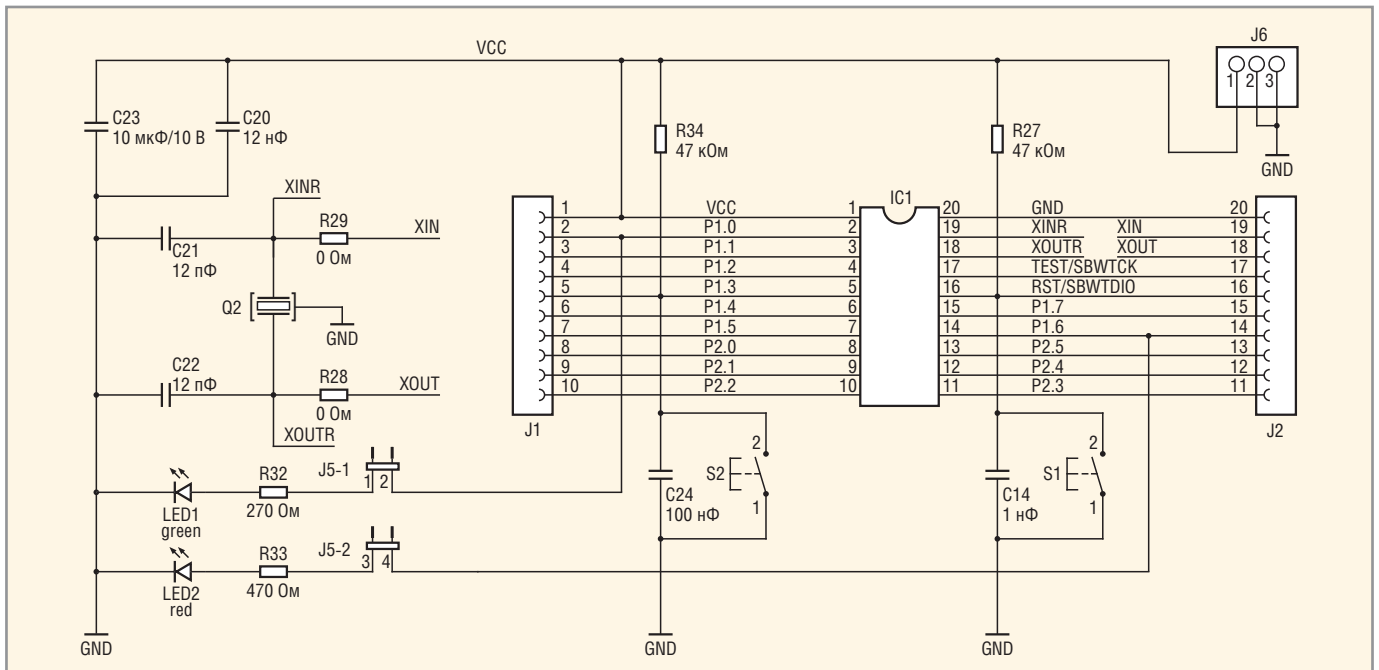


Рис. 3. Фрагмент схемы платы MSP-EXP430G2

мещённых на Интернет-странице компании Texas Instruments [1].

На плате имеется интегрированный USB-эмулятор, поддерживающий микроконтроллеры серии MSP430G2xxx. Данный эмулятор позволяет подключать плату непосредственно к порту USB персонального компьютера, что значительно облегчает программирование и отладку микроконтроллеров.

С помощью платы MSP-EXP430G2 можно программировать и другие отладочные платы типа eZ430-RF2500T, eZ430-F2012T/F2013T и модуль eZ430-Chronos, для этого предусмотрен соединитель J4.

Принципиальную электрическую схему с топологией печатной платы и примерами программ для отладочной платы можно найти на ресурсе [3]. Фрагмент принципиальной схемы, содержащий описываемые здесь элементы, представлен на рисунке 3.

Для разработки программ и их отладки с применением MSP-EXP430G2 могут использоваться такие интегрированные среды разработки, как Energia, IAR Embedded Workbench, Code Composer Studio (CCS) и др. Имеющийся на плате отладчик не требует к ресурсам и позволяет пользователю запускать приложение на полной скорости с аппаратными точ-

ками останова или в пошаговом режиме.

Плата позволяет подключать микроконтроллер к персональному компьютеру или к другой плате с использованием последовательного приёмопередатчика UART. Виртуальный последовательный порт появляется на персональном компьютере после установки соответствующего драйвера для USB-порта платы. Этот драйвер может входить в состав среды разработки или устанавливается отдельно, например, с ресурса [4].

Плата имеет зелёный светодиод индикации питания LED0 и два пользовательских светодиода LED1, LED2, соот-

Реклама

ЭК ЗИП

Огромный ассортимент
Всегда в наличии на складе

www.zip-2002.ru

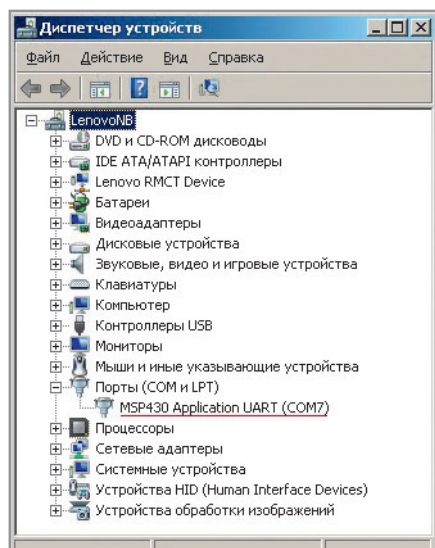


Рис. 4. Окно диспетчера устройств компьютера

ответственно, красного и зелёного цвета, подключённых к линиям ввода-вывода общего назначения, предназначенные для отладки и визуального контроля работы программ. На плате установлены кнопка сброса микроконтроллера и пользовательская кнопка.

Все выводы микроконтроллера подключены к контактным площадкам на краю платы. Именно к этим площадкам можно припаять входящие в состав набора 10-контактные соединители – вилки и подсоединить к ним ответные соединители – розетки, предназначенные для подключения другой платы или внешних устройств.

Аппаратная часть и первое включение

Перед первым включением отладочной платы установите на ваш компьютер драйвер виртуального порта, который можно загрузить по ссылке [5]. Для 32- или 64-разрядной операционной системы Windows, загрузите и распакуйте файл EZ430-UART.zip в отдельный каталог, а затем запустите в этом каталоге исполняемый файл DPinst.exe или DPinst64.exe, соответственно. Для операционных систем Mac OS и Linux загрузите соответствующие драйверы и выполните рекомендации, приведённые на указанном выше ресурсе [4].

Теперь можно подключить отладочную плату MSP-EXP430G2 к вашему компьютеру с помощью кабеля USB – MiniUSB, входящего в состав набора LaunchPad MSP-EXP430G2. Компьютер обнаружит новое устройство и автоматически установит для него драйвер. В результате на компьютере появится виртуальный COM-порт с названием «MSP430 Application UART», как показа-

но в окне диспетчера устройств на рисунке 4.

Отладочная плата MSP-EXP430G2 получает питание от порта USB, при этом на ней будет светиться зелёный светодиод LED0, информирующий о наличии питания.

Микроконтроллер MSP430G2231, входящий в состав отладочного набора, уже содержит рабочую программу, представляющую собой температурный регулятор с широтно-импульсным модулятором (ШИМ). Поэтому при первом включении на плате будут поочередно мигать красный и зелёный светодиоды LED1 и LED2, сигнализирующие о готовности программы начать работу.

Оригинальность и изящность данной программы заключаются в том, что для управления и контроля терморегулятором используются самые простые элементы: одна пользовательская кнопка, а также красный и зелёный светодиоды, входящие в состав платы MSP-EXP430G2. Датчиком температуры является встроенный датчик микроконтроллера MSP430G2231. Кроме того, микроконтроллер регулярно выдаёт значение измеряемой температуры в порт UART на скорости 2400 бод, что позволяет удалённо контролировать температуру с помощью компьютера. Если нажать на пользовательскую кнопку, то текущее значение температуры запоминается в микроконтроллере как эталонное. Если температура в течение времени превысит эталонное значение – формируется ШИМ-сигнал на красный светодиод, а если станет меньше эталонного – формируется ШИМ-сигнал для зелёного светодиода.

Отклонение температуры датчика от установки можно контролировать по яркости свечения светодиодов. Эталонное значение для температурного регулятора легко изменяется с помощью одной кнопки. Например, для установки эталонного значения 36°C необходимо нагреть микроконтроллер до температуры 36°C и нажать пользовательскую кнопку. Теперь микроконтроллер будет формировать ШИМ-сигнал на красный или зелёный светодиод в зависимости от превышения или понижения температуры датчика относительно нового значения эталонной температуры. Подключив через согласующие устройства параллельно красному светодиоду охлаждающий прибор, например вентилятор, а

параллельно зелёному светодиоду – нагреватель, можно реализовать прибор для автоматического поддержания температуры 36°C и использовать его, например, для поддержания температуры в инкубаторе.

Особенностью данной программы является то, что она выдаёт значение измеряемой температуры в порт UART в градусах Фаренгейта. Однако это поправимо, поскольку исходный проект этой программы slac435c.zip можно загрузить с ресурса [6] и отредактировать так, чтобы все измерения производились в градусах Цельсия.

Проект выполнен и представлен в нескольких средах разработки. Его исходный код может служить отправной точкой при разработке собственных проектов и даёт неплохое представление о возможностях линейки микроконтроллеров MSP430G2xxx.

Кроме того, в состав архива проекта входит драйвер отладочной платы для компьютеров с операционной системой Windows и консольная программа – прогамматор MSP430Flasher.exe [7] от компании Texas Instruments. Эта программа позволяет загружать в микроконтроллеры MSP430, подключённые непосредственно к отладочной плате MSP-EXP430G2, готовые прошивки программ в HEX-формате или в специальном текстовом формате.

Командная строка «MSP430Flasher.exe -n MSP430G2231 -w MSP-EXP430G2-LaunchPad.txt -v -g -z [VCC]» позволяет запрограммировать в микроконтроллер MSP430G2231 прошивку MSP-EXP430G2-LaunchPad.txt. Назначение всех программных ключей данной командной строки можно узнать, выполнив запуск следующей командной строки: «MSP430Flasher.exe -h > help.txt». В результате в каталоге появится файл help.txt с описанием всех ключей.

Для подключения кварцевого резонатора 32,768 кГц, входящего в состав набора, на плате предусмотрено посадочное место. Поскольку выводы XIN и XOUT микроконтроллера могут быть использованы как входы-выходы общего назначения, данный резонатор изначально не установлен на плату.

Сигналы XIN и XOUT микроконтроллера для кварцевого резонатора также подключены на соответствующие выводы внешнего штыревого разъёма J2 и могут быть использованы для тактирования внешних модулей.

Цепи кварцевого резонатора могут быть отключены от контактов разъёма J2 с помощью резисторов R28 и R29, играющих роль выпаиваемых переключек.

Плата MSP-EXP430G2 представляет собой замечательную аппаратную платформу для знакомства с семейством микроконтроллеров MSP430G2xxx и начала разработки собственных приложений на его основе. Интерфейсные разъёмы J1, J2 и разъём питания J6, представляющие собой горизонтальную линейку контактов типа PLS с шагом 2,54 мм, позволяют легко подключать пользовательские платы – расширения. Через контакты этих разъёмов, включённых в состав набора, можно подсоединиться к любому выводу микроконтроллера.

Помимо этого, плата MSP-EXP430G2 может использоваться как программатор для внешних микроконтроллерных модулей, поскольку все сигналы программатора доступны через разъёмное соединение.

ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

Теперь можно установить и запустить среду разработки программ для микроконтроллеров MSP430. Из всего многообразия упомянутых выше сред разработки рассмотрим только IDE Energia, которая очень проста в освоении и позволяет быстро начать программирование микроконтроллеров.

Интегрированная среда разработки Energia для LaunchPad MSP-EXP430G2 является ответвлением от IDE Arduino. Она полностью повторяет интерфейс IDE Arduino и отличается от неё корпоративными красными тонами Texas Instruments. Принцип программирования сохранён. Программы пишутся на языке программирования Wiring, который является подклассом C++. В качестве компилятора среды разработки Energia для микроконтроллеров MSP430 используется свободно распространяемый и интегрированный в неё пакет msp430-gcc. Компиляция программ и загрузка в контроллер производится нажатием одной программной кнопки.

Загрузить данный программный продукт можно с ресурса [8]. Среда не требует установки, достаточно распаковать её в отдельный каталог. После запуска исполняемого файла energia.exe на мониторе компьютера откроется новое окно, представленное на рисунке 5. Вна-



Рис. 5. Окно среды разработки Energia

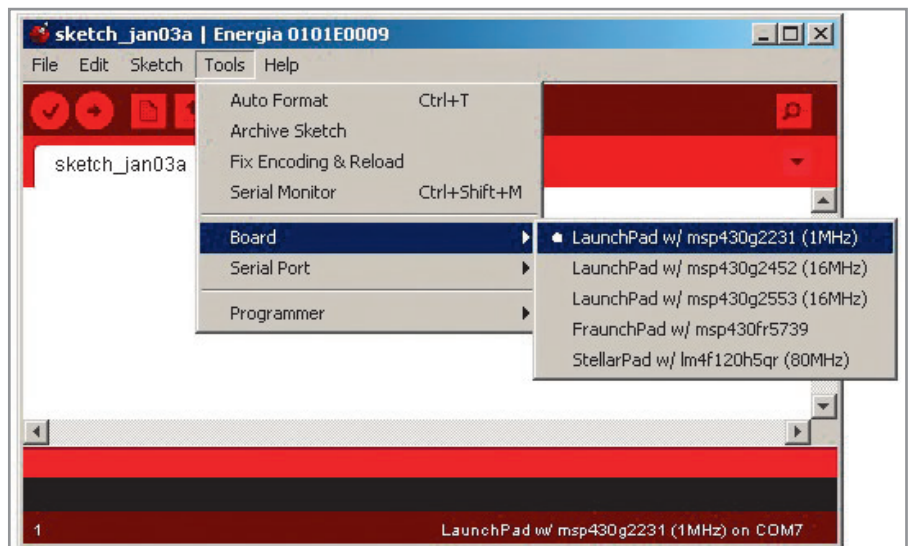


Рис. 6. Выбор типа микроконтроллера

чале необходимо выбрать тип используемого микроконтроллера с помощью элементов меню Tools-Board-LaunchPad w/msp430g2231, как показано на рисун-

ке 6. Затем необходимо выбрать COM-порт с помощью меню Tools-SerialPort и тип программатора через меню Tools-Programmer.

СПЕКТР



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

МОНТАЖ ПЕЧАТНЫХ ПЛАТ

Компания СПЕКТР предлагает услуги по изготовлению и монтажу печатных плат.

Срочное изготовление опытных образцов.

Выполнение заказов любого объема.



Реклама

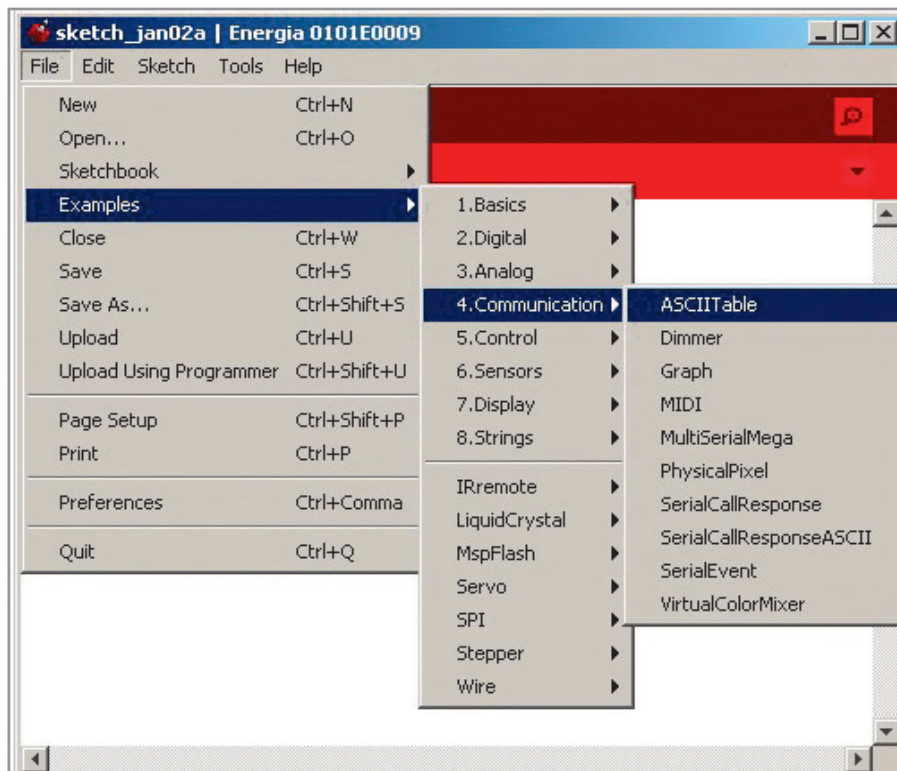


Рис. 7. Выбор примера программы

Теперь можно открыть библиотечный пример с программой и загрузить его в микроконтроллер. Например, откройте программу, отображающую

через порт UART таблицу ASCII кодов с помощью разделов меню File-Examples-Communication-ASCIITable, как показано на рисунке 7. В открыв-

шемся окне с кодом программы исправьте в строке «Serial.begin(9600); // msp430g2231 must use 4800» значение скорости порта 9600 на 4800, как рекомендовано в комментариях. Такое снижение скорости необходимо для программно организованного порта UART микроконтроллера MSP430G2231.

С помощью программной кнопки «Upload» (стрелка в кружочке) выполните автоматическую компиляцию и программирование микроконтроллера. При успешном выполнении операции в нижнем окне программы отобразятся следующие строки: «Binary sketch size: 1 657 bytes (of a 2 048 byte maximum) 02 Erasing... Programming... Done, 1658 bytes total», которые сообщают об успешной компиляции программы, а также о стирании и программировании микроконтроллера файлом прошивки, имеющим размер 1658 байт.

Далее необходимо запустить встроенный в среду разработки Energia отладочный монитор с помощью меню Tools-Serial Monitor или с помощью комбинации клавиш Ctrl+Shift+M и установить скорость порта 4800 бод. После чего следует нажать кнопку сброса на плате MSP-EXP430G2 для



CRANE
AEROSPACE &
ELECTRONICS
Interpoint™ Products

Проверенные решения – в кратчайшие сроки!



ДОСТАВКА ДО 6 НЕДЕЛЬ

ВЫСОКОНАДЁЖНЫЕ DC/DC-ПРЕОБРАЗОВАТЕЛИ INTERPOINT™ ДЛЯ АВИАКОСМИЧЕСКИХ ПРИМЕНЕНИЙ

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

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



ОФИЦИАЛЬНЫЙ ДИСТРИБЬЮТОР ПРОДУКЦИИ CRANE AEROSPACE & ELECTRONICS



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



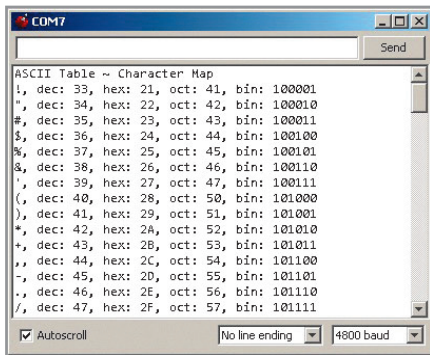


Рис. 8. Окно отладочного монитора

перезапуска программы микроконтроллера. При этом в открытом окне отладочного монитора Serial Monitor отобразятся символы ASCII и их цифровые значения в десятичном, шестнадцатеричном, восьмеричном и двоичном виде, как показано на рисунке 8.

Наиболее часто используемые операции можно выполнять также с помощью программных кнопок, расположенных под элементами меню среды разработки. Назначение этих кнопок отображается на экране монитора при наведении на них курсора мыши.

Вот так, за считанные минуты, можно начать пользоваться средой разра-

ботки Energia и приступить к созданию собственных программ.

Кроме рассмотренного выше примера среда разработки содержит большое количество других примеров готовых программ, которые предлагается исследовать для накопления знаний.

В дополнение среда Energia включает ряд библиотек, которые доступны через меню Sketch-Import Library. К их числу относятся библиотеки IRremote, LiquidCrystal, MspFlash, Servo, SPI, Stepper и Wire. Продукт Energia непрерывно развивается и пополняется новыми библиотеками, поэтому необходимо периодически обновлять его с Интернет-страницы разработчика.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Для микроконтроллеров серии MSP430 разработано огромное количество программ, приложений и библиотек, демонстрирующих возможность их применения в самых разных областях техники. Поэтому стоит обратить особое внимание на данные микроконтроллеры и не упускать их из рассмотрения при разработке новых устройств.

Для получения самой свежей информации по MSP-EXP430G2, программных примеров и более подробного описания поддерживаемого программного обеспечения предлагается периодически посещать Интернет-ресурс [9].

Данная статья предназначена для радиолюбителей, студентов и начинающих инженеров, а также разработчиков, находящихся на этапе выбора семейства микроконтроллеров для рабочих проектов.

ЛИТЕРАТУРА

1. <https://www.ti.com>.
2. <http://www.ti.com/tool/msp-exp430g2#buy>.
3. <http://www.ti.com/tool/msp-exp430g2>.
4. <https://github.com/energia/Energia/wiki/Getting-Started>.
5. <https://github.com/energia/Energia/raw/gh-pages/files/EZ430-UART.zip>.
6. <http://www.ti.com/lit/zip/slac435>.
7. http://processors.wiki.ti.com/index.php/MSP430_Flasher_-_Command_Line_Programmer.
8. <https://github.com/energia/Energia/downloads>.
9. [http://processors.wiki.ti.com/index.php/MSP430_LaunchPad_\(MSP-EXP430G2\)](http://processors.wiki.ti.com/index.php/MSP430_LaunchPad_(MSP-EXP430G2)). ©

Широкополосные СВЧ

Транзисторы GaN HEMT 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

Новые транзисторы X-диапазона

- Рабочий диапазон 7,9-9,6 ГГц
- Выходная мощность 50 Вт и 100 Вт
- Согласованные на вх/вых 50 Ом

Дополнительные продукты и услуги

- Отладочные платы
- Модули для САПР
- Контрактное производство

ОФИЦИАЛЬНЫЙ ДИСТРИБЬЮТОР ПРОДУКЦИИ CREE (MICROWAVE)

АКТИВНЫЙ КОМПОНЕНТ ВАШЕГО БИЗНЕСА

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

Микроконтроллер MDR32F9Q2I

Часть 4. Сигналы тактовой частоты МК

Михаил Голубцов (Москва)

Цикл статей [1, 2, 3] предназначен для специалистов, желающих познакомиться с отечественным Cortex-M3 совместимым микроконтроллером (МК) и научиться его использовать в своих задачах. В рамках цикла рассматриваются основные аппаратные узлы МК, а также их программирование. Вниманию читателей будет представлена минимально необходимая информация для практического освоения МК. Описываемый МК ощутимо сложнее широко распространённой серии микроконтроллеров AVR, поэтому предложенная информация позволит существенно снизить трудоёмкость его освоения.

Микроконтроллер MDR32F9Q2I обладает достаточно гибкой системой тактирования. При работе с ним предусмотрена возможность использования двух встроенных и двух внешних генераторов, а также двух умножителей частоты. На рисунке 1 изображена структурная схема системы тактирования.

Существует несколько вариантов системы тактирования. Остановимся подробнее на основных.

СКОРОСТНОЙ ВСТРОЕННЫЙ RC-ГЕНЕРАТОР HSI

Генератор HSI вырабатывает сигнал с тактовой частотой 8 МГц. Он автоматически запускается при появлении напряжения питания U_{CC} . И при выходе в нормальный режим работы вырабатывает сигнал HSIRDY в регистре батарейного домена BKP_REG_0F.

При запуске микроконтроллер всегда тактируется от встроенного RC-ге-

нератора. При необходимости использовать другой источник тактирования в программе пользователя требуется выполнить команды, настраивающие и подключающие нужный источник тактовых сигналов.

Для отключения встроенного RC-генератора необходимо использовать сигнал HSION в регистре BKP_REG_0F. В некоторых пределах частота генератора может быть задана (подстроена) при помощи сигнала HSITRIM в том же регистре BKP_REG_0F. Однако не следует забывать, что стабильность встроенного RC-генератора недостаточна для формирования точных интервалов времени. Именно поэтому в устройствах, где предъявляются особые требования к точности временных интервалов, например, используется асинхронный последовательный обмен данными, необходимо использо-

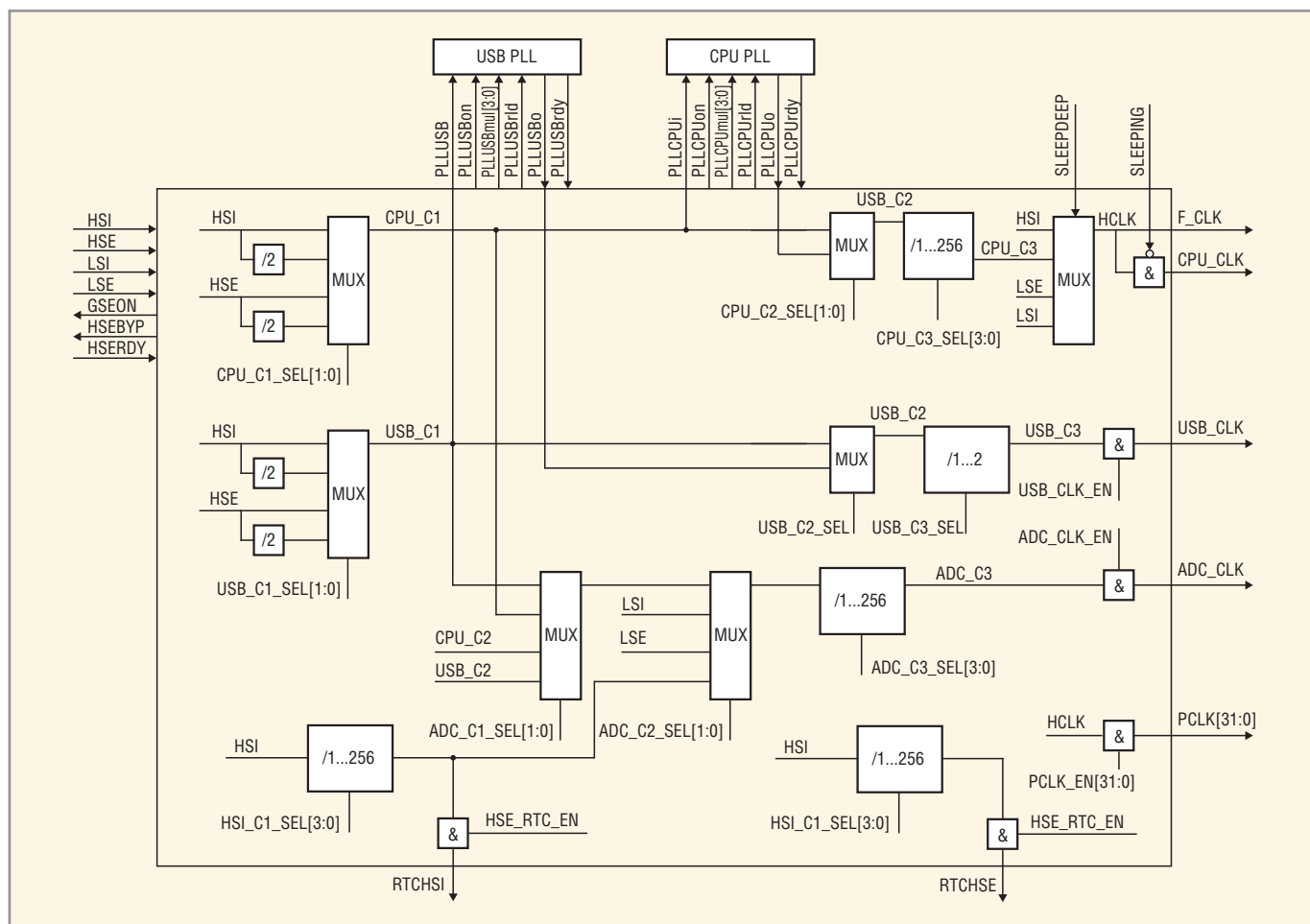


Рис. 1. Структурная блок-схема формирования тактовой частоты

вать более точный источник тактирования МК.

Низкочастотный встроенный RC-генератор LSI

Генератор LSI вырабатывает сигнал тактовой частоты 40 кГц. Он автоматически запускается при появлении напряжения питания U_{CC} . При выходе в нормальный режим работы в регистре BKP_REG_0F вырабатывает сигнал LSIRDY. Первоначально тактовая частота генератора LSI используется для формирования дополнительной задержки трог. Если в проектируемом устройстве этот генератор не используется, его можно отключить при помощи сигнала LSION в том же регистре BKP_REG_0F.

Внешний кварцевый генератор высокой частоты HSE

Генератор HSE предназначен для выработки сигнала тактовой частоты от 2 до 16 МГц с помощью внешнего кварцевого резонатора. Генератор запускается при появлении напряжения питания U_{CC} и сигнала разрешения

HSEON в регистре HS_CONTROL. При выходе в нормальный режим работы вырабатывается сигнал HSERDY в регистре CLOCK_STATUS. После появления этого сигнала можно переключить МК для тактирования от этого генератора.

Для использования в качестве тактового сигнала от внешнего источника тактирования предусмотрен режим HSEBYP. В этом случае входной сигнал, поступающий на вход OSC_IN МК, проходит напрямую на выход HSE. Выход OSC_OUT находится в данном режиме в третьем состоянии.

Внешний кварцевый генератор низкой частоты LSE

Генератор LSE предназначен для выработки сигнала тактовой частоты 32 кГц с помощью внешнего резонатора. Генератор запускается при появлении питания BDUCC и сигнала разрешения LSEON в регистре BKP_REG_0F. При выходе в нормальный режим работы вырабатывает сигнал LSERDY в том же регистре BKP_REG_0F.

Так же как и у высокочастотного генератора предусмотрен режим рабо-

ты от внешнего источника тактовых сигналов – LSEBYP, когда внешний тактовый сигнал с входа OSC_IN32 проходит напрямую на выход LSE. В этом режиме выход OSC_OUT32 находится в третьем состоянии.

Так как генератор LSE питается от напряжения BDUCC и его регистр управления BKP_REG_0F расположен в батарейном домене, то он может продолжать работать при пропадании основного питания U_{CC} . Генератор LSE применяется для работы часов реального времени.

Встроенный блок умножения системной тактовой частоты

Благодаря наличию встроенного умножителя тактовой частоты можно значительно увеличить скорость работы МК. При этом нет необходимости использовать высокочастотные кварцевые резонаторы, что упрощает разработку печатной платы устройства.

Блок умножения позволяет проводить умножение входной тактовой частоты на коэффициент от 2 до 16, задаваемый на входе PLLCPUMUL[3:0] в регистре PLL_CONTROL. Входная

**32-разрядный микроконтроллер на основе ядра ARM Cortex-M0
для применения в системах учета расхода электроэнергии в
трехфазных и однофазных сетях**



20 лет
на рынке
микроэлектроникой



МИЛАНДР
Группа Компани

сохраняя достигнутое
созидая настоящее

MDR32F21Q1

Особенности:

- 36 МГц, ядро ARM Cortex-M0
- объем Flash - 128 Кб, SRAM - 16 Кб
- 24-разрядный $\Sigma\Delta$ АЦП (до 7 каналов) 4/8/16 кГц (4 канала тока и 3 канала напряжения)
- 12-разрядный АЦП (до 8 каналов)
- интерфейсы 2 x UART, 1 x SPI
- питание 2,2 ... 3,6 В, встроенный регулятор для питания внутренней цифровой части



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

www.milandr.ru



Реклама

Листинг 1

```
MDR_RST_CLK->HS_CONTROL = (1<<0); // включение (кварцевого) генератора HSE
while(!(MDR_RST_CLK->CLOCK_STATUS & (1 << 2))); // ждем выхода HSE на режим
MDR_RST_CLK->CPU_CLOCK = (1 << 1); // переключение CPU_C1 на HSE
MDR_RST_CLK->PLL_CONTROL = (6 << 8); // задать коэффициент умножения для
// CPU PLL = 6+1, частота 56 МГц
MDR_RST_CLK->PLL_CONTROL = (6 << 8) | (1 << 2); // включить PLL
MDR_RST_CLK->PLL_CONTROL = (6 << 8) | (1 << 2) | (1 << 3); // установить в 1 бит PLL CPU PLD
MDR_RST_CLK->PLL_CONTROL = (6 << 8) | (1 << 2); // установить в 0 бит PLL CPU PLD
while(!(MDR_RST_CLK->CLOCK_STATUS & (1 <<1))); // ждем появления бита
// готовности CPU PLL
MDR_RST_CLK->CPU_CLOCK = (1 << 8) | (1 << 2) | (1 << 1); // тактирование HCLK
// от CPU_C3 и тактирование CPU_C2 от PLL
```

частота блока умножителя частоты должна быть в диапазоне от 2 до 16 МГц, а выходная частота может достигать 100 МГц. При выходе блока умножителя тактовой частоты в расчетный режим вырабатывается сигнал PLLCPURDY в регистре CLOCK_STATUS. Блок включается с помощью сигнала PLLCPUON в регистре PLL_CONTROL. Выходная частота используется как основная частота процессора и периферии.

Встроенный блок умножения USB тактовой частоты

Для использования встроенного в МК USB-контроллера нужно иметь

строго фиксированную тактовую частоту 48 МГц. Чтобы иметь возможность для основной программы задавать другие значения тактовой частоты, предусмотрен дополнительный умножитель частоты, предназначенный именно для USB.

Блок умножения позволяет провести умножение входной тактовой частоты на коэффициент от 2 до 16, задаваемый на входе PLLUSBMUL[3:0] в регистре PLL_CONTROL. Входная частота блока умножителя должна быть в диапазоне от 2 до 16 МГц, а выходная должна составлять 48 МГц.

При выходе блока умножителя тактовой частоты в расчетный режим вырабатывается сигнал PLLUSBRDY в ре-

гистре CLOCK_STATUS. Блок включается с помощью сигнала PLLUSBON в регистре PLL_CONTROL. Выходная частота используется как основная частота протокольной части USB-интерфейса.

УПРАВЛЕНИЕ ТАКТОВЫМИ ЧАСТОТАМИ ВСТРОЕННЫХ УЗЛОВ МК

Кроме уже рассмотренных вариантов использования различных источников тактовых сигналов, имеются мощные средства управления тактированием встроенных узлов МК – в некоторых пределах изменять (уменьшать) значение или полностью отключать тактирование, если узел не используется.

Таблица 1. Описание бит регистра CLOCK_STATUS

№ бита	Функциональное имя бита	Назначение и принимаемые значения
31...3	–	Зарезервировано
2	HSE RDY	Флаг выхода в рабочий режим осциллятора HSE: 0 – осциллятор не запущен или не стабилен; 1 – осциллятор запущен и стабилен
1	PLL CPU RDY	Флаг выхода в рабочий режим CPU PLL: 0 – PLL не запущена или не стабильна; 1 – PLL запущена и стабильна
0	PLL USB RDY	Флаг выхода в рабочий режим USB PLL: 0 – PLL не запущена или не стабильна; 1 – PLL запущена и стабильна

Таблица 2. Описание бит регистра HS_CONTROL

№ бита	Функциональное имя бита	Назначение и принимаемые значения
31 ... 12	–	Зарезервировано
11 ... 8	HSY BYP	Бит управления HSE осциллятором: 0 – режим осциллятора; 1 – режим внешнего генератора
7 ... 4	HSE ON	Бит управления HSE осциллятором: 0 – выключен; 1 – включен

Таблица 3. Описание бит регистра CPU_CLOCK

№ бита	Функциональное имя бита	Назначение и принимаемые значения
31 ... 10	–	Зарезервировано
9 ... 8	HCLK SEL[1:0]	Биты выбора источника для HCLK: 00 – HS 01 – CPU_C3 10 – LSE 11 – LSI
7 ... 4	CPU C3 SEL[3:0]	Биты выбора делителя для CPU_C3: 0xxx – CPU_C3 = CPU_C2 1000 – CPU_C3 = CPU_C2 / 2 1001 – CPU_C3 = CPU_C2 / 4 1010 – CPU_C3 = CPU_C2 / 8 1111 – CPU_C3 = CPU_C2 / 256
3	–	Зарезервировано
2	CPU C2 SEL	Биты выбора источника для CPU_C2: 0 – CPU_C1 1 – PLLCPU0
1 ... 0	CPU C1 SEL[1:0]	Биты выбора источника для CPU_C1: 00 – HIS 01 – HSI/2 10 – HSE 11 – HSE/2

Таблица 4. Описание бит регистра PLL_CONTROL

№ бита	Функциональное имя бита	Назначение и принимаемые значения
31 ... 12	–	Зарезервировано
11 ... 8	PLL CPU MUL[3:0]	Коэффициент умножения для CPU PLL: PLLCPU0 = PLLCPUi × (PLLCPUMUL + 1)
7 ... 4	PLL USB MUL[3:0]	Коэффициент умножения для USB PLL: PLLUSBo = PLLUSBi × (PLLUSBMUL + 1)
3	PLL CPU PLD	Бит перезапуска PLL: при смене коэффициента умножения в рабочем режиме необходимо задать равным 1
2	PLL CPU ON	Бит включения PLL: 0 – PLL выключена; 1 – PLL включена
1	PLL USB RLD	Бит перезапуска PLL: при смене коэффициента умножения в рабочем режиме необходимо задать равным 1
0	PLL USB ON	Бит включения PLL: 0 – PLL выключена; 1 – PLL включена

Управление тактовыми частотами ведётся через периферийный блок RST_CLK.

При включении питания МК запускается на частоте HSI-генератора. Сразу после включения происходит выдача тактовых сигналов синхронизации для всех периферийных блоков, кроме RST_CLK (отключена).

Для начала работы с нужным периферийным блоком необходимо включить его тактовую частоту в регистре PER_CLOCK.

Некоторые контроллеры интерфейсов (UART, CAN, USB, таймеры) могут работать на частотах, отличных от частоты процессорного ядра, поэтому в соответствующих им регистрах (UART_CLOCK, CAN_CLOCK, USB_CLOCK, TIM_CLOCK) должны быть заданы их скорости работы.

Для изменения тактовой частоты ядра можно перейти на другой генератор и/или воспользоваться блоком умножения тактовой частоты. Для корректной смены тактовой частоты сначала должны быть сформированы необходимые тактовые частоты и затем осуществлено переключение на них на соответствующих мультиплексорах, управляемых регистрами CPU_CLOCK и USB_CLOCK.

Чтобы задать нужные режимы тактирования ядра МК и его периферийных узлов используется достаточно большой набор регистров.

ПРИМЕР НАСТРОЙКИ РЕЖИМОВ ТАКТИРОВАНИЯ

Например, имеются следующие исходные данные: к МК подключён кварцевый резонатор на частоту 8 МГц.

Частоту ядра нужно установить 56 МГц.

В листинге 1 приведена последовательность действий для включения умножения частоты для получения частоты ядра 56 МГц.

Чтобы сформировать данные строки, потребуются таблицы регистров и их значений (см. табл. 1 – 9).

Благодаря гибкой системе тактирования появляется возможность оптимально использовать ресурсы МК.

Полный набор таблиц регистров и их значений для задания режимов тактирования можно скачать

Таблица 5. Описание регистров блока контроллера тактовой частоты

Базовый адрес	Название	Описание
0x4002_0000	MDR_RST_CLK	Контроллер тактовой частоты
Смещение		
0x00	CLOCK_STATUS	MDR_RST_CLK->CLOCK_STATUS Регистр состояния блока управления тактовой частотой
0x04	PLL_CONTROL	MDR_RST_CLK->PLL_CONTROL Регистр управления блоками умножения частоты
0x08	HS_CONTROL	MDR_RST_CLK->HS_CONTROL Регистр управления высокочастотным генератором и осциллятором
0x0C	CPU_CLOCK	MDR_RST_CLK->CPU_CLOCK Регистр управления тактовой частотой процессорного ядра
0x10	USB_CLOCK	MDR_RST_CLK->USB_CLOCK Регистр управления тактовой частотой контроллера USB
0x14	ADC_MCO_CLOCK	MDR_RST_CLK->ADC_MCO_CLOCK Регистр управления тактовой частотой АЦП
0x18	RTC_CLOCK	MDR_RST_CLK->RTC_CLOCK Регистр управления формированием высокочастотных тактовых сигналов блока RTC
0x1C	PER_CLOCK	MDR_RST_CLK->PER_CLOCK Регистр управления тактовой частотой периферийных блоков
0x20	CAN_CLOCK	MDR_RST_CLK->CAN_CLOCK Регистр управления тактовой частотой CAN
0x24	TIM_CLOCK	MDR_RST_CLK->TIM_CLOCK Регистр управления тактовой частотой TIMER
0x28	UART_CLOCK	MDR_RST_CLK->UART_CLOCK Регистр управления тактовой частотой UART
0x2C	SSP_CLOCK	MDR_RST_CLK->SSP_CLOCK Регистр управления тактовой частотой SSP

Таблица 6. Описание регистра CLOCK_STATUS

Номер битов	31 ... 3	2	1	0
Доступ	U	RO	RO	RO
Состояние после сброса	0	0	0	0
	–	HSE RDY	PLL CPU RDY	PLL USB RDY

Таблица 7. Описание регистра HS_CONTROL

Номер битов	31 ... 2	1	0
Доступ	U	R/W	R/W
Состояние после сброса	0	0	0
	–	HSY BYP	HSE ON

Таблица 8. Описание регистра CPU_CLOCK

Номер битов	31 ... 10	9 ... 8	7 ... 4	3	2	1 ... 0
Доступ	U	R/W	R/W	U	R/W	R/W
Состояние после сброса	0	0	0	0	0	0
	–	HCLK SEL[1:0]	CPU C3 SEL[3:0]	–	CPU C2 SEL	CPU C1 SEL[1:0]

Таблица 9. Описание регистра PLL_CONTROL

Номер битов	31 ... 12	11 ... 8	7 ... 4	3	2	1	0
Доступ	U	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W
Состояние после сброса	0	0	0	0	0	0	0
	–	PLL CPU MUL[3:0]	PLL USB MUL[3:0]	PLL CPU PLD	PLL CPU ON	PLL USB RLD	PLL USB ON

по ссылке (Дополнительные материалы).

ЛИТЕРАТУРА

1. Голубцов М. Микроконтроллер MDR32F9Q2I. Часть 1. Первое знакомство с микроконтроллером и средствами разработки для него. Современная электроника. 2012. № 3. С. 18–21.
2. Голубцов М. Микроконтроллер MDR32F9Q2I. Часть 2. Работа с портами микроконтроллера. Современная электроника. 2012. № 4. С. 24–27.
3. Голубцов М. Микроконтроллер MDR32F9Q2I. Часть 3. Системный таймер SysTick. Современная электроника. 2012. № 5. С. 16–17.



Светодиодные источники света компании Light Engines Corporation

Игорь Матешев, Андрей Туркин (Москва)

В статье представлен обзор светодиодных модулей компании Light Engines Corporation. Компания, вышедшая на рынок светодиодной продукции в 2008 году, продолжает динамично развиваться и выпускать новые модели светодиодных кластеров, предназначенных для различных систем освещения.

ВВЕДЕНИЕ

Готовые светодиодные модули начинают пользоваться большим спросом в современной промышленности. Эти устройства представляют собой основание – печатную плату, на которой установлены светодиодные кристаллы, соединённые в последовательно-параллельные цепочки. Основным преимуществом светодиодных модулей является экономия времени и средств, требуемых для разработки и создания систем освещения.

Светодиодные модули начали появляться на рынке в начале 2000-х годов. Одним из первых мировых производителей, которые стали уделять особое внимание их разработке и развитию, была компания Sharp [1, 2]. Световой поток таких модулей составлял порядка 500 люмен. В настоящее время данный параметр светодиодных модулей значительно выше, а цена стала более привлекательной. Выпуск светодиодных модулей типа «chip-on-board» (кристаллы на плате, КнП) стали наращивать и другие производители, например, Bridgelux и Citizen. В настоящее время светодиодные модули предлагают практически все компании – производители светодиодов.

Технология КнП

Технология КнП появилась в конце 1960-х годов и использовалась для производства гибридных интегральных

микросхем (ГИМС): кристаллы бескорпусных активных элементов монтировались непосредственно на плату – подложку, что обеспечивало хороший отвод тепла, высокую надёжность, миниатюрность, а также экономическую эффективность. В результате ГИМС получили широкое распространение в различных областях электронной промышленности [3].

В современных КнП для получения белого цвета свечения модуля на кристалл светодиода наносят люминофор. Как правило, он смешивается с оптическим гелем, который полимеризуется, образуя плёнку небольшой толщины – своеобразную первичную оптическую систему светодиодного модуля КнП. Синий свет кристалла, проходя через данную плёнку, частично поглощается люминофором и возбуждает его, в результате чего происходит свечение люминофора в жёлто-зелёном спектральном диапазоне. В результате смешения синего и жёлто-зелёного цвета образуется белый цвет свечения [4]. При использовании таких светодиодных модулей в светильниках, для получения требуемой кривой силы света (КСС), необходимо применять вторичную оптику, которую производит достаточно много компаний.

Ключевым параметром надёжности и долговечности светодиода является температура его р–n-перехода. При работе изделия нельзя допускать, чтобы

температура р–n-перехода кристалла превышала предельно допустимое значение, приводимое в спецификации на кристалл или светодиод.

Перегрев р–n-перехода ΔT относительно поверхности печатной платы, корпуса устройства или окружающей среды можно оценить через тепловое сопротивление устройства по формуле [4]

$$\Delta T = P_{CD} \times R_{th_{CD}} + P_{CD\Sigma} \times R_{th_{радиатор}} \quad (1)$$

С помощью преобразования формулы (1), при известных тепловом сопротивлении светодиода или кристалла, параметрах материалов, использованных при монтаже, и температуре окружающей среды $T_{атм}$, можно оценить температуру р–n-перехода T_j светодиода в конечном устройстве по формуле [4]

$$T_j = T_{атм} + P_{CD} \times R_{th_{CD}} + P_{CD\Sigma} \times R_{th_{радиатор}} \quad (2)$$

С помощью формулы (2) можно определить, при какой температуре это устройство может работать. Пример тепловой схемы светодиодного устройства приведён на рисунке 1. На основании схемы можно произвести тепловой расчёт светодиодного модуля с тремя мощными светодиодами при окружающей температуре $T_{атм} = 25^\circ\text{C}$ [4].

Тепловое сопротивление светодиода (СД) составляет $15^\circ\text{C}/\text{Вт}$, тепловое сопротивление клея или монтажной пасты и печатной платы – $6^\circ\text{C}/\text{Вт}$, тепловое сопротивление радиатора – $10^\circ\text{C}/\text{Вт}$. Схема расчёта приведена на рисунке 2. Из неё следует, что при рабочем токе светодиода 350 мА (потребляемой мощности светодиода примерно 1 Вт) и окружающей температуре 25°C температура р–n-перехода будет равна

$$T_j = 25^\circ\text{C} + 1 \text{ Вт} \times 21^\circ\text{C}/\text{Вт} + 3 \text{ Вт} \times 10,1^\circ\text{C}/\text{Вт} = 76,3^\circ\text{C}.$$

Такое значение температуры вполне соответствует рабочему режиму, по-

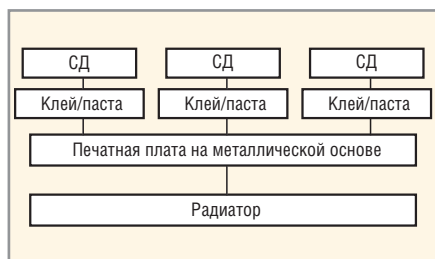


Рис. 1. Блок-схема для теплового расчёта светодиодного устройства

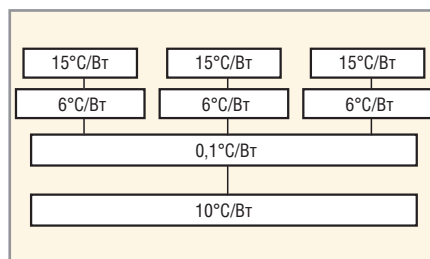


Рис. 2. Блок-схема для расчёта светодиодного устройства с конкретными параметрами

скольку температура р–п-перехода большинства светодиодных кристаллов не должна превышать 125°C, а для кристаллов некоторых производителей максимальной температурой является 150°C.

Однако при токе через светодиод 700 мА, т.е. потребляемой мощности порядка 3 Вт, при температуре окружающей среды температура р–п-перехода составит

$$T_j = 25^\circ\text{C} + 3 \text{ Вт} \times 21^\circ\text{C}/\text{Вт} + 9 \text{ Вт} \times 10,1^\circ\text{C}/\text{Вт} = 172,9^\circ\text{C}.$$

Таким образом, повышение рабочего тока до 700 мА недопустимо для данного устройства.

При использовании технологии КнП кристалл монтируется непосредственно на плату, что исключает вклад в тепловое сопротивление других компонентов светодиода и уменьшает тепловое сопротивление модуля. Пример тепловой схемы устройства на основе светодиодного модуля КнП приведён на рисунке 3.

Для изделий большинства современных производителей значение тепло-

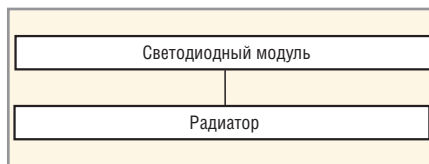


Рис. 3. Блок-схема для теплового расчёта светодиодного устройства на основе модуля КнП

вого сопротивления модуля составляет порядка 1°C/Вт. Схема расчёта устройства на светодиодном модуле приведена на рисунке 4. Из неё следует, что для светодиодного модуля с тремя кристаллами, работающими при токе 350 мА (1 Вт на светодиод) и окружающей температуре 25°C, температура р–п-перехода будет равна

$$T_j = 25^\circ\text{C} + 3 \text{ Вт} \times 11^\circ\text{C}/\text{Вт} = 58^\circ\text{C}.$$

Полученное значение температуры р–п-перехода почти на 25% ниже, чем для модуля на основе корпусных светодиодов. Поэтому для такого изделия можно использовать повышенный ток, например, 700 мА на кристалл. Тогда тепловой расчёт даёт

$$T_j = 25^\circ\text{C} + 9 \text{ Вт} \times 11^\circ\text{C}/\text{Вт} = 124^\circ\text{C}.$$

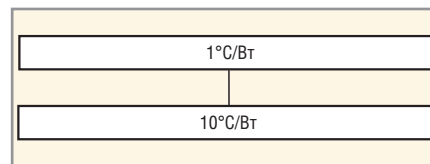


Рис. 4. Блок-схема для расчёта светодиодного устройства на основе модуля КнП

Такое значение температуры р–п-перехода практически равно максимальному для кристаллов большинства производителей. Тем не менее, в определённых условиях изделие может работать, а в случае применения кристаллов с максимальной рабочей температурой 150°C режим устройства останется в рабочих пределах.

Возможность реализации описанного выше теплового дизайна является существенным преимуществом технологии КнП. Однако необходимо упомянуть о недостатках. В большинстве модулей кристаллы расположены близко друг к другу, и при увеличении мощности (и температуры) за счёт повышения рабочего тока конвекционные процессы нагрева могут привести к тому, что тепло от р–п-перехода (из-за взаимного нагревания

SHARP

Светодиодные модули

ВЫСОКИЙ ИНДЕКС ЦВЕТОПЕРЕДАЧИ

MINI-ZENI



MEGA-ZENI



ZENIGATA



Особенности:

- Использование технологии chip-on-board
- Керамическое основание – хорошие тепловые характеристики
- Индекс цветопередачи: до 94

- Световая отдача: до 100 лм/Вт
- Световой поток: Zenigata: до 540 лм, Mini-Zeni: до 1400 лм, Mega-Zeni: до 5350 лм
- Широкий диапазон рабочих температур: –30...+90°C

Области применения:

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

ОФИЦИАЛЬНЫЙ ДИСТРИБЬЮТОР SHARP В РОССИИ

PROSOFT®

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



Реклама

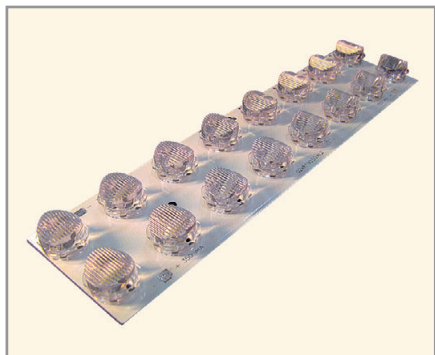


Рис. 5. Светодиодный модуль Inda Flood компании Light Engine Corporations (форм-фактор 2x8)

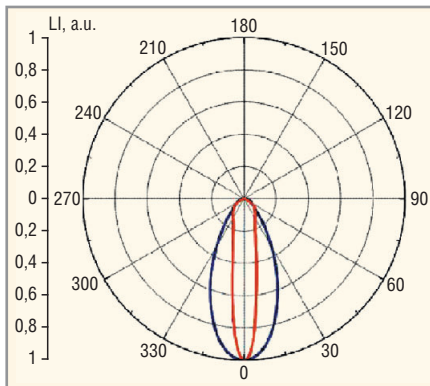


Рис. 6. КСС светодиодного модуля Inda Flood в двух плоскостях

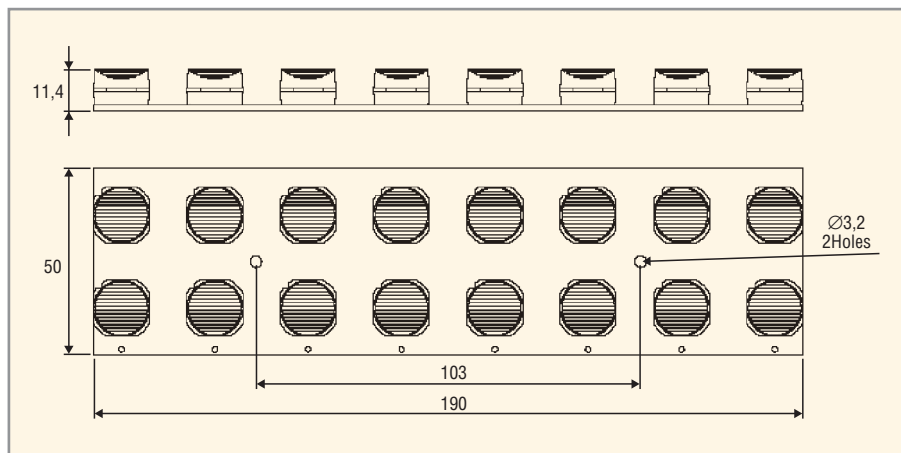


Рис. 7. Чертеж светодиодного модуля Inda Flood (форм-фактор 2x8)

кристаллов) не будет отводиться столь же эффективно. При непрерывной работе такого модуля повышенный нагрев сказывается на характеристиках кристалла и люминофора [3, 4], что вызывает ускоренную деградацию параметров модуля в виде снижения светового потока и ухода цветовой температуры [5]. Эффективность светильника на основе уплотнённых модулей

также снижается, поскольку для реализации требуемой КСС необходимо применять вторичную оптику для группы из нескольких светодиодных кристаллов.

СВЕТОДИОДНЫЕ МОДУЛИ КОМПАНИИ LIGHT ENGINES CORPORATION

Проблему можно решить, если располагать кристаллы на определённом расстоянии друг от друга [3]. Это позволяет избежать их перегрева за счёт конвекции: под каждым кристаллом остаётся симметричная часть платы, которая становится первичным теплоотводом, что улучшает тепловой ре-

жим работы каждого кристалла и модуля в целом.

В таких оптимизированных модулях каждый кристалл оснащён индивидуальной первичной линзой, реализующей требуемую КСС. Пространство под линзой заполняется гель-люминофорной смесью, которая обеспечивает получение белого цвета свечения и уменьшение потерь за счёт улучшения соотношения показателей преломления материалов кристалла, линзы и оптического геля.

Использование таких модулей значительно упрощает разработку светильников, т.к. производитель уже подобрал оптимальные значения цветовой температуры, произвёл сборку светодиодного модуля и обеспечил требуемую КСС. Компания Light Engines Corporation собирает свои изделия по оптимизированной технологии.

Компания вышла на рынок в 2008 году и стала одним из ведущих поставщиков светотехники. Продукция компании является энергосберегающей, обладает высокой надёжностью и представляет собой готовые к использованию светодиодные модули с встроенной первичной оптикой, оптимизированные по тепловому рассеиванию. В конструкции изделий компании применяются защищённые патентами решения в оптических системах и технологии сборки светодиодных модулей. При разработке продукции специалисты компании учитывают конкретные применения. Однако это не делает изделия компании узкоспециализированными и позволяет выпускать конкурентоспособную продукцию.

Компания Light Engines Corporation выпускает широкий ассортимент светодиодных модулей для различных применений. Линейка све-



Рис. 8. Светодиодный модуль Office Flood компании Light Engine Corporations

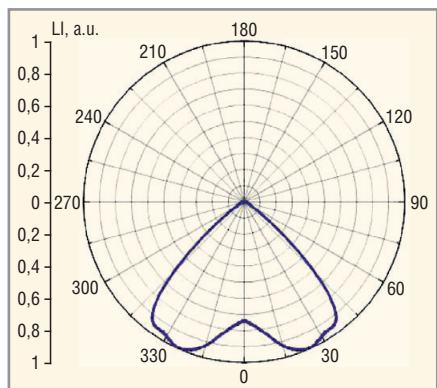


Рис. 9. КСС светодиодного модуля Office Flood

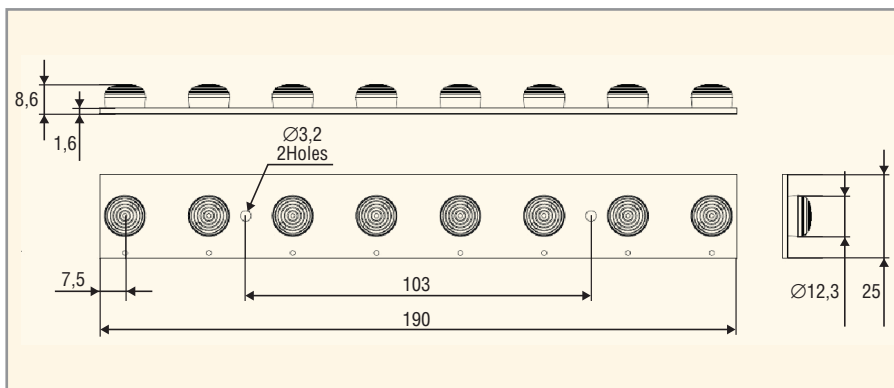


Рис. 10. Чертеж светодиодного модуля Office Flood

одиодных модулей включает в себя устройства для подсветки, а также системы офисного и дорожного освещения.

Модуль Inda Flood

Модуль Inda Flood (см. рис. 5) предназначен для применения в светильниках для промышленных помещений с высокими потолками. Узконаправленная асимметричная КСС данного модуля (см. рис. 6) позволяет решать сложные задачи освещения проходов и рабочих зон.

Модуль способен работать в широком диапазоне температур от -60 до $+60^{\circ}\text{C}$, что расширяет область его применения на помещения с жесткими температурными условиями.

Светодиодные модули Inda Flood выпускаются с форм-факторами 2×8 и 2×6 , с типичным световым потоком в 1400 и 1050 лм, соответственно. Все модули работают при токе в 350 мА, однако способны выдерживать колебания тока до 400 мА. Габаритные размеры (в мм) светодиодного модуля Inda Flood с форм-фактором 2×8 показаны на рисунке 7.

Цветовая температура модуля в 4500 К обеспечивает наиболее естественный для помещений оттенок белого света, а небольшая потребляемая мощность 14 Вт (для модуля 2×6) и 17 Вт (для модуля 2×8) благоприятно сказывается на энергозатратах. Основные характеристики светодиодного модуля Inda Flood приведены в таблице 1.

Модуль Office Flood

Светодиодные модули Office Flood (см. рис. 8) специально разработаны для офисного освещения и удовлетворяют всем требованиям соответствующих стандартов. Первичная оптика обеспечивает необходимую КСС (см. рис. 9) с учётом «защитных» углов, не допускающих ослепления присутствующих в помещении людей, равномерное распределение света на освещаемой поверхности и низкую яркость для прямого наблюдателя.

Модули выпускаются в форм-факторе 1×8 , размеры модуля (в мм) указаны на рисунке 10. Типичное значение светового потока составляет 750 лм.



Рис. 11. Светодиодный модуль Street Flood компании Light Engine Corporations (форм-фактор 2×8)

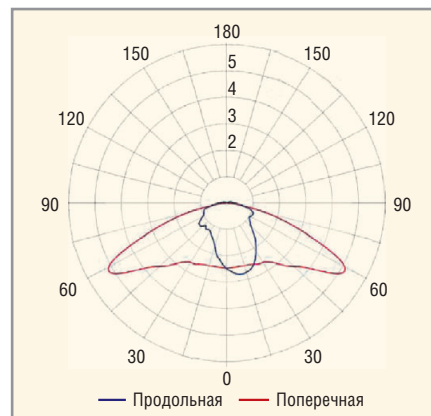


Рис. 12. КСС светодиодного модуля Street Flood в двух плоскостях

Основные характеристики светодиодного модуля Office Flood приведены в таблице 2.

Цветовая температура, соответствующая диапазону естественного белого



МИКРОСХЕМЫ ДЛЯ СВЕТОДИОДНЫХ ДРАЙВЕРОВ



MP4034 с гальванической развязкой, встроенный силовой ключ 700 В
MP4034 для драйверов с гальванической развязкой, встроенный силовой ключ 700 В

ОФИЦИАЛЬНЫЙ ДИСТРИБЬЮТОР КОМПАНИИ MPS



АКТИВНЫЙ КОМПОНЕНТ ВАШЕГО БИЗНЕСА

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



Реклама

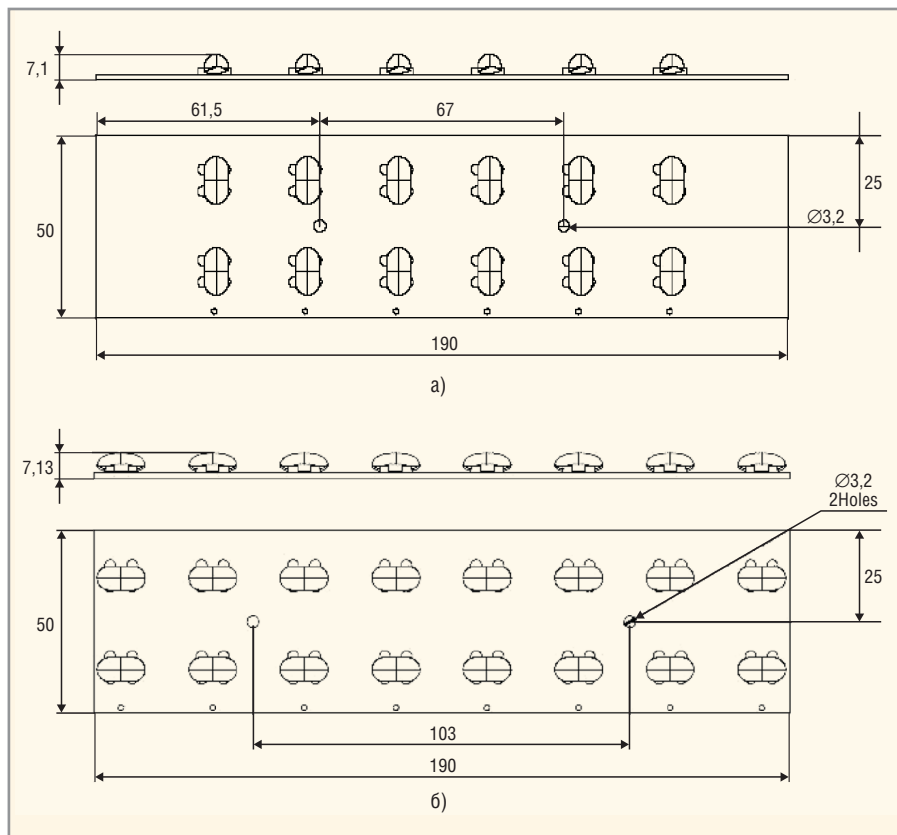


Рис. 13. Чертёж светодиодного модуля Street Flood: а) форм-фактор 2×6; б) форм-фактор 2×8

цвета, в 4500 К в сочетании с компактными размерами и потребляемой мощностью 9 Вт делает данный светодиодный кластер идеальным решени-

ем для освещения офисов, конференц-залов и других помещений, где требуется яркий, естественный свет при низком энергопотреблении.

Таблица 1. Основные характеристики светодиодного модуля Inda Flood

Модуль	КСС	Максимальный ток, мА	Напряжение, В, при 350 мА	Мощность, Вт	Индекс цветопередачи	Цветовая температура, К	Световой поток, лм, при 350 мА
2×6	20° × 45°	400	38	13,3	80	4500	1050
2×6	45° × 20°						
2×8	20° × 45°		38	17,6			1400
2×8	45° × 20°						

Таблица 2. Основные характеристики светодиодного модуля Office Flood

Модуль	КСС	Максимальный ток, мА	Напряжение, В, при 350 мА	Мощность, Вт	Индекс цветопередачи	Цветовая температура, К	Световой поток, лм, при 350 мА
1×8	Круглосимметричная	400	25	8,8	80	4500	750

Таблица 3. Основные характеристики светодиодного модуля Street Flood

Компоновка	КСС	Максимальный ток, мА	Напряжение, В, при 350 мА	Мощность, Вт	Индекс цветопередачи	Цветовая температура, К	Световой поток, лм, при 350 мА
2×6	Широкая, боковая	400	38	13,3	80	6500	1200
2×8			50	17,6			1600
2×8			50	17,6		4500	1400

Таблица 4. Основные характеристики светодиодного модуля для светильников с рассеивателем

Компоновка	КСС	Максимальный ток, мА	Напряжение, В, при 350 мА	Мощность, Вт	Индекс цветопередачи	Цветовая температура, К	Световой поток, лм, при 350 мА
1×4	120° (±60°)	400	12,5	4,4	80	4500	350

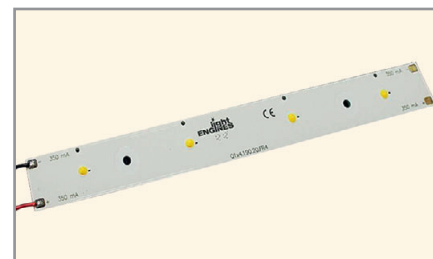


Рис. 14. Светодиодный модуль для светильников с рассеивателем компании Light Engine Corporations

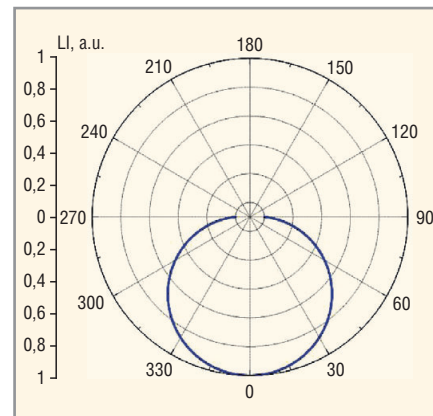


Рис. 15. КСС светодиодного модуля для светильников с рассеивателем

Модуль STREET FLOOD

Специально разработанные в исполнении IP65 для уличного освещения модули Street Flood (см. рис.11) имеют широкую КСС (см. рис.12), необходимую для освещения улиц, что позволяет изготавливать простые по конструкции и эффективные уличные светильники различной мощности, способные конкурировать с приборами на ртутных и натриевых лампах.

Светодиодные модули Street Flood выпускаются с форм-факторами 2×6 и 2×8, с цветовой температурой от естественного (4500 К) до холодного (6500 К) белого света. Размеры (в мм) светодиодного модуля Street Flood с форм-факторами 2×6 и 2×8 указаны на рисунке 13а и 13б, соответственно. Основные характеристики светодиодного модуля Street Flood приведены в таблице 3.

Низкая потребляемая мощность от 13 до 18 Вт, рабочий ток 350 мА, высокий световой поток и широкий температурный диапазон позволяют применять данный светодиодный модуль в большинстве современных уличных систем освещения.

Модуль для СВЕТИЛЬНИКОВ С РАССЕИВАТЕЛЕМ

Экономичный светодиодный модуль ненаправленного света (см.

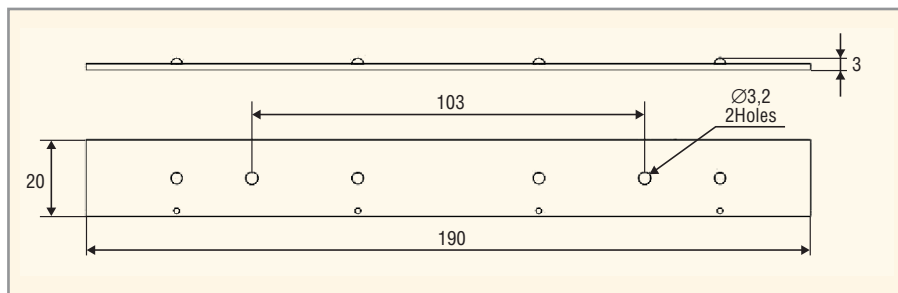


Рис. 16. Чертёж светодиодного модуля для светильников с рассеивателем

рис.14) разработан для применения в арматуре светильников с рассеивателем; КСС модуля приведена на рисунке 15. Прибор рекомендуется использовать в офисных и домашних светильниках, допускающих использование ненаправленного света.

Низкая потребляемая мощность (4,5 Вт) и умеренная стоимость делают этот модуль привлекательным выбором при разработке проектов. Как и другие модули компании Light Engines, он имеет цветовую температуру 4500 К и широкий температурный диапазон. Рабочий ток составляет 350 мА. Габаритные размеры (в мм) светодиодного модуля приведены на

рисунке 16, основные характеристики – в таблице 4.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Готовые светодиодные модули становятся всё более популярными. Простота установки, надёжность и энергосбережение являются решающими факторами при выборе источников для систем освещения. Именно такими качествами обладают современные светодиодные источники, реализованные по технологии КнП.

Успехи, достигнутые компанией Light Engines в разработке и производстве светодиодных модулей, позволяют ожидать, что продукция

компании будет занимать всё большую долю рынка, а успешное применение современных осветительных технологий ускорит общественное признание светодиодных источников света.

ЛИТЕРАТУРА

1. Смирнов В., Туркин А. Sharp LED – и мощно, и ярко. Полупроводниковая светотехника. 2010. № 2. С.14–17.
2. Смирнов В., Туркин А. Вопросы применения светодиодных модулей Sharp в светотехнических изделиях. Полупроводниковая светотехника. 2010. № 3. С. 7–9.
3. Когтева Е. Chip-on-Board Single lens: энергия будущего. Современная светотехника. 2012. № 3 (16). С. 42–43.
4. Светодиоды и их применение в освещении. Под общей редакцией Ю.Б. Айзенберга. ЗАО «Дом света» совместно с фирмой Osram. Москва. Знак. 2012.
5. Полищук А.Г., Туркин А.Н. Дegrаdация светодиодов на основе гетероструктур нитрида галлия и его твёрдых растворов. Светотехника. 2008. № 5. С. 44–47.



ВАКУУМНО-ЛЮМИНЕСЦЕНТНЫЕ ДИСПЛЕИ

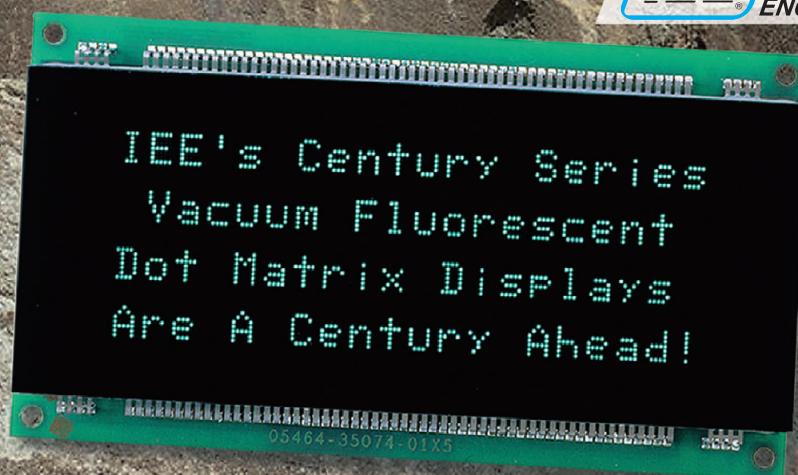
Яркость 600 кд/м²

Угол обзора 150°
(конусный)

Встроенные контроллеры с последовательным и параллельным интерфейсом

Символы высотой 5 и 9 мм

Температурный диапазон –40...+85°С



для жёстких условий эксплуатации

ОФИЦИАЛЬНЫЙ ДИСТРИБЬЮТОР ПРОДУКЦИИ IEE



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



Реклама

Применение датчиков частоты вращения для обеспечения режимов работы и эксплуатационной безопасности роторов

Александр Драпезо, Игорь Буслов, Валерий Бауткин, Владимир Адашкевич (Беларусь)

С учётом эксплуатационной безопасности машин рассмотрены вопросы применения и основные характеристики импульсных датчиков частоты вращения.

Практически все мобильные машины и технологические комплексы содержат роторы или роторные системы, которые непосредственно влияют на качественные показатели и безопасность самой машины. В настоящее время к машинам и оборудованию в промышленности, транспорте, энергетике и бытовой технике предъявляются повышенные требования по эксплуатационной безопасности. Например, ко всем машинам, использу-

емым на европейском рынке, применяется директива подтверждения общих требований по охране здоровья и безопасности ЕС 2006/42/ЕС. Разработаны гармонизированные стандарты уровня совокупной безопасности (SIL) EN ISO 13849-1 и EN IEC 62061, описывающие состояние техники в течение жизненного цикла оборудования и подтверждающие надёжность функционирования системы обеспечения эксплуатационной безопасности, ко-

торая включает датчики, устройства управления, исполнительные механизмы, аппаратно-программные и иные средства.

Частота вращения роторов, как физическая величина, повсеместно используется в системах управления, информационных системах и средствах технической диагностики для обеспечения работы машины по заданным показателям назначения и предотвращения аварийных состояний. Технические средства измерения и контроля частоты вращения представлены очень широко. Устройства и датчики используют различные принципы взаимодействия с вращающимся ротором и последующим преобразованием од-

Таблица 1. Основные разновидности электромагнитных преобразователей для импульсных датчиков частоты

Наименование	Принцип работы	Типовые характеристики*
Преобразователь бесконтактный индуктивный (пассивный элемент)	Используется эффект изменения комплексного сопротивления катушки индуктивности, взаимодействующей с металлической отметкой вала ротора. Пример: катушка индуктивности, включённая в резонансный контур автогенератора; изменение ее сопротивления приводит к срыву генерации	Рабочая полоса частот, Гц 0...2000; Рабочий зазор, мм 0,1...10; Температурный диапазон применения, °C -20...70
Преобразователь бесконтактный индукционный (генераторный элемент)	Используется эффект наведения ЭДС в катушке при изменении магнитного поля, которое могут создавать отметки вала, выполненные в виде магнитов, или магниты, встроенные в датчик	Рабочая полоса частот, Гц 20...20 000; Рабочий зазор, мм 0,1...1,0; Температурный диапазон применения, °C -60...120
Преобразователь Холла (генераторный элемент)	Используется ЭДС Холла, возникающая вследствие замыкания поля магнита, встроенного в датчик, через зазор и ферромагнитную отметку вала на элемент Холла; либо прямое воздействие на элемент Холла магнитами, установленными на роторе	Рабочая полоса частот, Гц 0...5000; Рабочий зазор, мм 0,1...10; Температурный диапазон применения, °C -60...120

*Приведены усреднённые значения, характерные для типа физического преобразования

Таблица 2. Основные параметры датчиков ДРЧХ-8М

Обозначение	ДРЧХ-8М-1	ДРЧХ-8М-2	ДРЧХ-8М-3	ДРЧХ-8М-4	ДРЧХ-8М-6	ДРЧХ-8М-7	ДРЧХ-8М-8	ДРЧХ-8М-9	ДРЧХ-8М-14
Величина рабочего зазора, мм	0...5					0...3		0...5	0...3
Ток потребления не более, мА	25								
Диапазон измеряемой частоты, Гц	500...10000								
Напряжение питания, В	18...30					7...16		18...30	5±0,1
Выходной сигнал: открытый коллектор п-р-п-транзистора Максимальный ток коллектора, мА	250								
Габаритные размеры									
D, мм	M20×1					M18×1	M20×1	M18×1	
d, мм	18					16,5	18	16,5	
L, мм	95	81	142	177	142	95	115	95	
l1, мм	77	60	72	107	72	77	47	77	
l2, мм	3	5	54			3	53	3	
Диапазон рабочих температур, °C	-40...+125	-60...+125	-60...+125			-60...+120	-40...+125	-60...+120	-40...+120
Класс защиты	IP67								

*В стремлении
к совершенству*



Комплексные поставки электронных компонентов специального, двойного и общего назначения

Второй поставщик в системе «ВОЕНЭЛЕКТРОНСЕРТ».

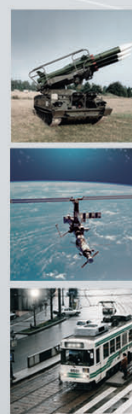
Поставка ЭК отечественного производства категорий качества ОТК, ВП, ОСМ, ОС.

Поставка ЭК иностранного производства с предоставлением гарантий качества, проведением сертификационных испытаний по оценке соответствия требованиям нормативных документов Минобороны РФ.



«Фаворит – Электронная Компания»

WWW.FAVORIT-EC.RU тел./факс: +7(495) 627-76-24



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

Представительство ЗАО «Фаворит – ЭК»
в Санкт-Петербурге
Тел.: +7 (812) 449-52-41
www.spbnek.ru • spb@favorit-ec.ru

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

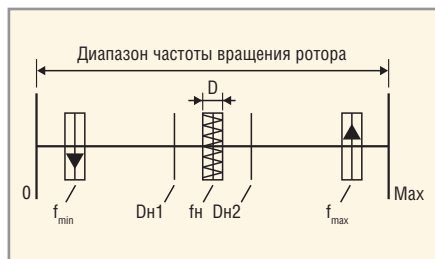


Рис. 1. Параметры частоты вращения

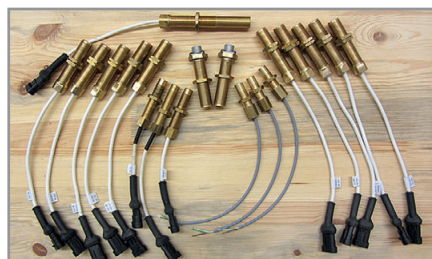


Рис. 2. Общий вид датчиков ДЧХ

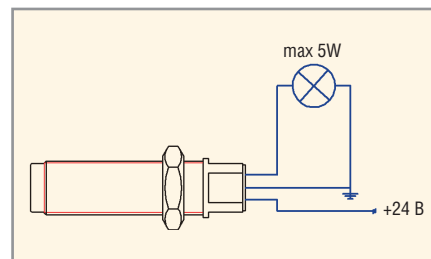


Рис. 3. Схема подключения датчика ДРЧХ-8М

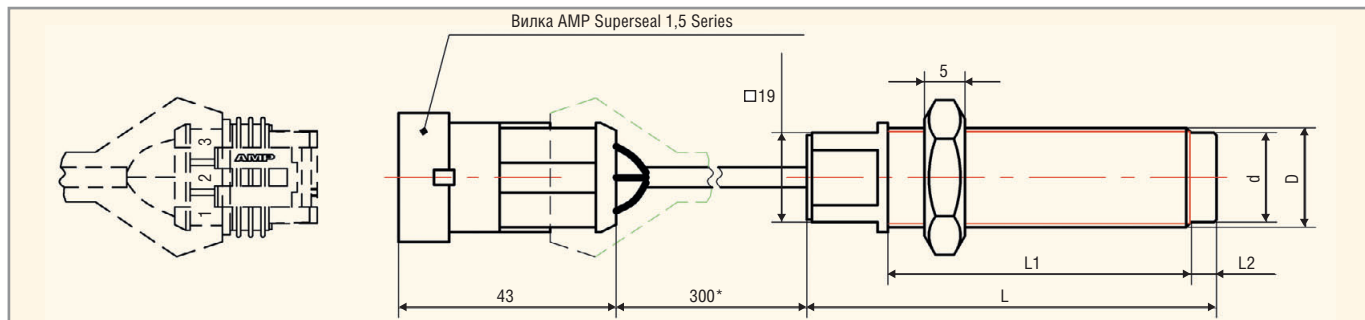


Рис. 4. Габаритный чертёж датчиков ДРЧХ-8М, ДЧХ-8М, ДКЧХ-8М

нозначно зависимой от частоты вращения физической величины в электрический сигнал. Большое распро-

странение в производственных системах и мобильных машинах получили измерительные преобразователи, ра-

бота которых основана на электромагнитном взаимодействии с элементами вала ротора, называемыми отметками.

Таблица 3. Основные параметры датчиков ДЧХ-8М

Обозначение	ДЧХ-8М-1	ДЧХ-8М-2	ДЧХ-8М-3	ДЧХ-8М-4	ДЧХ-8М-6	ДЧХ-8М-7	ДЧХ-8М-8	ДЧХ-8М-9	ДЧХ-8М-14
Величина рабочего зазора, мм	0...5					0...3		0...5	0...3
Ток потребления не более, мА	25					40		25	40
Диапазон измеряемой частоты, Гц	50...10 000					0,5...3000		50...10 000	0,5...3000
Напряжение питания, В	18...30					7...16		18...30	5±0,1
Выходной сигнал (Uвых), В при Uвых.0 при Uвых.1						≤1 Улит.-1			
Габаритные размеры									
D, мм	M20×1					M18×1		M20×1	M18×1
d, мм	18					16,5		18	16,5
L, мм	95	81	142	177	142	95	115	95	
l1, мм	77	60	72	107	72	77	47	77	
l2, мм	3	5	54			3	53	3	
Сопротивление нагрузки не менее, кОм	2								
Диапазон рабочих температур, °С	-40...+125	-60...+125				-60...+120	-40...+125	-60...+120	-40...+120
Класс защиты						IP67			

Таблица 4. Основные параметры датчиков ДКЧХ-8М

Обозначение	ДКЧХ-8М-1	ДКЧХ-8М-2	ДКЧХ-8М-3	ДКЧХ-8М-4	ДКЧХ-8М-6	ДКЧХ-8М-7	ДКЧХ-8М-8	ДКЧХ-8М-9	ДКЧХ-8М-14
Величина рабочего зазора, мм	0...5					0...3		0...5	0...3
Ток потребления не более, мА	25								
Диапазон измеряемой частоты, Гц	50...10 000					0,5...3000		50...10 000	0,5...3000
Напряжение питания, В	18...30					7...16		18...30	5±0,1
Выходной сигнал (Uвых), В при Uвых.0 при Uвых.1						≤1 Улит.-1			
Открытый коллектор п-р-п-транзистора Максимальный ток коллектора, мА						250			
Габаритные размеры									
D, мм	M20×1					M18×1		M20×1	M18×1
d, мм	18					16,5		18	16,5
L, мм	95	81	142	177	142	95	115	95	
l1, мм	77	60	72	107	72	77	47	77	
l2, мм	3	5	54	54	54	3	53	3	
Диапазон рабочих температур, °С	-40...125	-60...125				-60...120	-40...125	-60...120	-40...120
Класс защиты						IP67			

Основные разновидности электромагнитных преобразователей для импульсных датчиков частоты перечислены в таблице 1. Такие преобразователи формируют на выходе последовательность импульсов, соответствующую прохождению отметок вала ротора через рабочую зону датчика. Частота вращения ротора связана с частотой следования импульсов от такого датчика выражением $F_B = f_{имп}/n$, где n – число отметок на валу ротора.

На рисунке 1 приведены параметры частоты вращения, которые используются для контроля функционирования машины. Производные величины от частоты вращения роторов в переходных режимах, такие как ускорение и рывок, также являются важными параметрами для систем регулирования и диагностики, например, в мобильных и подъёмно-транспортных машинах.

Датчики частоты вращения, общий вид которых показан на рисунке 2, могут применяться в качестве генераторов импульсного сигнала, частота которого пропорциональна скорости вращения ротора. Затем выполняется обработка этого сигнала вторичным устройством, например программируемым контроллером, который по заданному алгоритму определяет параметры частоты вращения (см. рис. 1) и использует их для обеспечения функционирования и безопасности работы машины.

Однако для предотвращения аварийных режимов целесообразно применение датчиков, непосредственно формирующих сигнал выхода заданного параметра (частоты вращения) за пределы предварительно установленного значения. Такие релейные датчики изготавливаются под частоту вращения конкретного ротора и обеспечивают высокую надёжность контроля при невысокой стоимости.

Показатели назначения типоряда датчиков частоты вращения, приведённые ниже, удовлетворяют требованиям к обеспечению безопасности и технологической надёжности работы машин и оборудования.

Датчик частоты вращения релейный ДРЧХ-8М

Датчики ДРЧХ-8М предназначены для независимой аварийной сигнализации функционального контроля вращающихся элементов силового и технологического оборудования. Основные параметры датчиков ДРЧХ-8М представлены в таблице 2.

Когда элемент (шестерня) находится в движении, лампа не горит; при остановке объекта относительно датчика в результате поломки лампа загорается. Схема подключения датчика ДРЧХ-8М показана на рисунке 3. Габаритный чертёж датчика ДРЧХ-8М приведён на рисунке 4.

По требованию заказчика поставка датчиков возможна:

- с напряжением питания 5, 9, 12, 24 В (бортовая сеть);
- с кабелем любой длины;
- с различными разъёмами;
- с двумя гайками;
- с уменьшением нижней границы измеряемой частоты;
- по техническим требованиям заказчика.

Преобразователь частоты ДЧХ-8М

Предназначен для контроля частоты вращения (тахометра), в том числе косвенного измерения скорости движения. Оснащён встроенным блоком электроники, обеспечивающим устойчивую работу при зазорах с ферромагнитным зубом шестерни до 5–7 мм и модуле зубчатого венца шестерни не менее 2. Основные параметры датчиков ДЧХ-8М представлены в таблице 3.

Принцип действия датчиков основан на измерении с помощью магниточувствительных ИС частоты изменения магнитного поля, создаваемого перемещающимися периодическими ферромагнитными элементами – шестернями, зубчатыми рейками и т.п. Конструктивно датчики выполнены в виде цилиндра из немагнитного материала со встроенной магнитной системой из сплава ЮНДК или КС-37 и микроплатой, на которой установлены магниточувствительный элемент, усилитель, формирователь импульсов и стабилизатор напряжения.

В отличие от индукционных аналогов, эти датчики обеспечивают выходной сигнал, амплитуда которого постоянна во всём рабочем диапазоне. Максимальный зазор между торцом датчика и ферромагнитным объектом может быть в два-три раза больше, чем у индукционных датчиков. Когда элемент (шестерня) находится в движении, лампа не горит; при остановке объекта относительно датчика в результате поломки лампа загорается. Габаритный чертёж датчика ДЧХ-8М показан на рисунке 4.

По требованию заказчика поставка датчиков возможна:

- с напряжением питания 5, 9, 12, 24 В (бортовая сеть);

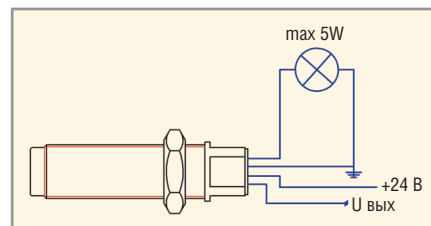


Рис. 5. Схема подключения датчика ДКЧХ-8М

- с кабелем любой длины;
- с различными разъёмами;
- с двумя гайками;
- с диапазонами измеряемой частоты 0,5–3000 Гц или 50–10000 Гц;
- по техническим требованиям заказчика.

Датчик частоты вращения комбинированный ДКЧХ-8М

Датчики ДКЧХ-8М предназначены для контроля частоты вращения (тахометра), в том числе для косвенного измерения скорости движения и для независимой аварийной сигнализации функционального контроля вращающихся элементов. Основные параметры датчиков ДКЧХ-8М приведены в таблице 4.

Схема подключения датчика ДКЧХ-8М показана на рисунке 5, а габаритный чертёж – на рисунке 4. Когда элемент (шестерня) находится в движении, лампа не горит; при остановке объекта относительно датчика в результате поломки лампа загорается.

По требованию заказчика поставка датчиков возможна:

- с напряжением питания 5, 9, 12, 24 В (бортовая сеть);
- с кабелем любой длины;
- с различными разъёмами;
- с двумя гайками;
- с диапазонами измеряемой частоты 0,5–3000 Гц или 50–10 000 Гц;
- по техническим требованиям заказчика.

Литература

1. Туричин А.М. Электрические измерения неэлектрических величин. Энергия, 2008.
2. Прокошин В.И., Дραπεзо А.П., Ярмолович В.А. Новые методы контроля с помощью прецизионных механоэлектрических микропреобразователей. Наука и инновации, № 11, 2008, С. 69–71.
3. Ишин Н.Н., Адашкевич В.И., Скороходов А.С. Методические подходы создания инструментальных средств диагностики узлов трансмиссионных систем автомобиля в условиях эксплуатации. Механика машин механизмов и материалов, № 1, 2010, С. 57–62
4. <http://www.mashin.ru/jurnal/>.



Многофункциональный измерительный комплекс «ВОЛМА»

Евгений Барсуков, Александр Конопелько, Александр Огурцов, Сергей Семенович, Игорь Стецко, Олег Тягунов, Александр Шандицев (г. Минск, Беларусь)

В статье описан многофункциональный измерительный комплекс «ВОЛМА», предназначенный для мониторинга и экспресс-диагностики технического состояния электротехнического, электронного и механического оборудования шахтных подъёмных машин.

ВВЕДЕНИЕ

Шахтные подъёмные машины, повсеместно используемые при добыче рудных полезных ископаемых, включают в себя разнообразное оборудование – электротехническое (мощные электромоторы и генераторы, кабели), электронное (пускорегулирующая и защитная аппаратура) и механическое (лебёдки, тормозные механизмы и др.). Простой этого оборудования, связанные с необходимостью оперативного устранения внезапно возникающих неисправностей, приводят к большим непроизводительным затратам. Поэтому весьма актуальной является задача создания мобильного компьютеризованного измерительного комплекса, обеспечивающего мониторинг и экспресс-диагностику состояния оборудования шахтных подъёмных установок.

Состав измерительно-диагностического комплекса

Разработанный измерительный комплекс является многофункциональной компьютеризованной системой, содержащей:

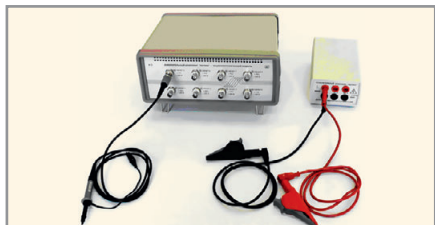


Рис. 1. Осциллографический измерительный модуль

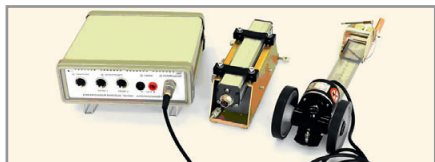


Рис. 2. Многофункциональный измерительный модуль

- измерительный модуль, представляющий собой 8-канальный цифровой осциллограф со встроенными усилителями и аттенуаторами, гальванической развязкой измерительных каналов друг от друга, а также от интерфейса с управляющим компьютером и сети питания;
- многофункциональный измерительный модуль, осуществляющий измерение таких важных (для мониторинга работоспособности) технических параметров подъёмных установок, как деформация тормозных тяг, давление в тормозной системе, скорость движения и положение сосуда в шахте;
- набор специализированных измерительных датчиков для многофункционального измерительного модуля;
- управляющий модуль – ноутбук со стандартным и специализированным программным обеспечением;
- специализированное программное обеспечение.

Связь измерительных модулей с управляющим компьютером обеспечивают высокоскоростные интерфейсы USB и Ethernet. Специализированный пакет программного обеспечения осуществляет визуализацию электрических сигналов на экране монитора, измерение амплитудных и временных параметров, обработку и сохранение результатов экспресс-диагностики.

Осциллографический модуль

Измерительный модуль осциллографического типа (см. рис. 1) имеет восемь встроенных гальванически развязанных каналов с изменяемыми коэффициентами усиления/ослабления, внешний трёхканальный высоковольтный делитель 1:25 и внешний преобразователь ток-напряжение (токовые клещи).

Осциллографический модуль предназначен для регистрации:

- токов и напряжений в цепях приводов постоянного тока (якорная цепь подъёмного двигателя; обмотки возбуждения подъёмного двигателя, генератора и тахогенератора);
 - токов и напряжений в статорных и роторных цепях приводов переменного тока;
 - управляющих сигналов в унифицированной системе регулирования электроприводов.
- Осциллографический модуль обеспечивает измерение, визуализацию и регистрацию следующих сигналов (по восьми измерительным каналам одновременно):
- низкого постоянного и переменного напряжения;
 - высокого постоянного и переменного напряжения (с помощью внешнего делителя);
 - постоянного тока путём измерения напряжения на токовых шунтах;
 - постоянного и переменного тока с помощью токовых клещей.

Максимально допустимое напряжение на входе измерительного канала составляет 200 В, на входе высоковольтного делителя – 1500 В. Входное активное сопротивление каналов равно 1 МОм.

Входной диапазон напряжения регистрируемых сигналов (без делителя) устанавливается от 160 мВ до 80 В; при работе с внешним высоковольтным делителем – от 32 В до 1600 В. Приведённая к входному диапазону погрешность измерения напряжения не превышает $\pm 1\%$.

Частота дискретизации устанавливается от 100 Выб/с до 1 МВыб/с, глубина встроенной памяти составляет 16 Мвыборок. Имеется возможность упреждающего и задержанного запуска развёртки по отношению к импульсу синхронизации от любого из каналов либо внешнего источника.

Многофункциональный измерительный модуль

Многофункциональный измерительный модуль (см. рис.2) обеспечивает анализ режимов работы тормозной системы шахтной подъёмной установки по четырём контрольно-измерительным каналам, в том числе:

- контроль давления в цилиндрах рабочего и предохранительного торможения;
- контроль упругих осевых деформаций в тормозных тягах (эквивалент усилия, создаваемого тормозными колодками на обод барабана);
- контроль времени холостого хода и времени срабатывания тормоза;
- фиксацию момента разрыва цепи предохранительного тормоза;
- контроль скорости и ускорения подъёмной машины;
- контроль тормозного пути и положения сосуда (грузовой ёмкости для поднимаемой породы).

Давление в магистрали тормозной системы определяется путём измерения напряжения на нагрузочном резисторе токового выхода датчика (токовый эквивалент входного сигнала 4...20 мА). Относительная погрешность измерения постоянного тока не превышает $\pm 1\%$. Количество каналов измерения деформации тормозных тяг – 2. Измерительная база датчика деформации не менее 300 мм. Дискретность измерения относительной осевой деформации не более 2%.

Скорость движения и мгновенное положение сосуда в шахте вычисляются на основе скорости вращения барабана, измеряемой с помощью специализированного датчика. Диапазон измерений линейного перемещения сосуда в шахте составляет от 0,01 м до 1000 м, линейной скорости – 0...20 м/с. Относительная погрешность измерения линейной скорости не превышает $\pm 1\%$.

Дополнительный канал измерения обеспечивает регистрацию момента разрыва цепи предохранительного тормоза. Пороговые уровни срабатывания в режиме 1:1 – (6 ± 2) В, в режиме 1:10 – (80 ± 10) В. Максимально допустимое напряжение на входе – 200 В. Частота дискретизации устанавливается в диапазоне от 1 Гц до 1 кГц.

Управление всеми режимами работы электронных модулей измерительного комплекса, обработка, визуализация и регистрация измерительных данных осуществляется компьютером с помощью разработанного программного обеспечения.

На рисунке 3 представлен пользовательский интерфейс для осциллографического измерительного модуля. Комплекс осуществляет измерения в одном из двух режимов – осциллографическом или регистрирующем.

В осциллографическом режиме измерения производятся циклически, с уста-

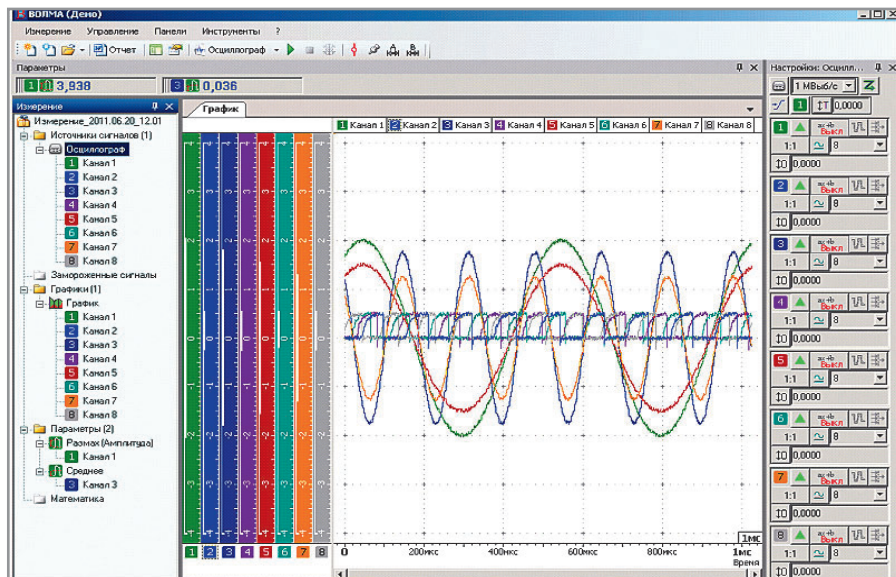


Рис. 3. Пользовательский интерфейс для осциллографического измерительного модуля

новленными параметрами запуска и развёртки. Запуск измерения в ждущем режиме развёртки начинается в момент выполнения условия синхронизации (передний или задний фронт импульса). Запуск измерения в автоматическом режиме начинается по команде с панели управления.

В режиме регистрации (самописец) измерения запускаются либо пользователем по команде с панели управления, либо в момент выполнения условия ждущей синхронизации. В режиме самописца результаты измерений отображаются на экране в виде графиков и записываются на жёсткий диск компьютера.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Разработанный мобильный измерительный комплекс обеспечивает мо-

нитинг и документирование параметров работы тормозной системы барабана (усилие торможения, линейная скорость и перемещение, давление в тормозной системе), электроприводов постоянного и переменного токов шахтных подъёмных установок.

Применение комплекса позволяет выполнять экспресс-диагностику отклонений режимов работы шахтных подъёмных установок, что существенно упрощает процесс наладки, способствует повышению эффективности, безопасности и продлению сроков эксплуатации оборудования, предупреждению развития аварийных режимов работы и сокращению простоев оборудования при ликвидации предаварийных и аварийных ситуаций.

КОМПЬЮТЕРНЫЕ ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЕ ПРИБОРЫ

Измерительные комплексы, цифровые осциллографы, генераторы сигналов произвольной формы, логические анализаторы / генераторы, вибро-акустические измерители / анализаторы, измерители температуры, давления, деформаций, шероховатости

Ethernet USB PCI WiFi Bluetooth

КОНТРАКТНАЯ РАЗРАБОТКА ЭЛЕКТРОНИКИ И ПРОГРАММ

WWW.AURIS.RU

Программируемый источник питания постоянного тока

Ангелина Шадейко (Москва)

Кратко описаны программируемые источники питания постоянного тока серии 62000N производства компании Chroma ATE, которая является мировым лидером в области разработки и производства источников питания и электронных нагрузок средней и большой мощности.

Новая серия программируемых источников электропитания постоянного тока Chroma 62000N (см. рис.1) предоставляет уникальные возможности интеграции в автоматизированные испытательные стенды, моделирования процессов заряда/разряда аккумуляторных батарей гибридных авто-



Рис. 1. Источник электропитания постоянного тока Chroma 62000N

мобилей и систем преобразования энергии в солнечных батареях. Эти возможности включают высокую удельную мощность, прецизионную обратную связь по выходному напряжению или току, управляющие сигналы запуска, а также создание сложных форм помех для оценки поведения устройств под воздействием импульсов, провалов и других отклонений напряжения.

Серия 62000N включает 14 моделей. Благодаря системе перераспределения тока источники 62000N можно включать параллельно – до десяти модулей суммарной мощностью 150 кВт, при

этом сохраняя малые шумы и пульсации. Кроме того, 62000N имеют 16-разрядное управление параметрами с отображением на ярком люминесцентном индикаторе. Источники обладают превосходной стабильностью по сети и нагрузке, а также малым временем установления при импульсных воздействиях.

Источники электропитания серии 62000N просты в управлении, как с клавиатуры на передней панели, так и удалённо через порты USB/RS-232/RS485/APG (в типовом исполнении) и GPIB/Ethernet (по отдельному заказу). Конструктив 3U позволяет устанавливать источники в типовую стойку.

Уникальной возможностью источников 62000N является их способность формировать сложные сигналы помех в цепи питания постоянного тока. Это позволяет испытывать устройства на устойчивость к провалам, выбросам и другим изменениям напряжения при испытаниях бортового оборудования летательных аппаратов, инверторов и других устройств, работающих в жёстких условиях.

С помощью источников данной серии можно проводить всесторонние испытания преобразователей постоянного тока и инверторов, моделирование работы электродвигателей от аккумуляторных батарей (см. рис. 2), ресурсные испытания электронных изделий и т.п.

Основные технические характеристики источников серии 62000N:

- ряд мощностей: 5/10/15 кВт;
- диапазон выходных напряжений 0...1000 В;
- диапазон токов нагрузки 0...375 А;
- защита от перенапряжения, максимально-токовая защита, защита от перегрева;
- высокая плотность мощности в конструктиве 3U;
- работа в режиме ведущий/ведомый при параллельном и последовательном включении источников благодаря системе перераспределения тока;
- прецизионные измерения напряжения и тока;

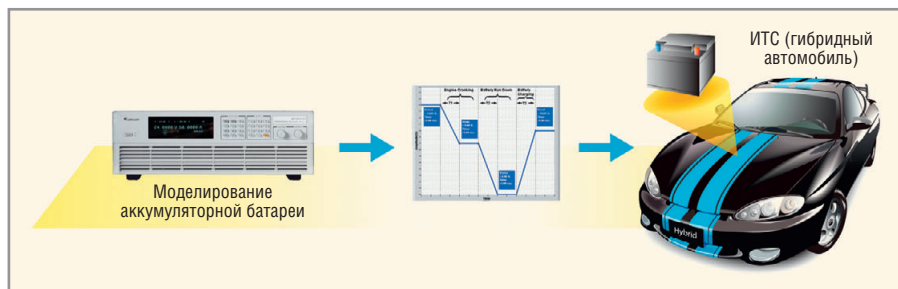


Рис. 2. Моделирование аккумуляторного электропривода

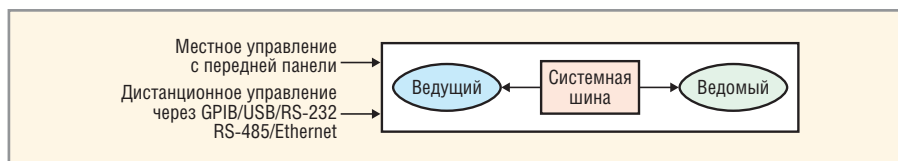


Рис. 3. Работа источников Chroma 62000N в режиме ведущий/ведомый



Рис. 4. Интерфейс для оценки параметров инверторов солнечных батарей

- высокоскоростное программирование;
- управление скоростью изменения напряжения и тока;
- функция линейного изменения напряжения (временной диапазон от 10 мс до 99 часов);
- программирование автоматических последовательностей (10 программ/100 последовательностей);
- интерфейс аналогового программирования;
- дистанционное включение и отключение выхода;
- цифровой энкодер, клавиатура и функциональные кнопки;
- дистанционное измерение для компенсации падения напряжения в проводах;
- поддержка программных пакетов LabView и Labwindows;
- программирование ВАРХ (10 программ/100 файлов ВАРХ);
- сертификат СЕ.

Если требуется большая мощность, как правило, включают параллельно или последовательно два или более источника электропитания. Источники серии 62000Н оснащены интеллектуаль-

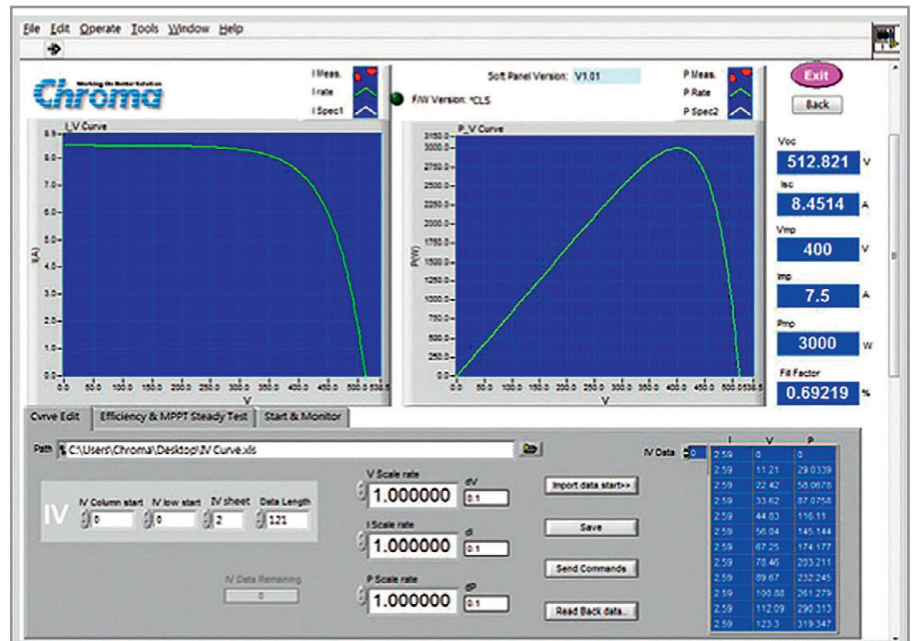


Рис. 5. Управление фотоэлектрическими модулями через программную панель

ным режимом управления ведущим/ведомым источником (см. рис. 3), что упрощает их совместную параллельную или последовательную работу. В этом режиме ведущий источник масштабирует значения и загружает данные в ведомый модуль, поэтому программиро-

вание осуществляется с автоматическим перераспределением тока.

ФУНКЦИЯ МОДЕЛИРОВАНИЯ СОЛНЕЧНЫХ БАТАРЕЙ

Модель 62150Н-600S/1000S оснащена функцией моделирования вы-



ЗАО «ТЕСТПРИБОР» ОФИЦИАЛЬНЫЙ ДИСТРИБЬЮТОР
КОМПАНИИ CHROMA ATE, HTTP://WWW.CHROMAATE.COM

ПОСТАВЩИК ТЕХНИЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ ДЛЯ ИСПЫТАНИЙ И КОНТРОЛЯ



ЭЛЕКТРОННЫЕ НАГРУЗКИ

ПОСТОЯННОГО И ПЕРЕМЕННОГО ТОКА

АВТОМАТИЗИРОВАННЫЕ СИСТЕМЫ



ДЛЯ ИСПЫТАНИЙ СИЛОВОГО ОБОРУДОВАНИЯ



ПРОГРАММИРУЕМЫЕ ИСТОЧНИКИ ПИТАНИЯ

ПОСТОЯННОГО И ПЕРЕМЕННОГО ТОКА БОЛЬШОЙ И СРЕДНЕЙ МОЩНОСТИ

Реклама



ТЕСТПРИБОР

125362, Г. МОСКВА, УЛ. СВОБОДЫ, Д. 31, СТР. 1
ТЕЛ/ФАКС: (495) 225-67-37,
E-MAIL: TESTPRIBOR@TEST-EXPERT.RU, HTTP://ТЕСТПРИБОР.РФ

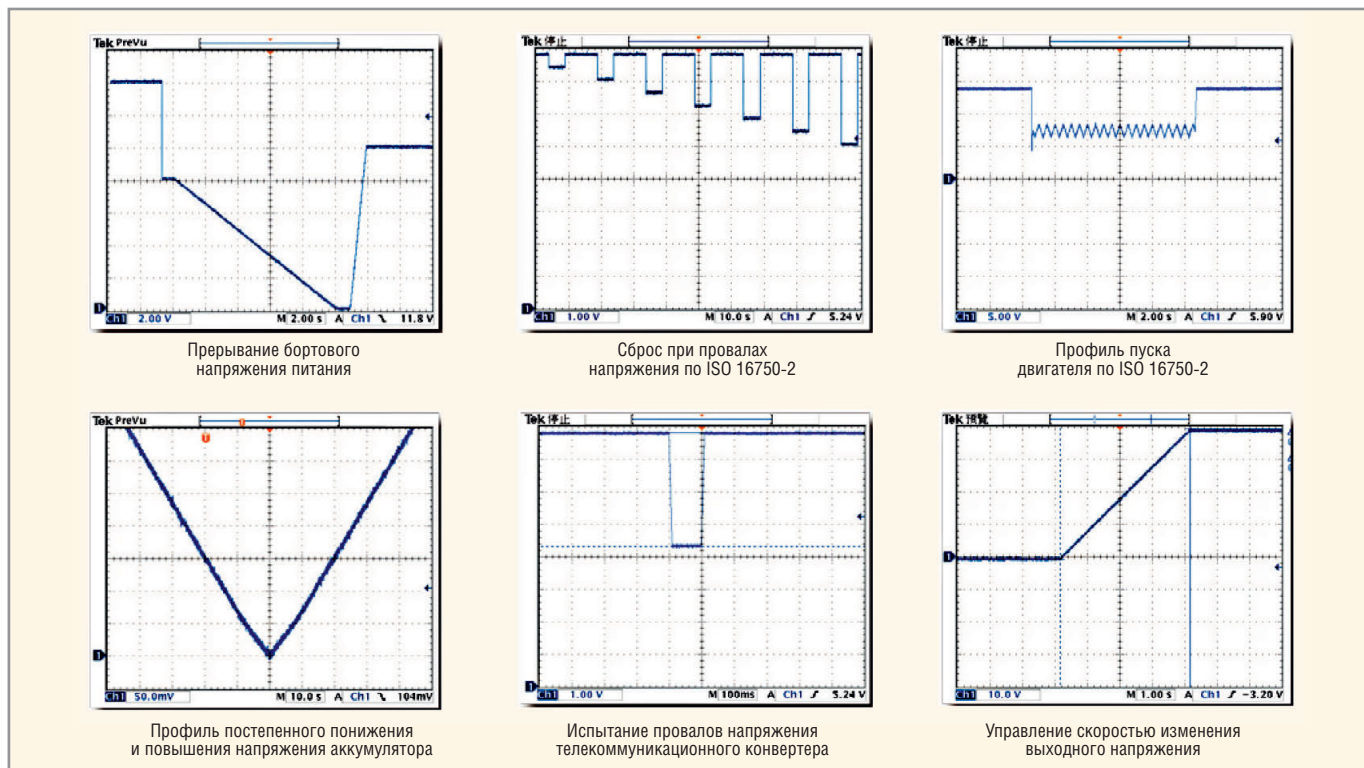


Рис. 6. Примеры программирования испытательных профилей

ходных характеристик солнечных батарей, которая полезна для оценки характеристик систем слежения за точкой максимальной мощности (MPPT) инверторов солнечных батарей (см. рис. 4). Пользователь может редактировать ВАХ, тестировать и контролировать фотоэлектрические модули PV через программную панель (см. рис. 5).

ПРИМЕНЕНИЕ ПРОГРАММНЫХ МОДУЛЕЙ

Режимы LIST и STEP источников серии 62000H подразумевают функцию автоматического исполнения последовательности (см. рис. 6). Режим LIST предусматривает 100 задаваемых пользователем последовательностей с диапазоном задания времени от 5 мс до 15 000 с и контролируемой скоростью изменения напряже-

ния/тока. Режим STEP учитывает настройки начального и конечного напряжения и время исполнения от 10 мс до 99 часов для автоматизированных испытаний.

Основные параметры различных моделей источников электропитания серии 62000H можно найти на Интернет-странице http://www.chromaate.com/product/62000H_series_Programmable_DC_Power_Supply.htm.



Новости мира News of the World Новости мира

АВТО информационно-развлекательные системы от Mentor Graphics

Mentor Graphics Corporation объявила о расширении своего подразделения автомобильного бизнеса посредством приобретения активов компании MontaVista, LLC. Это приобретение сделает компанию Mentor Graphics одним из ведущих поставщиков коммерческих информационно-развлекательных решений, основанных на Linux®, для автомобильной отрасли.

Когда слияние будет завершено, информационно-развлекательные решения компании Mentor Graphics будут сочетать возможности платформы Automotive Technology Platform (ATP) от MontaVista и платформы Embedded Infotainment Base Platform от Mentor в паре с изощренными инструментами разработки, включающими Sourcery™ CodeBench и Sourcery Analyzer.

www.smtnet.com

NXP присоединяется к альянсу The Connected Lighting Alliance

Впервые производитель полупроводниковых компонентов примет участие в инициативе по продвижению беспроводных осветительных решений.

Компания NXP Semiconductors объявила о своём присоединении к альянсу The Connected Lighting Alliance – www.theconnected-lightingalliance.org.

Эта организация, основанная ведущими производителями осветительных систем, способствует глобальному внедрению и расширению использования беспроводного управления освещением через поддержку открытых стандартов. Альянс стимулирует производителей систем освещения придерживаться единого подхода к беспроводному управлению, чтобы снизить риск несовместимости решений для конечных пользователей.

www.nxp.com

Технология DLP IntelliBright от TI: яркое и контрастное изображение

Texas Instruments представляет новую технологию, обеспечивающую более яркое и контрастное изображение для современных проекторов. Технология получила название DLP IntelliBright, и вместе с более качественной картинкой предусматривает снижение расхода энергии. По заявлениям разработчика, новая технология будет использоваться в продуктах класса DLP Pico.

Проекционные модули DLP Pico используются в мобильных телефонах, планшетных компьютерах, медиаплеерах, мобильных аксессуарах и прочих гаджетах мобильного класса. Именно поэтому тема энергопотребления является особенно актуальной. Алгоритмы IntelliBright предполагают анализ изображения в режиме реального времени и создание оптимизиро-

Новости мира News of the World Новости мира

ванной картинке без ущерба для режима расхода энергии. А это значит, что конечное изображение становится более качественным даже в условиях яркого внешнего освещения, тогда как заряд аккумулятора расходуется менее активно. Представленная технология позволит производителям конечной продукции адаптировать работу устройств под конкретные запросы пользователей и особенности гаджетов.

IntelliBright включает в себя два запатентованных алгоритма, которые и обеспечивают более высокое качество картинки при сниженном потреблении энергии. Первый алгоритм получил название Content-Adaptive Illumination Control (контент-адаптивное управление подсветкой), второй – Local Area Brightness Boost (увеличение яркости на локальных участках). Алгоритмы работают автономно друг от друга, поэтому производителю предоставляется возможность независимой настройки.

Content-Adaptive Illumination Control обеспечивает автоматическую настройку интенсивности красной, зелёной и синей подсветки в кадровом режиме. Local Area Brightness Boost тоже работает в кадровом режиме, обнаруживая наиболее светлые и тёмные участки на картинке и регулируя коэффициент усиления на тёмных участках.

Технология IntelliBright предусматривает также установку светосенсора, благодаря которому проекторы смогут подстраивать изображения под внешние условия.

www.slashgear.com

Qualcomm и Samsung лидируют на рынке мобильных ИС

Компании Qualcomm и Samsung Electronics воспользовались условиями быстроменяющегося рынка, заняв две верхние строчки в списке предприятий, занимающихся интегральными схемами (ИС) процессоров для мобильных телефонов за 2012 год, в то время как доля некоторых других компаний сократилась, пишет Digitimes со ссылкой на IHS iSuppli.

На рынке специализированных по типу применения ИС процессоров для мобильных телефонов, таких как ИС для прямой передачи и радиочастотные полупроводники, Qualcomm заняла главенствующее положение с долей рынка по прибыли в 31%. Производитель чипов удерживает за собой лидирующее положение с 2007 года, и за этот период смог увеличить отрыв на 8%.

Samsung обосновалась на втором месте с долей в 21%. В совокупности оба производителя заняли более половины рынка, в то время как на долю компаний, разместившихся на 8 позициях в десятке крупнейших вендоров, осталось 34%. Список замыкающих ТОП-десятку лидеров в порядке убывания: MediaTek, Intel, Skyworks, Texas Instruments, ST-Ericsson, Renesas Electronics, Spreadtrum Communications и Broadcom. В совокупности «десятка» обеспечила себе 86% рынка.

Из тех компаний, кто даже не вошёл в список в 2007 году, Samsung удалось добиться роста быстрее всего, обеспечив себе 2-е место, за счёт своего присут-

вия в сегменте прикладных процессоров. Кроме того, в десятку лидеров удалось попасть Intel, в конце 2012 года занявшей 4-е место, после приобретения подразделения Infineon по беспроводной связи.

www.astera.ru

Samsung и Hynix захватили 80% рынка мобильных DRAM

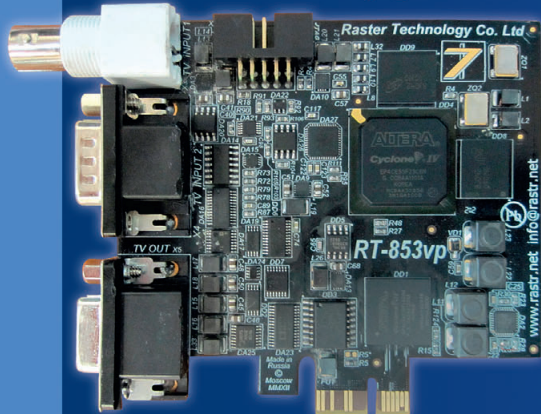
Рынок DRAM в целом распределён между тремя основными игроками – Samsung, Hynix и Micron вместе с Elpida (Micron завершит поглощение последней в текущем году). Что касается мобильных микросхем ОЗУ, то ситуация в общих чертах аналогичная, но всё же Samsung и Hynix уверенно лидируют.

Согласно итогам четвертого квартала 2012 года, которые подвели аналитики из DRAMeXchange, вместе эти две компании охватывают около 80% всего сегмента. Samsung укрепила свои позиции и увеличила долю с 52,3 до 54,7%. При этом её выручка выросла на 26,9% – до \$1,5 млрд. Hynix не отстаёт и усиливает позиции – доля выросла с 21,2 до 23,8%. В целом выручка на мировом рынке мобильных DRAM-чипов увеличилась за квартал на 21,4%.

В отличие от лидеров Elpida Memory показала спад в четвёртом квартале. Её доля сократилась с 20,8 до 19%. Доля Micron и вовсе упала с 4,2 до 1,3%. Замыкает пятёрку компания Winbond Electronics с долей 0,9%.

www.digitimes.com

РАСТР ТЕХНОЛОДЖИ



ВИДЕОПРОЦЕССОР РЕАЛЬНОГО ВРЕМЕНИ

RT-853VP — флагманская модель семейства видеопроцессоров RT-8xxVP. Мультиформатный видеопроцессор предназначен для ввода-вывода и обработки слабоконтрастных изображений в реальном времени.

RT-853VP сочетает в себе высокую производительность и возможность оцифровки ТВ-сигналов от различных аналоговых источников.

- Входной 4-х каналный мультиплексор 75 Ом; 0,35...2 В
- Автоматические и программные настройки
- Видео АЦП 14 бит @ 150 МГц
- Видео ЦАП 10 бит @ 165 МГц, CCIR или TFT-монитор, 1280 x 1024
- Синхронизация внешняя, по триггеру, внутренняя, LVTTL-интерфейс
- Пиксельная частота 4...100 МГц, jitter – 2 нс
- Строчная частота 12...100 кГц
- Максимальный формат вводимого изображения 2048 x 2048
- Объем памяти DDR-2 64 МБ
- DSP-обработка в реальном времени, многопоточность, оверлей, стробы
- Интерфейс PCI-2.1x, Gen-1, обмен до 210 МБ/с
- Возможность программировать под задачи Заказчика

Адрес: г. Москва, ул. Профсоюзная, д. 84/32, ИКИ РАН • Тел.: +7 (495) 789-93-67, 425-73-26

www.rastr.net

Беспроводная система точного времени с первичным датчиком от GPS

Часть 2

Павел Редькин (г. Ульяновск)

Статья посвящена системе точного времени, которая получает значение точного времени по GPS и производит синхронизацию по радиоканалу ZigBee.

В первой части статьи, опубликованной в предыдущем номере, автор представил структурную схему и подробно остановился на первичных часах. Вторая часть посвящена наладке первичных и подробному описанию вторичных часов.

Наладка первичных часов

После включения необходимо путём подбора сопротивления резистора R2 установить на выходе стабилизатора DA2 напряжение +3,3 В. Дальнейшая наладка осуществляется в два этапа.

На первом этапе, расположив устройство внутри здания в месте с видимым участком открытого неба, необходимо добиться устойчивого приёма сигнала хотя бы от одного спутника. Контроль приёма можно вести по индикатору в рабочем режиме или по NMEA-сообщениям GPS-приёмника в сервисном режиме 1, подключив ПК к

консольному порту устройства. При приёме сигналов от спутников следует, как минимум, добиться, чтобы в NMEA-сообщении RMC содержались корректные значения времени и даты UTC.

Второй этап наладки заключается в пользовательской настройке радиомодуля, для чего следует перейти в сервисный режим 2, сохранив аппаратное подключение ПК к консольному порту. Настройка радиомодуля с помощью подключенного ПК может быть осуществлена в любой компьютерной программе – эмуляторе терминала – путём подачи соответствующих AT-

команд. Однако удобнее производить настройку с помощью работающей под ОС Windows бесплатной сервисной программы X-CTU, которую можно загрузить по ссылке http://ftp1.digi.com/support/utilities/40002637_c.exe.

При установке X-CTU на ПК будет предложено выполнить автоматическое обновление базы поддерживаемых устройств (радиомодулей). При наличии текущего подключения ПК к Интернету рекомендуется согласиться на указанное обновление, т.к. первоначальный вариант базы X-CTU не поддерживает работу с используемыми радиомодулями. Впрочем, обновление базы можно произвести и после установки X-CTU с помощью кнопки Download new versions... страницы Modem Configuration программы.

После запуска программы X-CTU отрывается первая страница окна программы – PC Settings, как показано на рисунке 6. На ней необходимо задать COM-порт ПК, к которому физически подключен консольный порт первичных часов, и параметры обмена 9600 бит/с, 8-N-1, нет управления потоком. Эти заданные по умолчанию заводские параметры настройки интерфейса UART радиомодулей XBPO8 совпадают с заданными в управляющей программе МК первичных часов параметрами настройки консольного UART и UART подключения радиомодуля. Затем с помощью кнопки Test/Query запускается проверка наличия подключенного радиомодуля. В случае корректного опознавания модуля программой отрывается окно, содержащее информацию о нём, как показано на рисунке 6. К этой информации относится тип модуля (в нашем случае XBPO8-DP) и версия его программной «прошивки» (1027).

Далее необходимо перейти на страницу Modem Configuration и с помощью кнопки Read произвести чтение текущих параметров конфигурации подключенного радиомодуля. После завершения чтения тип и версия «прошивки», а также список прочитанных параметров конфигурации

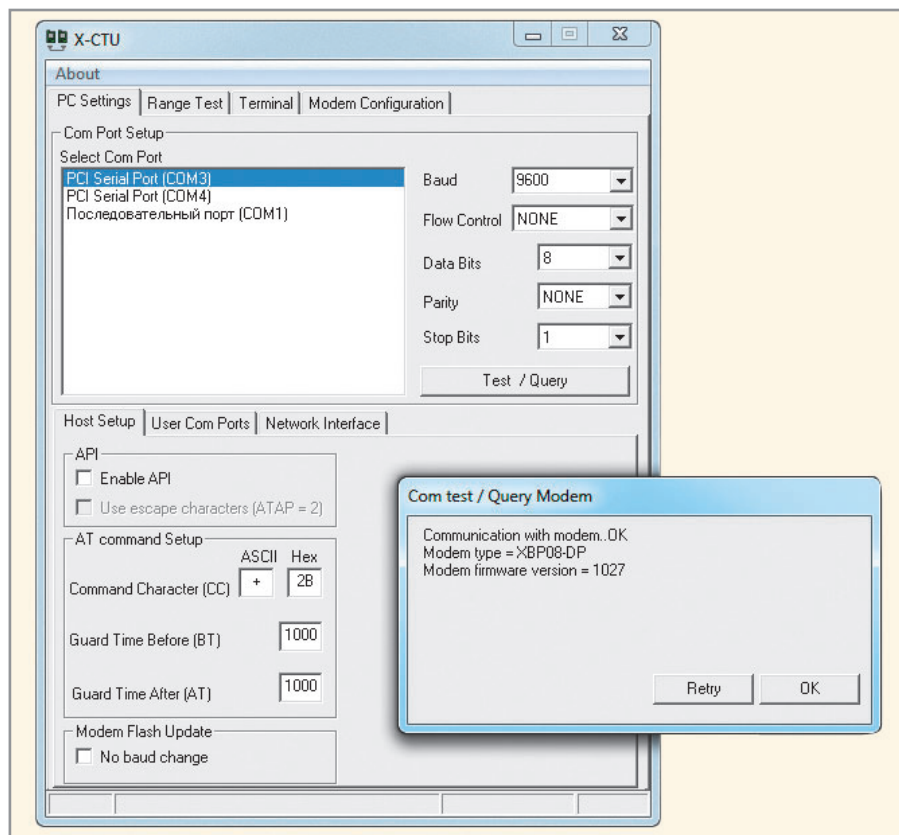


Рис. 6. Страница PC Settings, предназначенная для установления связи ПК с радиомодулем

модуля отобразятся в соответствующих полях страницы, как показано на рисунке 7.

Видно, что параметры конфигурации сгруппированы по тематическим разделам (папкам) и отображаются в окне в виде списка позиций таблицы разных цветов. Зелёным цветом выделены доступные для изменения параметры, имеющие значения по умолчанию. Чёрным цветом отображаются параметры, недоступные для изменения. Текущие значения доступных для изменения параметров сохраняются в энергонезависимой памяти радиомодуля. Совокупность всех параметров конфигурации образует профиль конфигурации радиомодуля, который может быть целиком сохранён в ПК (кнопка Save) или загружен из ПК (кнопка Load) в виде файла с расширением .pro.

Для перехода к редактированию конкретного параметра конфигурации следует щёлкнуть ЛКМ на его позиции таблицы в списке. При этом открывается окно с текущим значением параметра, которое может содержать стрелку для открытия выпадающего списка доступных значений, как показано на рисунке 7.

В нашем случае редактированию подлежат следующие параметры конфигурации:

- уровень мощности передатчика PL – TX Power Level. В зависимости от требуемого радиуса действия системы, может быть задан один из пяти уровней мощности: уровень 0 (минимальный) – 1 мВт (0 дБм), уровень 1 – 25 мВт, уровень 2 – 100 мВт, уровень 3 – 200 мВт, уровень 4 (максимальный) – 315 мВт (+25 дБм). При задании этого параметра необходимо учитывать рекомендацию производителя, т.е. располагать радиомодули, для которых задана максимальная мощность, на расстоянии не менее 7 м друг от друга. В противном случае возможно ухудшение связи из-за перегрузки приёмника. Необходимо также обращать внимание на соблюдение требований действующих нормативных документов по эксплуатации передающих радиосредств. Так, при заданных значениях мощности передатчиков 1 или 25 мВт радиомодули XBPO8-DP подпадают под категорию устройств малого радиуса общего применения, для которых не требуется разрешение и присвоение радиочастоты

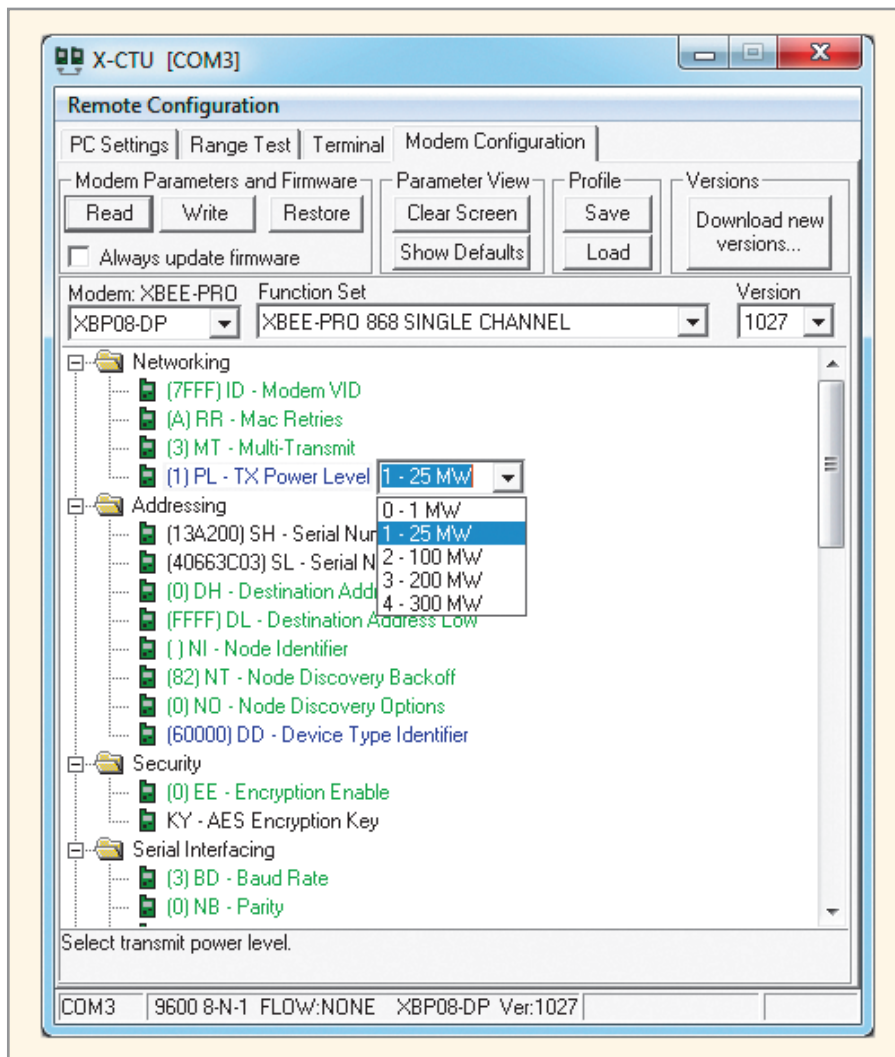


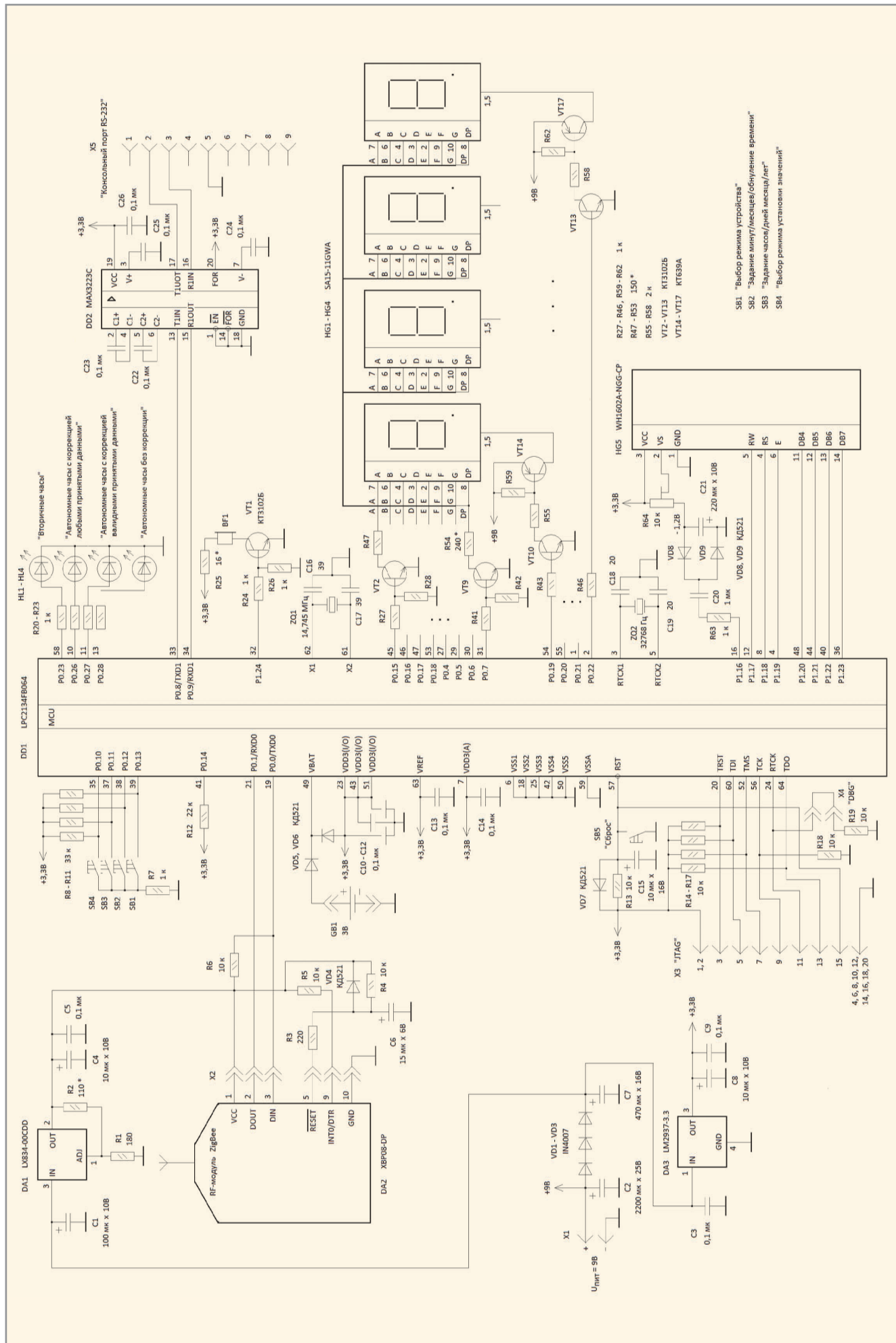
Рис. 7. Страница Modem Configuration, предназначенная для чтения/записи настроек радиомодуля

(Приложение 11 к решению ГКРЧ от 07.05.2007 № 07-20-03-001). Для эксплуатации радиомодулей при больших значениях мощности передатчиков может возникнуть необходимость получения разрешения и присвоения (назначения) радиочастоты в установленном порядке;

- 64-разрядный идентификационный код (IEEE-адрес) другого (удалённого) радиомодуля в используемой паре – адрес назначения. Этот код состоит из старшей части DH – Destination Address High и младшей части DL – Destination Address Low соответственно. Адресация при установлении радиоканала в режиме «точка-точка» обеспечивается записью в память каждого из модулей уникального IEEE-адреса другого модуля в паре. Собственный IEEE-адрес каждого радиомодуля содержится в его составном параметре SH – Serial Number High и SL – Serial Number Low, а также указан на корпусе модуля. В режиме «точка-точка» радиомодуль получает подтверждение при-

ёма каждого пакета данных. Модуль-приёмник посылает модулю-передатчику подтверждение (ACK) в случае, если пакет принят без ошибок. Если передатчик не получает подтверждения, он будет передавать пакет вновь (до трёх попыток). Указанный режим является оптимальным при наличии в системе только одних вторичных часов. При наличии в системе двух и более вторичных часов необходимо использовать т.н. широковещательный режим «точка-многоточка» (broadcast), при котором один радиомодуль может одновременно передавать данные всем остальным. Посылка подтверждения и повторная передача пакетов в указанном режиме не поддерживаются. Для работы в широковещательном режиме адрес назначения DH радиомодуля должен быть задан нулевым, а DL иметь значение 0x0000FFFF.

Значения остальных параметров профиля конфигурации в нашем случае можно оставить заданными по умолчанию. Для записи отредактиро-



SB1 "Выбор режима устройства"
 SB2 "Задание минут/месяц/обнуление времени"
 SB3 "Задание часов/дней месяца/лет"
 SB4 "Выбор режима установив значений"

Рис. 8. Принципиальная схема вторичных часов

ванного профиля конфигурации в энергонезависимую память радиомодуля необходимо щёлкнуть на кнопке Write. Ход записи будет отображаться графической шкалой в нижней части страницы Modem Configuration.

ВТОРИЧНЫЕ ЧАСЫ

Структурная схема вторичных часов приведена на рисунке 3б. При выборе аппаратной платформы для этого устройства к целевому МК предъявлялись следующие требования: наличие не менее двух аппаратных модулей UART, наличие встроенного аппаратного модуля часов/календаря реального времени, имеющего отдельную линию автономного (батарейного) резервного электропитания, наличие достаточного числа линий ввода-вывода общего назначения для подключения индикатора (индикаторов) и цепей управления. Указанным требованиям вполне удовлетворяет 32-разрядный МК LPC2134 фирмы NXP в 64-выводном корпусе.

Принципиальная схема вторичных часов приведена на рисунке 8, а общий вид макета устройства – на рисунке 9.

Для отображения информации о времени и дате в устройстве предусмотрены следующие средства индикации:

- крупногабаритный светодиодный (семисегментный) индикатор на четыре знакоместа (HG1 – HG4). Он отображает текущее время, индицирует секундный или двухсекундный ритм и часть возможных режимов устройства. С этим индикатором устройство может использоваться, например, в качестве настенных часов;
- малогабаритный жидкокристаллический знаковосинтезирующий индикатор на две строки по 16 символов, совместимый со стандартом HD44780 (HG5). Индикатор отображает текущие время, дату и все режимы устройства. С этим индикатором устройство может использоваться, например, в качестве настольных часов и календаря;
- светодиодная линейка из четырёх светодиодов (HL1 – HL4) для индикации основных режимов устройства.

По выбору пользователя устройство можно эксплуатировать с одним (любым) из цифровых индикаторов или с обоими. При этом не требуется вносить какие-либо изменения во встроенную управляющую программу МК.

Имеющийся в составе МК DD1 встроенный аппаратный модуль ча-

сов/календаря реального времени (RTC) получает питание +3,3 В от стабилизатора DA3 по отдельной линии VBAT (вывод 49 DD1), которое резервируется литиевой батареей GB1 напряжением 3 В. Ток потребления модуля RTC по этой линии составляет несколько мкА, что позволяет устройству сохранять автономный отсчёт времени при отсутствии внешнего электропитания МК в течение нескольких дней. Тактирование модуля RTC в МК осуществляется от отдельного генератора, стабилизированного кварцевым резонатором ZQ2 с частотой 32 768 Гц.

Выпрямитель на элементах R63, C20, VD8, VD9, C21 предназначен для выработки небольшого (порядка 1 В) отрицательного (относительно общего провода) напряжения из импульсной последовательности с частотой 500 Гц, формируемой на линии МК P1.16 (вывод 16 DD1) программным способом. Указанное напряжение позволяет обеспечить приемлемую контрастность показаний ЖКИ HG5 даже при низком для него напряжении питания +3,3 В.

Разъём X3 JTAG, предназначенный для загрузки и отладки управляющей программы МК, – стандартный 20-контактный. Каждый из конденсаторов C10 – C14 должен располагаться в непосредственной близости от вывода питания МК DD1. Светодиоды HL1 – HL4 – любые малогабаритные для поверхностного монтажа, рассчитанные на рабочий ток 5...10 мА.

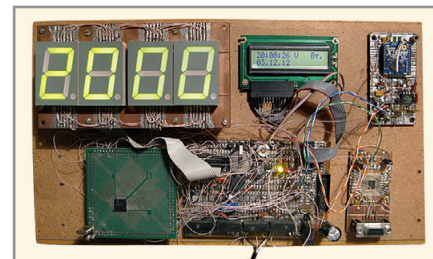
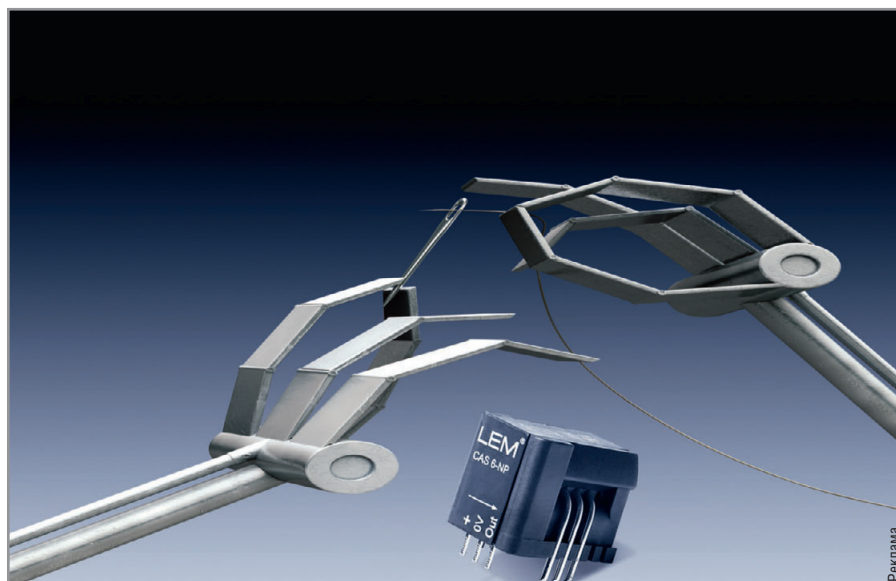


Рис. 9. Общий вид макета вторичных часов

Последовательно включённые гасящие диоды VD1 – VD3 предназначены для понижения входного питающего напряжения +9 В до его подачи на входы стабилизаторов DA1, DA3, что облегчает их тепловой режим. Напряжение +9 В используется для питания крупногабаритных семисегментных светодиодных индикаторов с общим анодом HG1 – HG4. Ток потребления всего устройства от источника напряжения +9 В при подключенных светодиодном индикаторе и ЖКИ не превышает 350 мА.

Для управления устройством в его составе имеются четыре кнопки SB1 – SB4. Кнопка выбора режима SB1 обеспечивает переключение всех режимов устройства по кольцу. Всего имеется четыре режима, каждый из которых отображается свечением соответствующего светодиода HL1 – HL4, а также соответствующей буквенной аббревиатурой в правой части верхней строки ЖКИ HG5.

Во всех режимах между портами МК UART0 (порт подключения радиомодуля) и UART1 (консольный порт) обес-



Датчики будущего LEM создаёт уже сегодня! Более 3000 моделей датчиков тока и напряжения для различных условий эксплуатации.

ООО "ТВЕЛЕМ" – официальный производитель и дистрибьютер фирмы LEM S.A. в России.

170040, г. Тверь, Старицкое шоссе, 15. Тел./факс: +7 4822 65-56-72, 65-56-73.
E-mail: tvelem@lem.com; www.lem.com



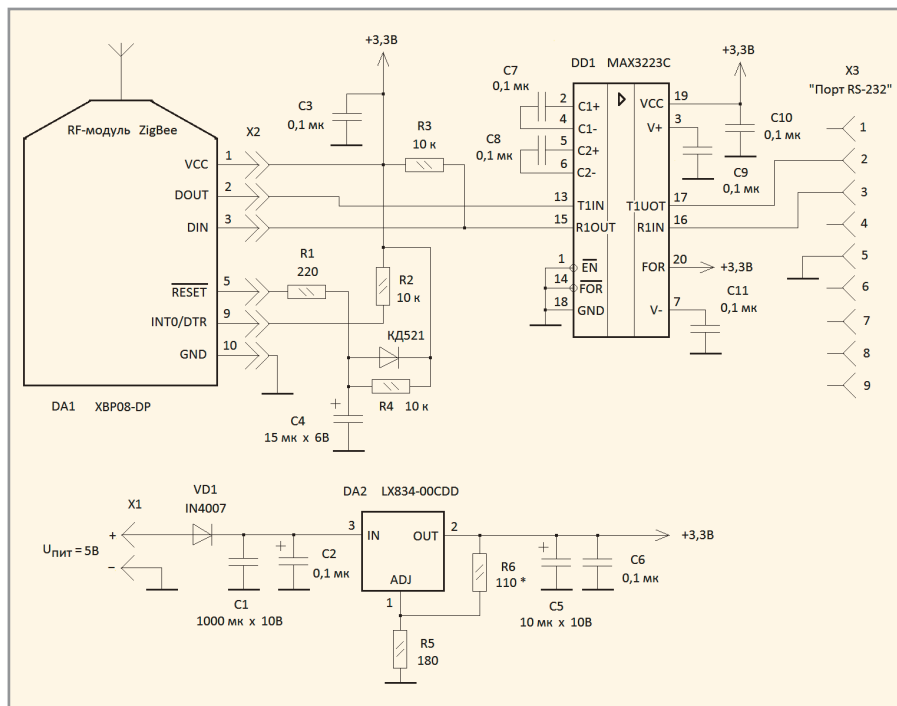


Рис. 10. Принципиальная схема радиотранслятора

печивается двухсторонний обмен. При этом данные, поступившие извне через UART0, без изменений передаются в UART1 и наоборот. Также во всех режимах модуль RTC МК производит непрерывный автономный отсчёт времени и даты.

По умолчанию после включения питания устройство переходит в режим вторичных часов (аббревиатура на ЖКИ «Вт.»). В этом режиме на индикаторах отображаются значения времени, даты и признака достоверности («V» или «A»), поступающие из первичных часов по радиоканалу. Для пользовательского редактирования они недоступны. Результаты автономного отсчёта времени и даты в этом режиме нигде не отображаются и недоступны для редактирования; кнопки SB2 – SB4 неактивны. При поступлении каждого пакета данных из первичных часов десятичная точка второго знакоместа семисегментного светодиодного индикатора мигает с частотой 0,5 Гц (двухсекундный ритм). При пропадании пакетов на приёме мигание точки прекращается, а на индикаторах остаётся отображение последних принятых значений даты и времени.

Следующий возможный режим – автономные часы с коррекцией любыми принятыми данными («Кор.»). В этом режиме устройство отображает значения отсчитываемых в модуле RTC времени и даты. Для редактирования эти значения недоступны. Десятичная точка второго знакоместа мигает с частотой 1 Гц (секундный ритм), вне зависимости от наличия пакетов на приёме. Поступающие по радиоканалу пакеты анализируются программой МК на предмет корректности формата, а на ЖКИ отображается значение признака достоверности, взятое из каждого принятого правильного пакета.

Правильные пакеты подсчитываются, и когда их число превышает заданное (60), текущее содержимое аппаратных счётчиков времени модуля RTC заменяется на значения времени, взятые из последнего правильного пакета. Текущее содержимое аппаратных счётчиков даты RTC при этом не затрагивается, т.е. значение даты не корректируется. Таким образом, при поступлении пакета один раз в секунду коррекция текущего времени осуществляется один раз в минуту при условии, что все принятые пакеты имели правильный формат. Искажённые пакеты программой отбрасываются, соответственно, затягивается интервал коррекции. При пропадании пакетов на приёме, устройство продолжает автономный отсчёт времени и даты и индикацию его результатов сколь угодно длительное время. Кнопки SB2 – SB4 в этом режиме неактивны.

Следующий возможный режим – автономные часы с коррекцией только достоверными принятыми данными («Кор.V») – отличается от предыдущего только тем, что программа, помимо анализа правильности формата каждого

пакета, анализирует значение признака достоверности. Если признак достоверности имеет значение, соответствующее достоверным данным (0x41, символ 'A' в ASCII-коде), то такой пакет подсчитывается программой и участвует в коррекции счётчиков времени RTC, как было описано выше. Таким образом, коррекция RTC осуществляется только в том случае, когда поступившие из радиоканала данные содержат гарантированно достоверные значения времени и даты.

Последний возможный режим устройства – автономные часы без коррекции («Авт.»). В этом режиме устройство является обычными часами, производящими отсчёт времени и даты с отображением его результатов на индикаторах, а отсчитываемые значения доступны для пользовательского редактирования. Приём пакетов из радиоканала ведётся, но принятые данные программой не используются и нигде не отображаются, а только передаются без изменений в консольный порт UART1. В этом режиме кнопки SB2 – SB4 используются для ручной установки значений счётчиков времени и даты модуля RTC. Кнопка выбора режима SB4 обеспечивает переключение всех режимов часов по кольцу.

Всего у часов имеется четыре режима, каждый из которых индицируется соответствующей буквенной аббревиатурой в правой части нижней строки ЖКИ («Реж.0» – «Реж.3»), а также свечением десятичных точек соответствующих знакомест семисегментного индикатора. По умолчанию после перехода устройства в режим «автономные часы» задан режим «Реж.0», в котором кнопки SB2, SB3 неактивны. В режиме «Реж.1» (светится десятичная точка первого знакоместа семисегментного индикатора) кнопкой SB3 можно задавать значения часов от 0 до 23, а кнопкой SB2 – значения минут от 0 до 59. В режиме «Реж.2» (светится десятичная точка третьего знакоместа) кнопкой SB3 можно задавать значения дней месяца от 1 до 31, а кнопкой SB2 – месяцев от 1 до 12. В режиме «Реж.3» (светится десятичная точка четвёртого знакоместа) кнопкой SB3 можно задавать значения лет по кольцу от 1990 до 2050, а при нажатии на кнопку SB2 производится обнуление всех счётчиков времени RTC, включая счётчик секунд, и установка даты 01.01.2012.

Для определения високосного года в модуле RTC производится простое

Для определения високосного года в модуле RTC производится простое

поразрядное сравнение с целью определить, являются ли два самых младших разряда счётчика лет нулевыми. Если результат сравнения логически истинный, то RTC рассматривает текущий год как високосный. Таким образом, RTC считает все годы, значения которых делится на 4, високосными. Заметим, что этот алгоритм корректен для всех значений лет от 1901 до 2099 гг., однако, он неверен для 2100 г., который не является високосным. Для обнаруженного високосного года RTC соответствующим образом изменяет число дней в феврале с соответствующим переносом на счётчики месяцев и лет.

Во всех режимах, кроме режима «автономные часы без коррекции», управляющая программа МК анализирует значение признака наличия/отсутствия звукового сигнала в каждой принятой посылке. В случае активного значения этого признака программа формирует импульсную последовательность с частотой 500 Гц на линии МК P1.24 (вывод 32 DD1) до поступления следующей посылки. Для генерации звукового сигнала с указанной частотой используется электромагнитный зуммер BF1, включённый через транзисторный ключ VT1. Время непрерывного звучания звукового сигнала (минимум 1 с) на приёмной стороне определяется количеством смежных посылок с активным уровнем признака наличия/отсутствия звукового сигнала.

Программирование и отладка встраиваемой программы МК производились с помощью USB-JTAG-адаптера JetLink8 (функциональный аналог фирменного адаптера J-Link от IAR), подключаемого к разъёму X3 JTAG и к ПК хоста через порт USB. Исходный текст управляющей программы и файл «прошивки» флэш-памяти МК, реализующей функции вторичных часов, содержатся в каталоге проекта Timd, архив которого доступен для загрузки с интернет-страницы журнала. Проект был подготовлен и отлажен в интегрированной среде разработки IDE IAR Embedded Workbench for ARM V6.40 (демоверсия с ограниченным объёмом выходного бинарного файла 32К) от IAR. Заметим, что при записи «прошивки» программы во флэш-память МК необходимо замкнуть перемычку X4 DBG в разъёме X3 JTAG. При нормальной работе устройства эту перемычку следует разомкнуть.

НАЛАДКА ВТОРИЧНЫХ ЧАСОВ

Для начала необходимо путём подбора сопротивления R2 установить на выходе стабилизатора DA1 напряжение +3,3 В. Желаемую яркость сегментов и десятичных точек индикаторов HG1 – HG4 можно установить подбором резисторов R47 – R54, а желаемую контрастность ЖКИ HG5 – подстройкой резистора R64. Требуемую громкость звукового сигнала можно задать резистором R25.

Второй этап наладки заключается в проведении настройки радиомодуля DA2, которая может быть осуществлена в любом режиме устройства, однако (это важно!) без наличия в эфире пакетов от первичных часов. Для проведения настройки необходимо подключение ПК с запущенной на нём программой X-CTU к консольному порту устройства. Профиль конфигурации радиомодуля при его настройке задаётся таким же, как в первичных часах.

По умолчанию устройство находится в режиме вторичных часов. В случае, если радиомодуль устройства находится в зоне досягаемости сигналов радиомодуля первичных часов, на индикаторах будут отображаться принятые по радиоканалу значения времени, даты и признака достоверности. В противном случае на семисегментном индикаторе будут отображаться нули, а на ЖКИ – только аббревиатура режима («Вт.»). Для начальной установки значений времени и даты RTC необходимо перейти в режим автономных часов

без коррекции, а затем перейти в тот режим, который пользователь сочтёт оптимальным для эксплуатации.

К консольным портам первичных и вторичных часов возможно подключение внешнего (выносного) радиоретранслятора, применение которого позволяет расширить зону покрытия системы по радиоканалу [1]. Длина соединительного кабеля RS-232 может составлять до нескольких десятков метров. Лучше использовать кабель с экранной оплёткой, подключенной к общему проводу.

Принципиальная схема радиоретранслятора показана на рисунке 10. По сути это устройство представляет собой преобразователь уровней интерфейсов UART – RS-232 для радиомодуля. Последовательность наладки ретранслятора аналогична наладке вторичных часов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Редькин П. Беспроводная система точного времени с первичным датчиком от GPS. Часть 1. Современная электроника. 2013. № 2. С. 54–59.
2. XBee-PRO 868. Long-range RF connectivity for European applications. www.digi.com.
3. XBee-PRO 868. Long-Range Embedded RF Modules for OEMs. www.digi.com.
4. www.nmea.org.
5. www.keil.com.
6. www.compel.ru/infosheet/WPT/M3126/.
7. CoreSight Debug and Trace Connectors for ARM Cortex-M devices. www.keil.com/core-sight/connectors.asp.



ПРИБОРЫ И СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ:

ISO 9001 - 2009

ПРИБОРЫ ДЛЯ КОНТРОЛЯ ПАРАМЕТРОВ СРЕДЫ И ПРОДУКЦИИ ●

ПРОБойНЫЕ УСТАНОВКИ ●

ИЗМЕРИТЕЛИ RLC ●

БЛОКИ ПИТАНИЯ ●

ОСЦИЛЛОГРАФЫ ●

МЕГАОММЕТРЫ ●

ЧАСТОТОМЕРЫ ●

КАЛИБРАТОРЫ ●

СВЧ-ТЕХНИКА ●

ВОЛЬТМЕТРЫ ●

ГЕНЕРАТОРЫ ●

МНИПИ
ОТКРЫТОЕ АКЦИОНЕРНОЕ ОБЩЕСТВО

http://www.mnipi.com
e-mail: mnipi@mnipi.by
г. Минск, ул. Я. Коласа, 73
тел./факс: +37517-262-57-50

ВСЯ ПРОДУКЦИЯ СЕРТИФИЦИРОВАНА

Реклама

Изменение параметров пьезоэлектрических преобразователей с помощью добавочных элементов

Валерий Шарапов, Жанна Сотула, Лариса Куницкая, Александр Ткаченко (г. Черкассы, Украина)

В статье описан метод изменения параметров пьезоэлектрических преобразователей с помощью добавочных элементов. В частности, может быть увеличена выходная мощность преобразователя, снижена рабочая частота и расширена полоса частот, а также могут быть получены преобразователи со свойствами дифференцирующих и интегрирующих цепей.

Пьезоэлектрические преобразователи и датчики широко применяются в электроакустике, в ультразвуковой, медицинской, измерительной технике, в сканирующих зондовых наномикроскопах, пьезодвигателях и в других областях науки и техники [1–3]. Особое место пьезоэлектрические преобразователи занимают в гидроакустике, являясь по существу ушами и глазами подводных и надводных кораблей.

Как известно [4], преобразователь – это устройство, которое преобразует одну физическую величину или энергию в другую физическую величину или энергию, например, тепловую энергию – в электрическую, силу – в перемещение, давление – в электрическое напряжение или ток, электрическое напряжение одного уровня – в электрическое напряжение другого уровня, и т.д.

В работе [5] описаны методы синтеза (создания, проектирования) пьезоэлектрических преобразователей. Эти методы позволяют не только расширять возможности технологии проектирования, но и создавать преобразователи с необходимыми характеристиками. Среди описанных технологий особый интерес представляет технология добавочных элементов, не требующих какой-либо доработки пьезоэлемента и изменяющих характеристики преобразователя за счёт внешних цепей.

Основные параметры пьезоэлемента на различных частотах

Частота, кГц	0,8	1,2	2,5
r_0 , кОм	9,3	5,9	3,9
Звуковое давление, дБ	80	93	97

Поскольку пьезоэлемент представляет собой электромеханическую колебательную систему, присоединение к нему механических или электрических элементов изменяет параметры этой системы [6]. Здесь возможны как минимум два варианта. В первом случае к пьезоэлементу *механически* присоединяют металлическую пластину, второй пьезоэлемент или ультразвуковой концентратор. Во втором случае к пьезоэлементу *электрически* присоединяют ёмкость, индуктивность, сопротивление, ещё один пьезоэлемент или часть пьезоэлемента.

Присоединение металлической пластины к пьезоэлементу превращает мноморфный пьезоэлемент в биморфный, при этом появляется новый вид колебаний – изгибные. Эти колебания являются самыми низкочастотными для пьезоэлектрических преобразователей, при этом чувствительность преобразователя увеличивается на порядок и более; аналогичный результат достигается при соединении двух пьезоэлементов [1, 5]. Присоединение к пьезоэлементу ультразвукового концентратора снижает рабочую частоту устройства и увеличивает амплитуду смещения. Такие устройства используются в ультразвуковой обработке материалов [6, 7] и в измерительных устройствах [1].

Не меньший интерес представляет добавление к пьезоэлементу электрических элементов – индуктивности, ёмкости, активного сопротивления и цепей, составленных из этих элементов. Упрощённая эквивалентная электрическая схема пьезоэлемента изображена на рисунке 1а. На этой схеме $C_{эл}$ – ёмкость между элек-

тродами пьезоэлемента, L_d, C_d, R – динамические индуктивность и ёмкость, а также активные потери в пьезоэлементе. Если присоединить к входу пьезоэлемента индуктивность [9] (см. рис. 1б) таким образом, чтобы эта индуктивность и ёмкость между электродами образовали последовательный колебательный контур $L_{доб}C_{эл}$, то резонансную частоту этого контура можно определить по известной формуле:

$$f_{доб} = \frac{1}{2\pi\sqrt{L_{доб}C_{эл}}}. \quad (1)$$

Резонансная частота собственно пьезоэлемента

$$f_{ПЭ} = \frac{1}{2\pi\sqrt{L_dC_d}}. \quad (2)$$

Кроме того, возникает резонанс на частоте

$$f = \frac{1}{2\pi\sqrt{(L_{доб} + L_d)C_d}}. \quad (3)$$

В зависимости от величин $C_{эл}$ и $L_{доб}$ возможны три случая:

$$\begin{aligned} f_{доб} &= f_{ПЭ}; \\ f_{доб} &> f_{ПЭ}; \\ f_{доб} &< f_{ПЭ}. \end{aligned} \quad (4)$$

Экспериментальную проверку выполним для электроакустического преобразователя ЗП-19. Преобразователь состоит из стальной пластины (марки 40Х) диаметром 32 мм и толщиной 0,15 мм. К пластине приклеен эпоксидным компаундом пьезоэлемент диаметром 23 мм и толщиной 0,2 мм. Получившийся биморфный элемент закреплён в корпусе из ударопрочного полистирола.

Проверку выполним в пьезотрансформаторном режиме, для чего один из электродов пьезоэлемента разделим на две части – кольцо и диск (см. рис. 2а). Эквивалентная электрическая схема такого преобразователя показана на рисунке 2б, где Tr – идеальный трансформатор, $C_{вых}$ – ёмкость между

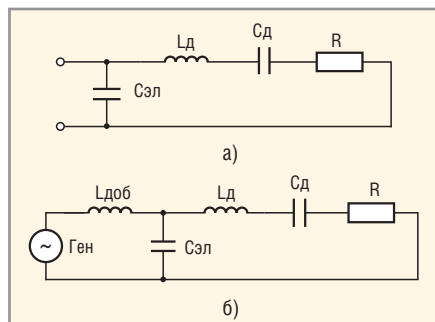


Рис. 1. Эквивалентная электрическая схема пьезоэлемента (а), эквивалентная схема пьезоэлемента с дополнительной индуктивностью (б)

выходными электродами пьезотрансформатора.

Для проведения экспериментов были изготовлены катушки индуктивности ($L_{доб}$) 0,24, 1,0 и 2,4 Гн. Эти индуктивности с ёмкостью $C_{эл}$ (17 нФ) образуют резонансные частоты 2,5, 1,22 и 0,8 кГц соответственно. На рисунке 3 показаны АЧХ этого преобразователя, где основная резонансная частота изгибных колебаний равна примерно 2,5 кГц. Измерения проводились в пьезотрансформаторном режиме. На резонансной частоте также измерялось звуковое давление с помощью шумомера фирмы RFT.

Характеристики преобразователя были измерены при подключении каждой из индуктивностей (см. рис. 3б – 3г). Одновременно на указанных частотах измерялось собственное (активное) сопротивление потерь r_0 (см. таблицу). Видно, что с понижением частоты потери в пьезоэлементе увеличиваются. Рисунок 3 подтверждает, что, используя дополнительные колебательные контуры, создаваемые с помощью дополнительной индуктивности и межэлектродной ёмкости пьезоэлемента, можно создавать низкочастотные акустические колебания с помощью преобразователя сравнительно высокой частоты.

На рисунке 4 показаны варианты схем преобразователей с добавочными колебательными контурами, которые позволяют увеличить выходную мощность (звуковое давление). Если выбрать величину $f_{доб}$ близкой к f_p , можно не только повысить уровень звукового давления, но и расширить полосу пропускания преобразователя, что актуально для преобразователей, используемых для подводной связи. Разумеется, приведённые схемы не исчерпывают все возможности таких преобразователей.

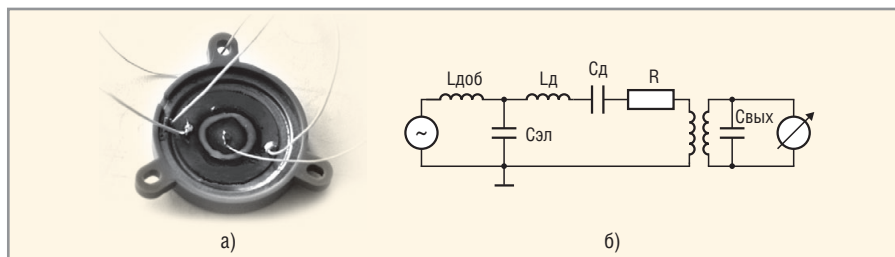


Рис. 2. Электроакустический преобразователь ЗП-19 (а), эквивалентная схема (б)

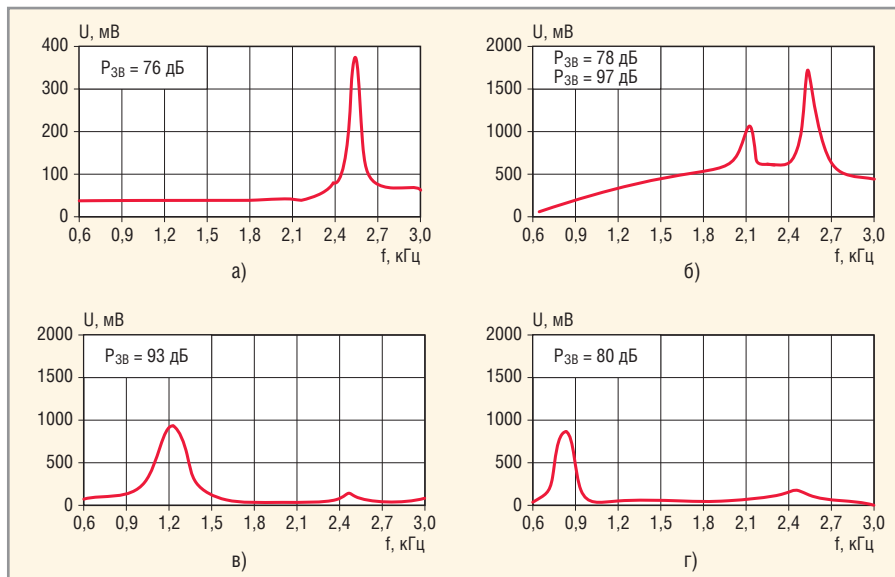


Рис. 3. АЧХ преобразователя ЗП-19

а) $L_{доб} = 0$; б) $L_{доб} = 0,24$ Гн; в) $L_{доб} = 1,0$ Гн; г) $L_{доб} = 2,4$ Гн

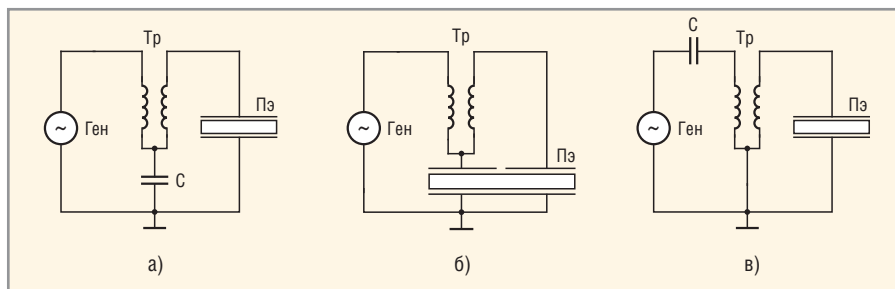


Рис. 4. Преобразователи с добавочными колебательными контурами

Следует также отметить, что при подключении к пьезоэлементу активных сопротивлений могут быть получены преобразователи со свойствами дифференцирующих и интегрирующих цепей, которые могут найти применение в измерительном и технологическом оборудовании.

ЛИТЕРАТУРА

1. Шаронов В.М., Мусиенко М.П., Шаронова Е.В. Пьезоэлектрические датчики. Техносфера, 2006.
2. Sbarapov V. Piezoceramic sensors. Springer, 2011.
3. Шаронов В.М., Минаев И.Г., Сотула Ж.В., Базило К.В., Куницкая Л.Г. Пьезокерамические трансформаторы и датчики. Черкассы: Вертикаль, 2010.

4. Шаронов В.М. и др. Датчики. Техносфера, 2012.
5. Шаронов В.М., Сотула Ж.В., Куницкая Л.Г. Пьезоэлектрические электроакустические преобразователи. Черкассы: Вертикаль, 2012.
6. Шаронов В.М., Сотула Ж.В. Пьезокерамические преобразователи. Новые технологии проектирования. Электроника НТБ. 2012. № 5. С. 96–102.
7. Ультразвук. Маленькая энциклопедия. Под ред. И.П. Голяминой. Советская энциклопедия, 1979.
8. Физика и техника мощного ультразвука: Физические основы ультразвуковой технологии. Под ред. Л.Д. Розенберга. Наука, 1970.
9. Шаронов В.М. Спосіб створення акустичних коливальних за допомогою п'єзоелемента. Патент України № 56930. H04R 17/00. 2011. Бюл. № 2.



Особенности аналоговых интерфейсов датчиков

Часть 2

Олег Дворников, Владимир Чеховский, Валентин Дятлов (г. Минск, Беларусь), Николай Прокопенко (г. Шахты, Ростовская обл.)

В первой части статьи, опубликованной в предыдущем номере, рассмотрены основные требования к микроэлектронным интерфейсам датчиков и особенности подключения к удалённым приборам. Там же приведены схмотехнические решения и параметры интерфейсов, реализованных на операционных усилителях. Во второй части рассматриваются специализированные микросхемы интерфейсов от ведущих производителей.

УНИВЕРСАЛЬНЫЙ ИНТЕРФЕЙС для датчиков AD8555

Микросхема AD8555 [18, 19] (см. рис. 12) предназначена для работы с датчиками напряжения или тока. ИС представляет собой дифференциальный усилитель с малым дрейфом напряжения смещения (менее 10 мкВ в диапазоне температур $-40...125^{\circ}\text{C}$); программной установкой постоянного уровня выходного напряжения и коэффициента передачи (в диапазоне от 70 до 1280 В/В с шагом менее 1); высоким КОСС (80 дБ); возможностью реализации ФНЧ при подключении одного внешнего конденсатора к выводу FILT/DIGOUT (см. рис. 13а). При ис-

пользовании внешних резисторов ИС AD8555 допустимо применять для работы с чувствительными пьезоэлектрическими элементами (C_s на рисунке 13б).

Микросхема имеет следующие особенности:

- требуемый коэффициент передачи ИС вначале может быть установлен программным путём и после наладки зафиксирован с помощью плавких перемычек из поликристаллического кремния (ПКК);
- коэффициент передачи изменяется отдельно в первом и втором каскадах, в первом – от 4,0 до 6,4 В/В (128 значений усиления устанавливаются

потенциометрами P_1, P_2 на рис. 12), во втором – от 17,5 до 200 В/В (8 значений усиления устанавливаются потенциометрами P_3, P_4);

- уровень постоянного выходного напряжения задается программным способом с дискретностью $0,004(V_{DD} - V_{SS})$ и изменяется пропорционально суммарному напряжению питания $V_{DD} - V_{SS}$. При настройке этот уровень напряжения может быть выбран программным путём, а потом зафиксирован с помощью «пережигания» ПКК-перемычек;
- к входу ИС подключен источник вытекающего тока, а к выводу VCLAMP – втекающего, что позволяет обнаружить оборванные и короткозамкнутые цепи по входу и выводу VCLAMP;
- для корректного управления АЦП с низким напряжением питания уровень ограничения выходного сигнала устанавливается внешним источником опорного напряжения, соединённым с выводом VCLAMP.

ПРОГРАММИРУЕМЫЙ ИНТЕРФЕЙС для датчиков MLX90314AB

Специализированный микроконтроллер MLX90314AB [20] предназначен для обработки сигналов мостовых датчиков. Входной сигнал микросхемы MLX90314AB (см. рис. 14) усиливается и сдвигается по постоянному уровню, а затем преобразуется в сигнал требуемой формы в одном из выходных каскадов. Величина усиления и сдвига определяется ЦАП, управляемым от встроенного микроконтроллера.

Область применения MLX90314AB аналогична AD8555, но главным преимуществом является возможность цифровой коррекции характеристик датчиков. Микросхема MLX90314AB позволяет:

- уменьшить нелинейность температурных и передаточных характеристик датчиков за счёт программирования коэффициента переда-

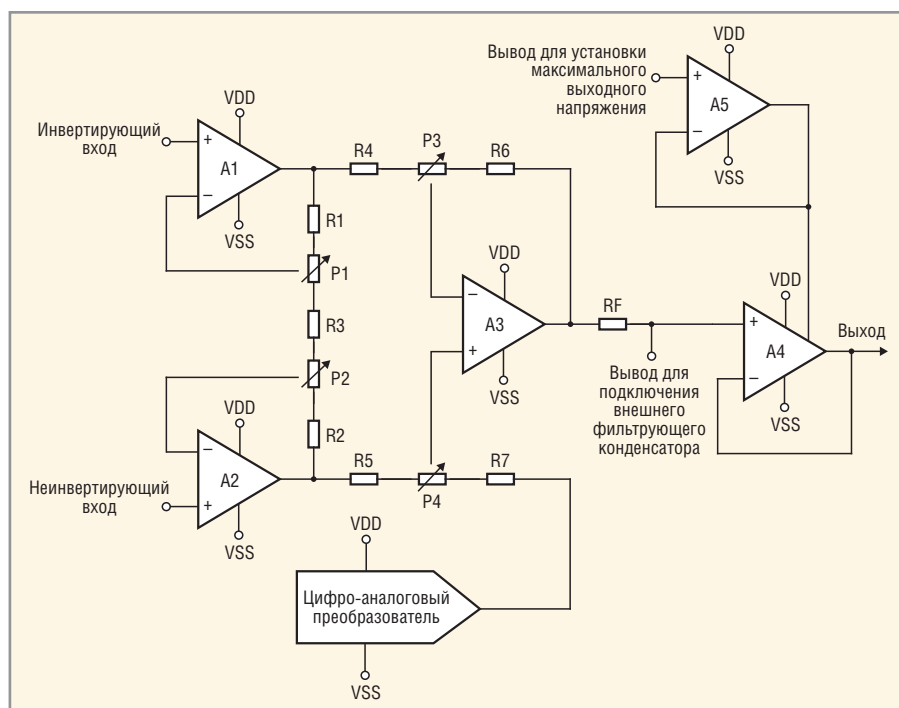


Рис. 12. Упрощённая схема ИС AD8555

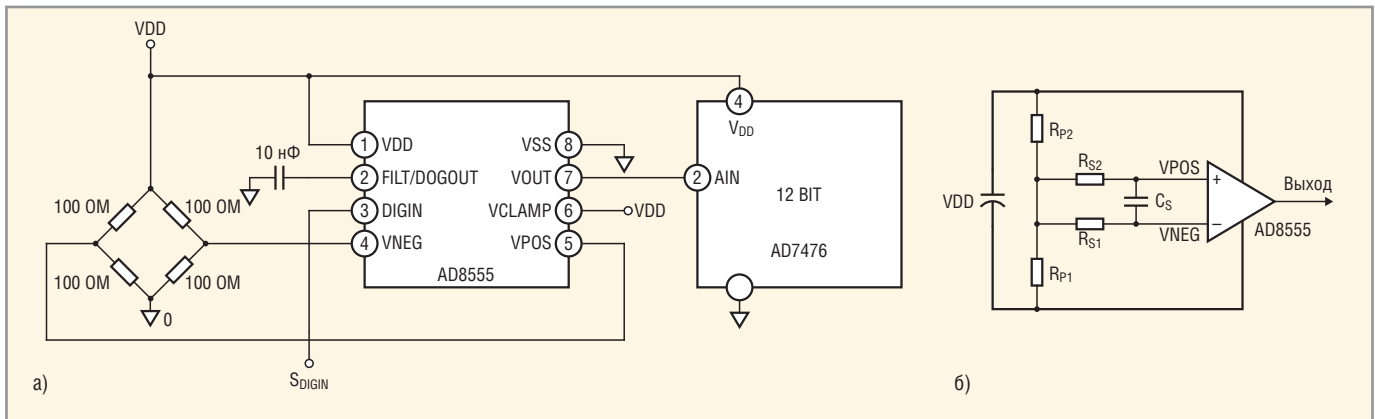


Рис. 13. Схема включения ИС AD8555 для:

а – чувствительных резистивных элементов, соединённых по мостовой схеме, с ФНЧ; б – пьезоэлектрических чувствительных элементов

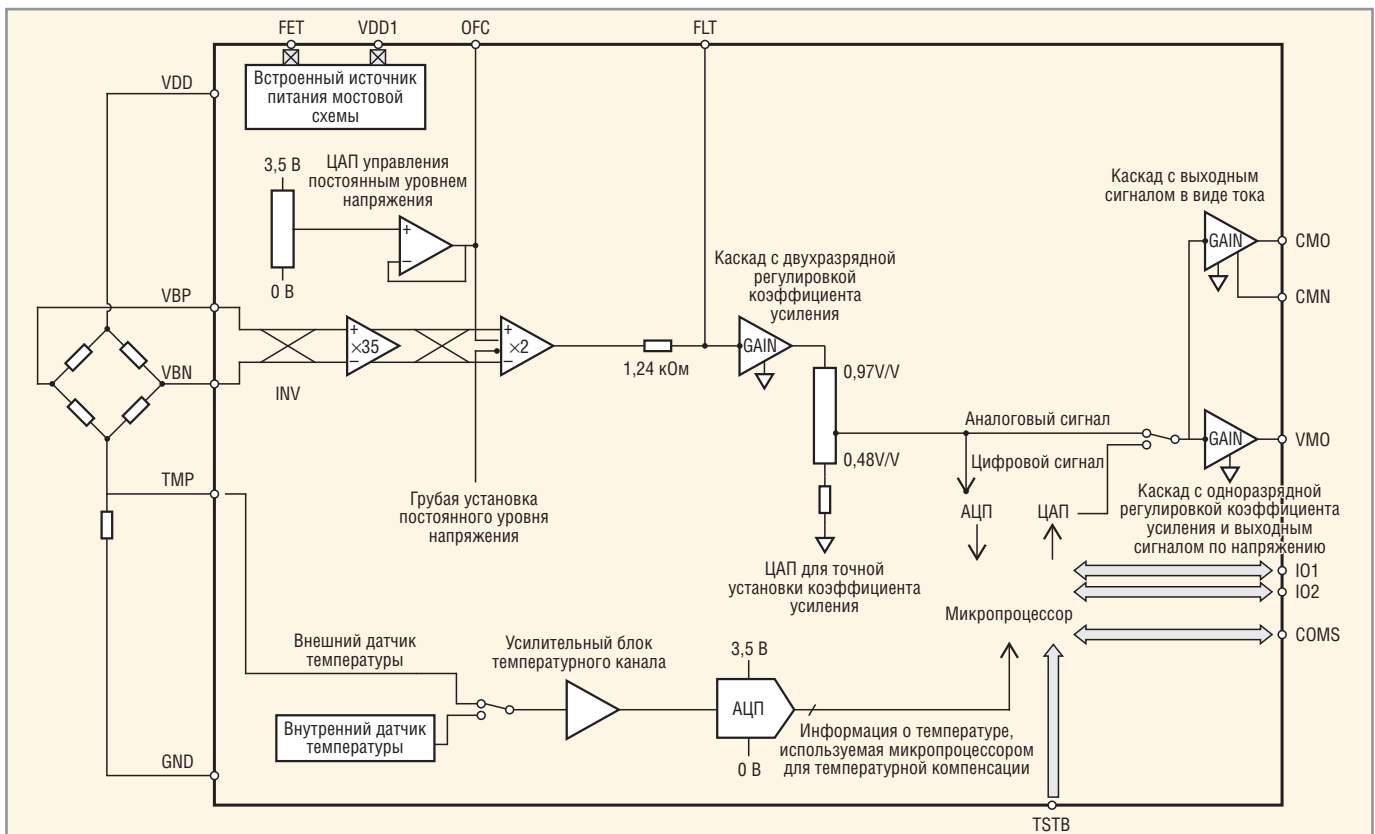


Рис. 14. Упрощённая схема ИС MLX90314AB

чи ИС и применения внешнего или внутреннего датчика температуры. Выбранная величина коэффициента передачи сохраняется во встроенном электрически-стираемом программируемом постоянном запоминающем устройстве (ЭСПЗУ);

- установить требуемый уровень постоянного выходного напряжения и необходимый диапазон изменения выходного сигнала по напряжению (4, 5, 10, 11 В) и току (аналоговая токовая петля 4...20 мА);
- встроенный стабилизатор обеспечивает питание мостовой схемы напряжением или – с помощью внешнего МОП-транзистора – током;

- ослабить влияние входной перегрузки стандартными цепями ESD-защиты КМОП- схем [21].

ПРОГРАММИРУЕМЫЙ ИНТЕРФЕЙС ДЛЯ ИК-ДАТЧИКОВ TEMPERATURE MLX90313

Микросхема MLX90313 [22] (см. рис. 15) содержит два малошумящих аналоговых канала с малым напряжением смещения и программируемым коэффициентом передачи (programmable gain amplifier, PGA на рисунке 15); 12-разрядный АЦП в каждом канале; схему линеаризации; различные типы выходных каскадов для обоих каналов, в том числе: 12-разрядный цифровой выход через последовательный

интерфейс (Serial Peripheral Interface, SPI), аналоговый (Linear, Lin) выход с восьмиразрядным разрешением, десятиразрядный выход с ШИМ (PWM). Питание ИС осуществляется через встроенный стабилизированный источник с входным напряжением в диапазоне от 7 до 80 В.

Микросхема «ИК-термометра» MLX90313 ориентирована на работу с термопарами, термоэлементами, объединёнными с терморезисторами, но может быть применена для обработки, линеаризации и температурной коррекции сигналов различных мостовых датчиков.

При использовании MLX90313 необходимо учитывать, что:

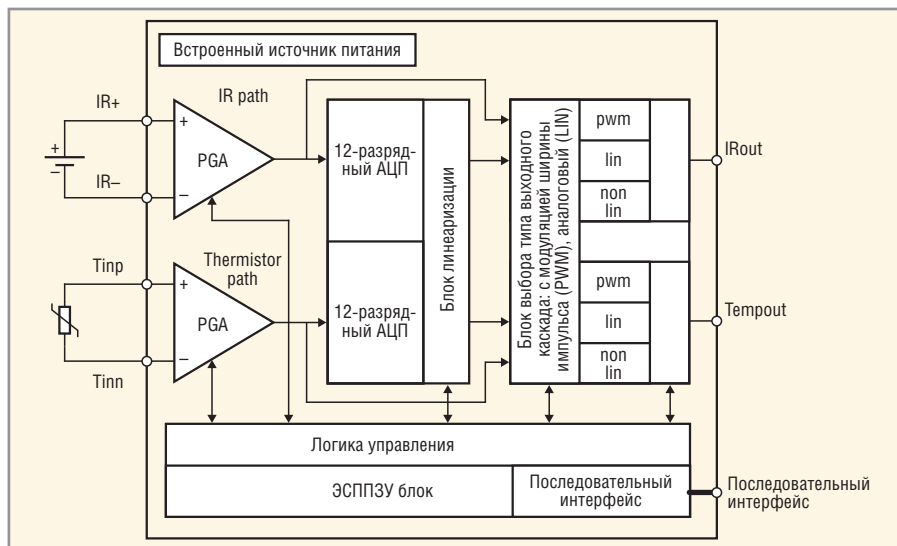


Рис. 15. Упрощённая схема ИС MLX90313

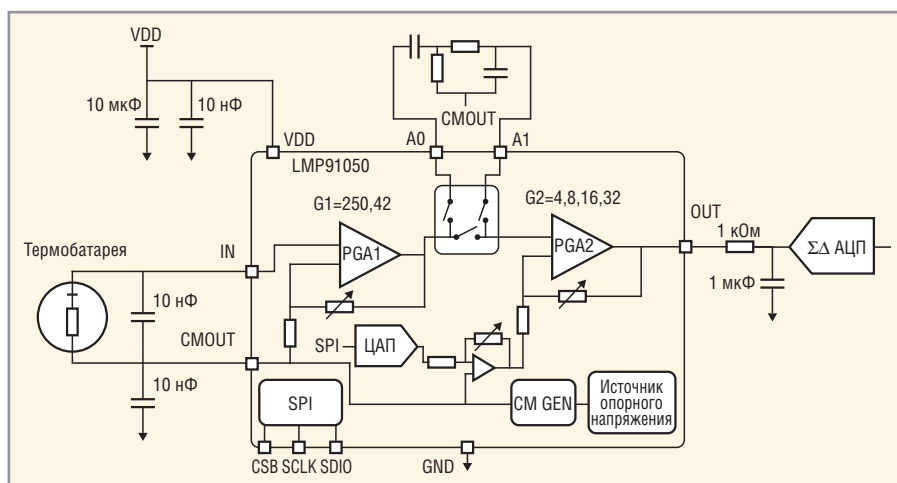


Рис. 16. Упрощённая схема ИС LMP91050 и схема её подключения

- диапазон программирования коэффициента передачи составляет от 55 до 5500 В/В для инфракрасного канала (IR path на рисунке 15) и от 1 до 40 В/В для канала термистора (Thermistor path);
- питание терморезистора, подключённого между выводами T_{INP} и T_{INN} , осуществляется с помощью источника тока, величина которого определяется сопротивлением внешнего резистора между выводами C_{REF} и V_{CC} и масштабирующим коэффициентом в диапазоне от 1/7 до 1. Напряжение на выводе C_{REF} устанавливается от внутреннего источника опорного напряжения 2 В;
- установка необходимых параметров, конфигурации и калибровка системы осуществляются через интерфейс SPI.

ПРОГРАММИРУЕМЫЙ ИНТЕРФЕЙС ДЛЯ ИК-ДАТЧИКОВ LMP91050

Микросхема LMP91050 [23, 24] предназначена для согласования ИК-датчи-

ка с микроконтроллером, позволяет программировать параметры и оптимизирована для работы с термобатареями (см. рис. 16).

К особенностям структуры и параметров ИС можно отнести следующее:

- программируемый усилитель (PGA) позволяет устанавливать коэффициент передачи в диапазонах от 167 до 1335 В/В (низкое усиление) и от 1002 до 7986 В/В (высокое усиление). Усилитель состоит из двух последовательно включённых каскадов PGA1 с двумя значениями усиления (250 и 42) и PGA2 с четырьмя значениями усиления (4, 8, 16, 32);
- возможность компенсации влияния постоянной («темновой») составляющей входного сигнала за счёт изменения уровня сигнала на входе второго каскада;
- подстраиваемый (от 1,15 до 2,59 В) источник синфазного напряжения (CM GEN на рисунке 16), используемый для увеличения выходного динамического диапазона;

- допустимо выполнение ВЧ- или НЧ-фильтрации сигнала с помощью внешних цепей, соединённых с выводами микросхемы A0 и A1;
- конфигурирование ИС и установка требуемых параметров осуществляется через встроенный интерфейс SPI и при необходимости через программно-аппаратный комплекс LMP91050 Design Kit.

СЕРИЯ ПРОГРАММИРУЕМЫХ ИНТЕРФЕЙСОВ ФИРМЫ MAXIM

Фирма Maxim создала серию полупроводниковых интерфейсов для мостовых датчиков с малым уровнем выходного сигнала [25, 26]. Хотя ИС были разработаны для пьезорезистивных датчиков давления, гибкая внутренняя структура и возможность программирования параметров позволяют применять их для работы с датчиками ускорения, деформаций и др. Все микросхемы серии осуществляют компенсацию температурных изменений и нелинейности передаточных характеристик датчиков и различаются по степени интеграции и погрешности обработки сигнала.

Серия состоит из следующих микросхем:

- MAX1458 – функционально полная СБИС аналого-цифрового формирователя сигналов датчиков включает аналоговый канал обработки сигнала датчика, четыре 12-разрядных ЦАП для управления уровнем постоянного напряжения и усиления, один трёхразрядный ЦАП для грубой установки постоянного напряжения, встроенное ЭСППЗУ для хранения информации о калибровке;
- MAX1457 – высококачественный формирователь сигналов с температурной коррекцией и линейризацией выходного сигнала датчика путём установления кусочно-линейной передаточной характеристики ИС из 120 сегментов. В отличие от MAX1458, он содержит 12-разрядный АЦП, который оцифровывает информацию датчика для хранения во внешнем ЭСППЗУ, и шесть 16-разрядных ЦАП;
- MAX1450 – упрощённый вариант формирователя сигналов (см. рис. 17 и 18), содержащий только аналоговый канал, без АЦП, ЦАП и ЭСППЗУ. Содержит подстраиваемый источник тока для возбуждения мостовых датчиков и трёхразрядный PGA, поз-

воляющий компенсировать сдвиг постоянного уровня и его температурный уход, нелинейность передаточной характеристики и её температурное изменение для пьезорезистивных датчиков с помощью внешних подстраиваемых резисторов, потенциометров или ЦАП.

Аналоговый канал микросхемы MAX1450 является полностью дифференциальным и состоит из трёх последовательно соединённых каскадов: трёхразрядный PGA с величиной передачи, выбираемой из ряда 39, 65, 91, 117, 143, 169, 195, 221 В/В; суммирующая схема и выходной буфер с преобразованием дифференциального сигнала в однофазный. При этом PGA характеризуется следующими особенностями: КОСС = 90 дБ, диапазон допустимого синфазного сигнала от отрицательного (V_{SS}) до положительного (V_{DD}) напряжения питания; выводы А0, А1, А2 позволяют установить коэффициент передачи от 39 до 221 В/В с шагом 26.

Суммирующая схема предназначена для сдвига постоянного уровня напряжения ($V_{OFF-SET}$) и компенсации его температурного ухода (V_{OFFTC}) с учё-

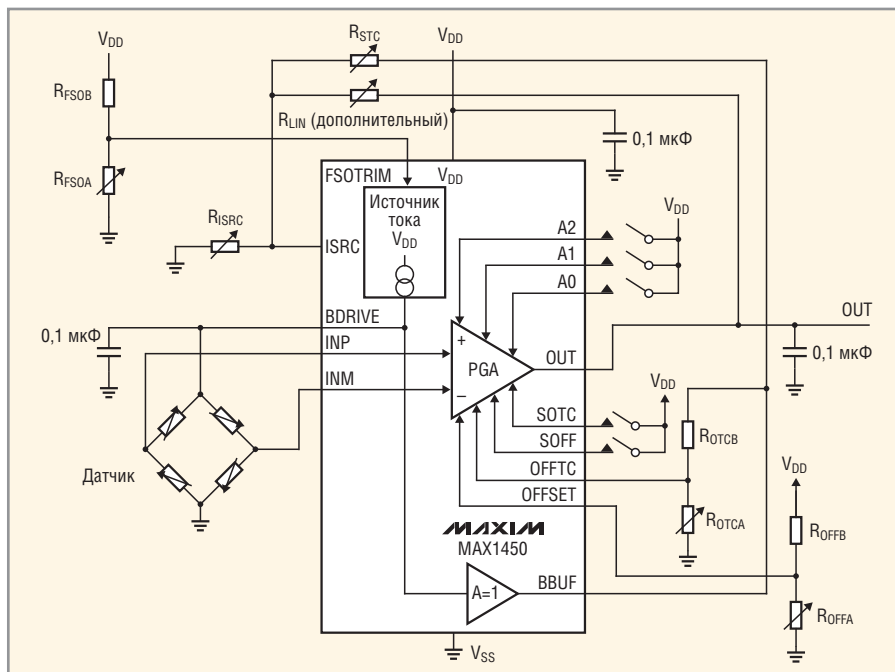


Рис. 17. Упрощённая схема ИС MAX1450 и схема её подключения

том знака сдвига (S_{OFF}) и температурного изменения (S_{OTC}). Выходной повторитель напряжения обеспечивает ток в нагрузке, равный 1 мА, на положительной и отрицательной полуволне выходного напряжения с амплитудой в пределах от $V_{SS} + 0,25$ В до

$V_{DD} - 0,25$ В и диапазон выходного напряжения от $V_{SS} + 0,05$ В до $V_{DD} - 0,05$ В в режиме холостого хода.

Управление питанием мостового датчика поясняет рисунок 186. Напряжение на выводе FSO_{TRIM} совместно с резистором R_{ISRC} устанавливает вели-

TDK-Lambda ПРОГРАММИРУЕМЫЕ ИСТОЧНИКИ ПИТАНИЯ – МОЩЬ И ИНТЕЛЛЕКТ



Серия ZUP

Серия ZUP (Zero-Up)

- Выходная мощность 200/400/800 Вт
- Встроенный интерфейс RS-232/485 (GPIB по заказу)
- Универсальный вход 85–265 В переменного тока
- Выходные напряжения до 120 В, ток нагрузки до 132 А
- Программная калибровка

Применения ZUP и Genesys™

- Автоматическое испытательное оборудование
- Управление технологическими процессами
- Электротермотренировка полупроводниковых изделий
- Лазеры



Серия Genesys™

Серия Genesys™

- Выходная мощность 750/1500/2400/3300/5000/10 000/15 000 Вт
- Встроенный интерфейс RS-232/485 (GPIB IEEE488/488.2 SCPI, LAN по заказу)
- Выходные напряжения до 600 В, ток нагрузки до 1000 А
- Конфигурирование посредством внешнего напряжения/тока и ПО
- Драйверы LabView и LabWindows
- Высота 1U, 2U и 3U

ОФИЦИАЛЬНЫЙ ДИСТРИБЬЮТОР ПРОДУКЦИИ TDK-LAMBDA

PROSOFT®

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



Реклама

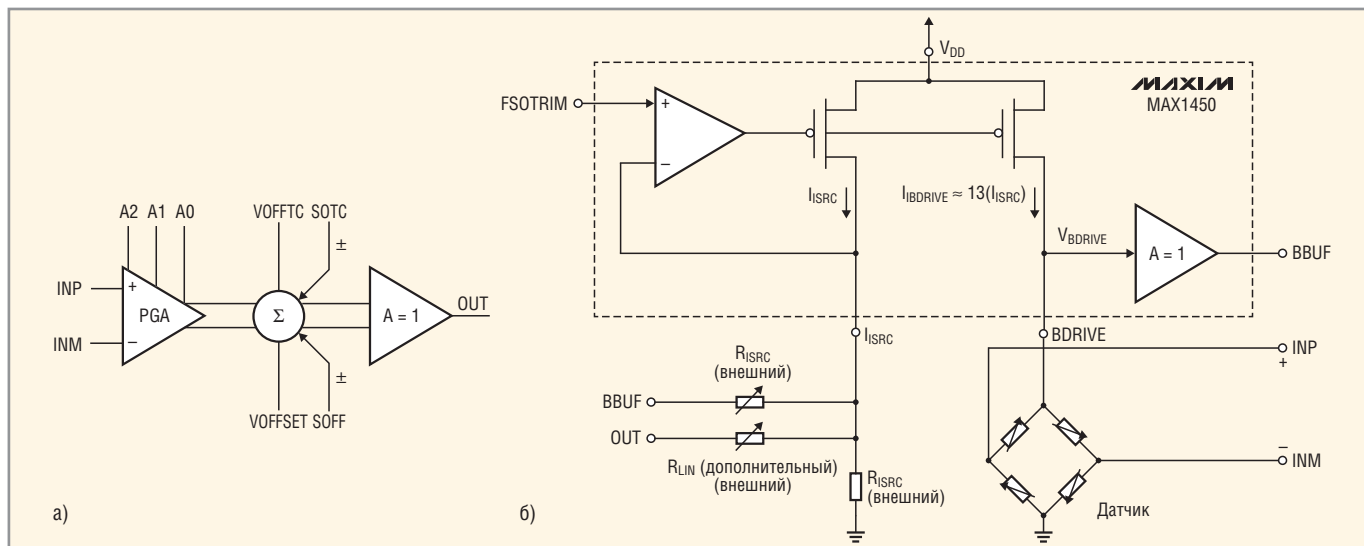


Рис. 18. Упрощённые схемы некоторых блоков MAX1450

а – аналоговый канал; б – схема управления мостом

чину номинального тока I_{ISRC} , который определяет FSO. Величина I_{ISRC} при необходимости дополнительно изменяется внешними резисторами R_{STC} и R_{LIN} . Резистор R_{STC} применяется для возвращения части напряжения питания моста (V_{BBUF}) и компенсации температурного изменения FSO путём изменения тока питания моста в температурном диапазоне. Для компенсации нелинейности FSO возвращаемая часть выходного напряжения преобразуется в ток питания моста с помощью резистора R_{LIN} . Подробно функционирование и выбор параметров внешних цепей рассмотрены в [26].

Основные характеристики описанных выше микросхем сведены в таблицу.

Выводы

Наиболее широкое применение находят датчики с выходным сигналом в виде амплитуды напряжения или тока, а также чувствительные ёмкостные

и резистивные элементы, включённые в мостовые схемы. Интерфейс датчика должен обеспечить выполнение следующих функций:

- усиление переменного сигнала и сдвиг постоянного уровня напряжения для согласования диапазона выходных значений датчика с диапазоном входного напряжения устройства последующей обработки сигнала (АЦП);
- линеаризацию передаточной функции датчика;
- компенсацию температурного изменения характеристик системы «датчик – интерфейс»;
- ограничение полосы пропускания;
- защиту входа от перегрузки;
- обнаружение неисправности датчика.

Интерфейс удалённых датчиков целесообразно выполнять с дифференциальным входом и высоким коэффициентом ослабления синфазного сигнала, защитой входа от перегрузки

выбросами напряжения и радиопомех. Особое внимание следует уделить правильному соединению шин нулевого потенциала и экранов.

Обработку сигналов чувствительных пьезоэлектрических элементов рекомендуется осуществлять с помощью зарядочувствительных усилителей, применение которых позволяет минимизировать влияние паразитной ёмкости монтажа и соединительных кабелей.

Несмотря на широкое распространение устройств обработки сигналов датчиков на основе ОУ, в ряде случаев значительное улучшение технико-экономических параметров достигается при использовании специализированных микросхем интерфейсов датчиков.

Изученные микроэлектронные интерфейсы датчиков выполнены с дифференциальным входом, высоким входным сопротивлением и обычно содержат или допускают:

Таблица 1. Характеристики микросхем интерфейсов датчиков

Наименование параметра	Наименование микросхемы интерфейса					
	AD8555	AS1716	MLX90314	MLX90313	LMP91050	MAX1450
Тип входного датчика	Мостовой	Ёмкостной	Мостовой	Мостовой	Мостовой	Мостовой
Входной ток (сопротивление)	22,0 нА	(70 кОм)	8,0 нА	Не нормируется	0,2 нА	(1 Мом)
Напряжение смещения, мВ	0,01	10,0	Не нормируется	0,004	0,17	Не нормируется
Диапазон изменения коэффициента передачи, В/В	От 70 до 1280	От 0,5 до 4,0	От 98 до 2100	От 55 до 5500	От 167 до 7986	от 39 до 221
Полоса пропускания, кГц	>40	16,0	2,8	0,5	18,0	0,16
КОСС, дБ	80,0	55,0	60,0	75,0	Нет данных	90,0
Диапазон допустимого выходного напряжения, В	От 0,03 до 4,94	От 0,05 до 4,95	От -0,2 до 4,5	От 0 до 4,3	От 0,20 до 3,10	От 0,25 до 4,75
Максимальная нагрузка	5,0 мА	25,0 мА	2,0 мА	1,0 мА	1 кОм + 1 мкФ	1,0 мА
Напряжение питания, В	5,0	5,0	От 6,0 до 35	От 4,5 до 80	3,3	5,0
Ток потребления, мА	2,5	9,0	5,0	5,6	3,7 (0,085 в ждущем режиме)	3,5
Диапазон рабочих температур, °С	-40...125	-45...125	-40...140	-40...125	-40...85	-40...125

- ФНЧ с полосой пропускания, определяемой ёмкостью внешнего конденсатора;
- схему преобразования парафазного сигнала в однофазный;
- схему сдвига постоянного уровня напряжения;
- источник стабильного напряжения, предназначенный для задания режима работы внутрикристалльных аналоговых блоков, внешней мостовой схемы или чувствительного пьезоэлектрического элемента. Желательно, чтобы в таком источнике было два уровня выходного напряжения – V_{CC} , достаточный для питания аналоговых блоков, и $V_{CC}/2$. В некоторых ИС возбуждение внешней мостовой схемы выполняется источником постоянного вытекающего тока;
- выходной буферный каскад, обеспечивающий необходимую нагрузочную способность, в том числе, при работе на емкостную нагрузку;
- встроенный датчик температуры (в некоторых устройствах);
- два последовательно соединённых каскада с программируемым коэффициентом передачи напряжения, обычно не более 10 000 В/В. Для

оптимизации отношения сигнал/шум следует первый каскад выполнять с двумя большими значениями коэффициента передачи (например, 40 и 200 В/В), а во втором каскаде предусматривать многоступенчатую регулировку;

- изменение коэффициента передачи напряжения осуществляется за счёт подключения КМОП-ключами различных резисторов в цепи обратной связи усилителей или путём использования каскадов с электронной регулировкой усиления и цифро-аналоговых преобразователей;
- изменение уровня постоянного напряжения обычно обеспечивают суммирующие схемы и цифро-аналоговые преобразователи;
- в некоторых ИС требуемый уровень изменяемых параметров вначале устанавливается программным способом, а потом фиксируется с помощью плавких поликремниевых перемычек.

Для микросхем интерфейсов рекомендуется обеспечить высокий коэффициент ослабления синфазного сигнала (не менее 80 дБ) и малый входной ток (не более 1 нА).

ЛИТЕРАТУРА

- AD8555. Zero-Drift, Digitally Programmable Sensor Signal Amplifier.
- Могими Р. Инструментальный усилитель AD8555: измерительные системы на мостовых тензодатчиках становятся проще и совершеннее. Компоненты и технологии. 2005. № 2. С. 78.
- MLX90314AB. Programmable Sensor Interface (www.datasheetcatalog.org/datasheets2/50/507742_1.pdf).
- Эннс В.И. Проектирование аналоговых КМОП-микросхем. Краткий справочник разработчика. Горячая линия – Телеком, 2005.
- MLX90313. Programmable IR Sensor Interface.
- LMP91050. Configurable AFE for Nondispersive Infrared (NDIR) Sensing Applications. Texas Instruments (www.ti.com/lit/ds/sn517c/sn517c.pdf).
- User's Guide for the LMP91050 Evaluation Board with Sensor AFE Software. Texas Instruments (www.ti.com/lit/ug/snau119/snau119.pdf).
- New ICs Revolutionize The Sensor Interface. Maxim, AN695 (www.maxim-ic.com/app-notes/index.mvp/id/695).
- Ракович Н. Формирователи сигналов датчиков Maxim. Компоненты и технологии. 2003. № 7. С. 82.



bulgin

a brand of Elektron Technology

Виссaneer 6000

Первый разъём от Bulgin с «ЖЕЛЕЗНЫМ» характером

- Корпус из металла или пластика (на выбор)
- Степень защиты IP66, IP68 и IP69K
- Прочность и защита от ЭМИ благодаря металлическому корпусу
- 16А, 277 В для силовых соединителей
- Силовые и интерфейсные разъёмы в одинаковом корпусе
- Удобный и быстрый механизм фиксации «Push/pull»

-40...+120°C

IP66

IP68

IP69K

ОФИЦИАЛЬНЫЙ ДИСТРИБЬЮТОР КОМПАНИИ BULGIN НА ТЕРРИТОРИИ РОССИИ И СТРАН СНГ

PROSOFT[®]
COMPONENTS

АКТИВНЫЙ КОМПОНЕНТ ВАШЕГО БИЗНЕСА

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



Реклама

Интерфейс RS-485 с гальванической развязкой

Платон Денисов (г. Симферополь)

В статье описана реализация промышленного интерфейса на основе популярной микросхемы MAX1480.

Роботы, комплексы по транспортировке материалов и деталей, системы управления производством, сборочные и упаковочные машины оснащаются множеством датчиков и исполнительных механизмов. Для связи между локальными системами управления и промышленными компьютерами используют промышленную сеть – набор стандартных протоколов обмена данными, позволяющих связать воедино оборудование различных производителей и обеспечить взаимодействие всех уровней системы управления.

В роли промышленного компьютера может выступать программируемый логический контроллер или персональный компьютер, предназначенный для специальных условий работы. Сегодня, когда микроконтроллеры и другие специализированные микросхемы стали достаточно дешёвыми, целесообразно выделять в отдельные системы управления локальные задачи, решение которых осуществляют модули на основе микроконтроллеров.

Сеть или промышленная шина позволяют компьютерам использовать данные модули, обеспечивая связность системы управления. Такая архитектура существенно увеличивает производительность, надёжность и масштабируемость систем. Порядок кодирования и передачи информации описывает протокол обмена. Для передачи информации требуется физическая среда, в частности, кабельная линия. Передача по кабельной линии,

по сравнению с радиоканалом, уменьшает возможность нежелательного съёма информации; при использовании в спецтехнике не нарушается работа системы из-за постановки радиопомех.

Наиболее распространённым типом сетевой топологии является общая шина, основное преимущество которой заключается в простоте и лёгкости переконфигурирования. Общая шина не боится отключения или подключения устройств во время работы и хорошо подходит для объектов, разнесённых на большие расстояния.

РЕКОМЕНДАЦИИ СТАНДАРТА RS-485

Физическую реализацию канала связи описывает стандарт интерфейса. Одним из стандартов передачи информации по кабельной линии является RS-485, разработанный совместно ассоциацией электронной промышленности (EIA, Electronics Industries Association) и ассоциацией промышленности средств связи (TIA, Telecommunications Industry Association). Аббревиатура «RS» означает рекомендованный стандарт (recommended standard).

Конфигурация сети точка–точка, например датчик – промышленный компьютер, является простейшей линией связи. Стандарт RS-485 поддерживает многоточечные соединения, обеспечивая создание сетей с числом узлов до 32 и передачу на расстояние до 1200 метров. Использование повторителей позволяет увеличить расстояние передачи ещё на 1200 м или добавить 32 узла. Стандарт RS-485 допускает более одного приёмника и передатчика на одной линии и поддерживает полудуплексную связь, позволяющую двум устройствам поочередно работать приёмником или передатчиком.

Сеть, построенная на основе RS-485, представляет собой устройства, соеди-

нённые при помощи витой пары проводов и сигнальной земли. В основе интерфейса RS-485 лежит принцип балансной (дифференциальной) передачи данных. Другими словами, когда один провод передаёт высокий уровень, другой провод будет передавать низкий уровень, и наоборот. Таким образом, между двумя проводами витой пары всегда есть разность потенциалов: при «1» она положительна, при «0» – отрицательна (см. рис. 1).

Хотя сигнальная земля обязательна для правильной работы интерфейсов приёмника и передатчика, она не используется для определения логического состояния линии. Сигнал передаётся разностью потенциалов между проводами А и В. Такой способ передачи обеспечивает высокую устойчивость к помехе, действующей на оба провода линии одинаково (синфазно).

Если сигнал передаётся потенциалом в одном проводе относительно общего, то наводка на этот провод может исказить сигнал относительно общего провода. Кроме того, на сопротивлении длинного общего провода будет падать разность потенциалов земель, чего не происходит при балансной передаче.

ЭЛЕКТРИЧЕСКАЯ СХЕМА ИНТЕРФЕЙСА

Для оснащения электронного устройства интерфейсом RS-485 применяются специализированные микросхемы, обеспечивающие электрическое согласование линии связи промышленной сети и схемы обработки данных. Микросхемы электрического согласования не принимают участия в обработке информации, и для них не важен тип протокола обмена данными.

Задача специализированной микросхемы интерфейса RS-485 – преобразование балансного сигнала в однофазный сигнал, например, соответствующий требованиям последовательного асинхронного интерфейса USART. Для предотвращения проникновения помех, наводимых внешними источниками на линию связи, в устройство, оснащённое ин-

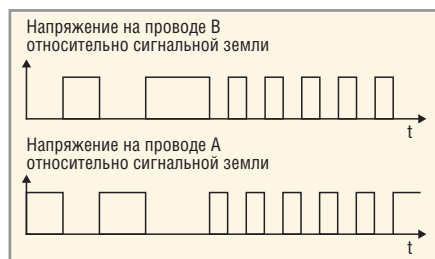


Рис. 1. Балансный сигнал на проводах витой пары А и В

терфейсом RS-485, применяется электрическая изоляция линии связи от всех других цепей. Цепи, электрически изолированные от корпуса прибора, питания и других цепей, называют гальванически развязанными. Основной схемой интерфейса с гальванической развязкой является ИС MAX1480 (см. рис. 2), содержащая элементы, исключают электрическую связь между линией связи и схемой обработки информации и, в то же время, обеспечивающие надёжную передачу информации. Для решения этой задачи применяются трансформаторы и оптроны. Микросхема, обеспечивающая гальваническую развязку, изготавливается по гибридной технологии и включает компоненты обоих типов.

Внутри микросхема разделена на две изолированные части. Одна часть подключена к линии связи, другая – к выводам и питанию микроконтроллера электронного модуля. Для питания цепей, работающих с линией связи, ИС MAX1480 содержит импульсный преобразователь напряжения, использующий питание схемы электронного модуля. Прямой балансный вход-выход А и инверсный балансный вход-выход В соединены с соответствующими выводами микросхемы DD1. Сигнальная земля линии связи соединена с общим проводом питания цепей, работающих с линией связи через резистор R1, необходимый для защиты микросхемы DD1 от повреждения.

Электрическая схема интерфейса RS-485 представлена на рисунке 3.

Режим работы фотоприёмника оптрона, формирующего сигнал, переда-

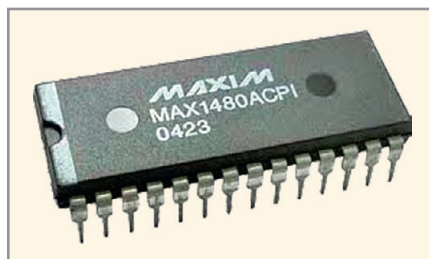


Рис. 2. Специализированная микросхема интерфейса RS-485

ваемый в линию, установлен сопротивлением резистора R4. Стабилитрон VD2 задаёт оптимальный режим оптрона, включающего передатчик. Через резистор R5 поступает сигнал управления светодиодом оптрона цифрового входа приёмника сигнала, поступающего из линии связи. С выхода приёмника RO (receiver output) DD1 поступает сигнал, принятый от линии связи в инвертированном виде. Выходной транзистор оптрона приёмника микросхемы DD1 соединяет резистор R6 и затвор транзистора VT1 с общим проводом питания схемы. Для преобразования инвертированного сигнала в однофазный в схему включены транзистор VT1 и резистор R7. Вход передатчика DI (driver input) микросхемы DD1 через резистор R9 соединён с выходом TXD микроконтроллера DD2. Резистор R9 устанавливает режим светодиода оптрона передатчика. Резистор R8, соединённый с входом DE (driver enable) микросхемы DD1, устанавливает режим светодиода оптрона, разрешающего работу передатчика. Во время приёма следует отключать передатчик, а во время передачи – приёмник. При уровне «0» на входе DE происходит работа на приём, при уров-

Перечень элементов интерфейса RS-485

Позиционное обозначение	Наименование	Количество
Конденсаторы, допуск ±10%		
C1, C2	SMD0805 0,47 мкФ, 50 В	2
C3	EMR 47 мкФ, 16 В	1
DA1	Преобразователь напряжения REC5-2405SRW/H2/A/M фирмы RECOM	1
DD1	Микросхема MAX1480ACPI фирмы MAXIM	1
Резисторы SMD 1206, допуск ±1%		
R1	100 Ом	1
R2...R4	1 кОм	3
R5	200 Ом	1
R6	1 кОм	1
R7	10 кОм	1
R8, R9	100 Ом	2
VD1	Диод 1N4007	1
VD2	Стабилитрон 2C147В	1
VT1	Транзистор IRLU120N фирмы IR	1
XP1	Вилка DIN41612-396 MRD	1

SCHAEFER

НАДЁЖНЫЕ СИСТЕМЫ ПРЕОБРАЗОВАНИЯ ЭНЕРГИИ

Импульсные источники питания

- Преобразователи DC/DC
- Источники питания AC/DC
- Устройства управления зарядом батарей

Импульсные инверторы

- Инверторы DC/AC
- AC/AC-преобразователи

Области применения

- Промышленная автоматизация
- Атомные электростанции
- Военная промышленность
- Железнодорожный транспорт



ОФИЦИАЛЬНЫЙ ДИСТРИБЬЮТОР
ПРОДУКЦИИ SCHAEFER

PROSOFT®



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

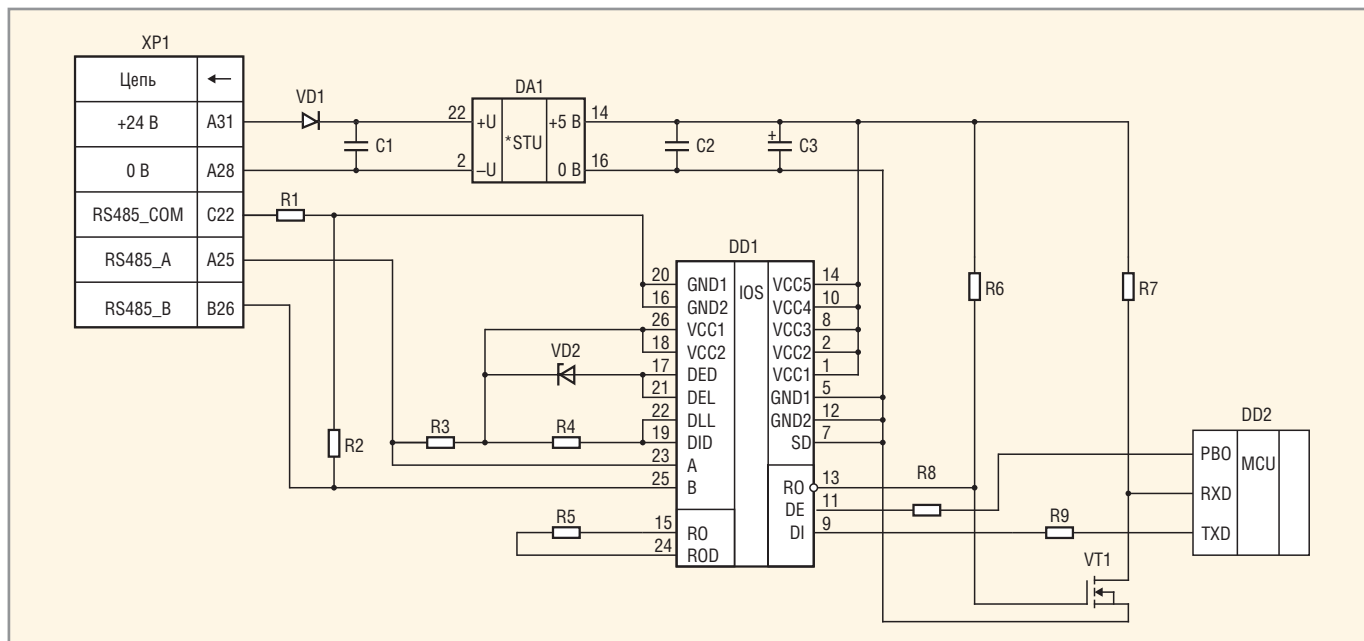


Рис. 3. Электрическая схема интерфейса RS-485

не «1» – на передачу. Питание схемы осуществляет преобразователь напряжения DA1, гальванически развязывающий питание 24 В от питания микросхемы интерфейса и микроконтроллера. В таблице представлен перечень элементов интерфейса.

Благодаря применению компонентов питания и интерфейса, содержащих гальваническую развязку, схема полностью изолирована от внешних цепей. При напряжении на линии связи в диапазоне ± 200 мВ, выходное состояние не определено. Если ни одно из устройств сети не ведёт линию или соединение разорвано, то присутствие лог.1 или лог.0 на выходе является равновероятным. Для обеспечения определённого состояния, на выходе приёмника RO требуется установка резисторов защитного смещения: R3 задаёт высокий начальный уровень проводу A, а R2 задаёт низкий уровень проводу B.

В результате длительной эксплуатации микросхем MAX1480 выяснилось, что необходимо применять в схеме интерфейса стабилитрон вместо рекомендованного в документации MAX1480 резистора. Различные экземпляры микросхем MAX1480, выпущенные одним и тем же производителем, требовали подбора сопротивления резистора, а некоторые экземпляры микросхем не работали. Применение в схеме стабилитрона позволило исключить настройку, использовать 100% микросхем MAX1480 и обеспечить передачу информации в полном объёме.

Чтобы помочь разработчику сети на основе интерфейса RS-485 выяснить, какое количество устройств могут быть объединены в сеть, в стандарте RS-485 принята гипотетическая единица, называемая «единичной нагрузкой». Входное сопротивление приёмника на основе микросхемы MAX1480 со стороны линии, согласно данным производителя, составляет 48 кОм (1/4 единичной нагрузки – 12 кОм). Одновременно следует учитывать влияние резисторов защитного смещения R2 и R3, увеличивающих нагрузку передатчика.

Линия связи

Линия связи прокладывается отдельным кабелем, не входящим в жгут соединений, несущих другие сигналы или питание приборов. Подключение выполняется через отдельный разъём, предназначенный только для сигналов интерфейса. Правильный выбор кабеля линии связи и продуманное разъёмное соединение – неперенные условия надёжной работы промышленной сети и снижения излучаемых электромагнитных помех.

Жгут, состоящий из трёх проводов: витой пары A и B и сигнальной земли, прокладывается между ответной частью разъёма XP1, установленного на плате контроллера, и разъёмом, установленным на корпусе прибора для подключения кабеля линии связи. Кабель связи содержит витую пару и провод сигнальной земли, заключённые в экран. Корпус прибора соединяется с экраном. Разъём подключения

кабеля линии связи должен обеспечивать круговой непрерывный электрический контакт между экраном кабеля и корпусом прибора. Сигнальная земля и корпус прибора изолированы друг от друга.

Корпуса приборов, объединяемые в промышленную сеть, соединяются с заземлением. Кабель, имеющий экран из оплётки, обеспечивает более высокую защиту от электромагнитных помех по сравнению с экраном, выполненным из фольги, которая разрушается при деформации кабеля. Одностороннее соединение экрана защищает от помех, создаваемых низкочастотными токами. Двухстороннее подсоединение экрана защищает от наиболее сильных высокочастотных помех. Выбор соединения экрана кабеля (с одной стороны или с двух) зависит от скорости передачи информации и наличия источников внешних помех: мощных передатчиков, энергетических цепей, электродвигателей и т.п. В отличие от односторонних соединений, соединения экрана на обоих концах дают возможность протекать по экрану низкочастотным токам (из-за наличия напряжения между двумя концами или контуром заземления). На расположенной внутри паре проводов этот ток наводит небольшое напряжение или помеху с частотой сети питания 50 Гц или 400 Гц.

ЛИТЕРАТУРА

1. <http://datasheets.maximintegrated.com/en/ds/MAX1480A-MAX1490B.pdf>.



Новости мира News of the World Новости мира

Чипы на базе ARM big.LITTLE в 2013 году представят 7 компаний

В этом году одним из векторов развития High-End-смартфонов станет появление моделей с мощными 8-ядерными процессорами. В рамках выставки Mobile World Congress 2013 в Барселоне компания ARM заявила, что её технологию big.LITTLE уже взяли на вооружение две компании – Samsung Electronics и Renesas Mobile. В 2013 году к ним присоединятся ещё 5 производителей, включая CSR, Fujitsu Semiconductor, Marvell, HiSilicon и MediaTek. Все они выразили готовность подготовить свои решения в текущем 2013 году. Ранее уже сообщалось о том, что LG разрабатывает чип с восемью ядрами с использованием big.LITTLE.

По данным ARM, технология big.LITTLE позволяет на 70% снижать энергопотребление при запуске несложных повседневных приложений. Экономия достигается за счёт отключения высокопроизводительных ядер, когда задействуются только маломощные ядра. Важно отметить, что все 8 ядер одновременно не могут быть задействованы: работают либо четыре мощных ядра, либо четыре экономичных. Разработчики уверяют, что новая технология обеспечит смартфонам гораздо более длительное время автономной работы. По сравнению с мобильными процессорами 2000 года производительность грядущих чипов выше в 60 раз, по сравнению с 2008 годом – в 12 раз.

Архитектура big.LITTLE включает блок ядер Cortex-A15, которые нацелены на «тяжёлые» приложения, и блок ядер Cortex-A7, которые используются для повседневных задач и отличаются малой потребляемой мощностью. Соединяются они с использованием шины ARM CoreLink Cache Coherent Interconnect (CCI-400). В будущих реализациях также возможно объединить в одном чипе ядра Cortex-A53 и Cortex-A57.

www.arm.com

Fuji празднует выпуск 40-тысячного модуля NXT

Компания Fuji Machine Manufacturing Co., Ltd. успешно вошла в 2013 год, сообщив об отгрузке 40-тысячного модуля NXT. Эта цель была достигнута всего лишь через два года после производства 30 000 модулей благодаря усилиям всех людей, вовлечённых в разработку, производство, сбыт и поддержку технологии NXT.

Двумя революционными концептами первых модулей NXT являются разделение

платформы на модули и основы, а также лёгкость замены установочных головок. Такие характеристики, а также опыт компании Fuji в области производства высокоскоростного и высококачественного оборудования для установки компонентов, привели к созданию платформы, которая помогла огромному количеству пользователей эффективно создавать продукцию непревзойдённого качества.

www.ostec-smt.ru

TI прогнозирует снижение выручки в первом квартале

Texas Instruments Incorporated поделилась результатами работы в четвёртом квартале 2012 года. Хотя показатели оказались выше прогнозов экспертов Уолл-стрит, президент и исполнительный директор компании Рич Темплтон (Rich Templeton) всё же счёл необходимым сообщить о том, что экономическая ситуация остаётся неопределённой, спрос на продукцию по-прежнему слабый и заказчики предпочитают работать «с колёс», без долговременных обязательств и накопления продукции на складах «впрок».

Выручка Texas Instruments за отчётный период составила \$2,98 млрд, что на 13% меньше показателя четвёртого квартала 2011 г., равного \$3,42 млрд, и на 12% хуже результата предыдущего квартала. Согласно опросу Thomson Reuters I/B/E/S, прогноз аналитиков по выручке был равен \$2,95 млрд.

Чистая прибыль производителя чипов за отчётный квартал снизилась по сравнению с прошлым годом на 11%: с \$298 млн (\$0,25 на акцию) до \$264 млн (\$0,23 на акцию), и оказалась на 66% меньше показателя предыдущего квартала, равного \$784 млн (\$0,67 на акцию).

В первом квартале текущего года компания ожидает снижение выручки до \$2,69 млрд – \$2,91 млрд. Прогноз Texas Instruments по прибыли на акцию равен \$0,24 – \$0,32. При расчёте прибыли были учтены затраты на реструктуризацию и приобретения в размере \$0,06 и налоговые льготы в пределах \$0,06 в связи с получением кредита на научные исследования и развитие.

www.3dnews.ru

Qualcomm: серверные однокристалльные системы с ARM-архитектурой

Несмотря на размеры рынка компания Qualcomm, являясь лидером рынка мобильных ARM-процессоров, решила пополнить ряды разработчиков серверных

однокристалльных систем с архитектурой ARM. На сайте Qualcomm опубликованы вакансии разработчиков программного обеспечения, что явно указывает на её намерения.

Кандидаты будут работать с прототипами систем Qualcomm, основанными на чипах с архитектурой ARMv8, которые разрабатываются для рынка энергоэффективных серверов. Основные направления деятельности – спецификации, разработка, портирование, интеграция и реорганизация программного обеспечения для управления серверными платформами, а также работа над прошивками прототипов с новыми чипами Qualcomm.

ARMv8 – это новое поколение архитектур ARM с 64-битным набором инструкций. Возможность 64-битной адресации – одно из ключевых требований серверного рынка, на котором ARM пока занимает мизерную долю. Qualcomm занимает восьмую позицию в линейке компаний, работающих над серверными процессорами ARM. Известно, что AMD, Applied Micro, Cavium, Calxeda, Marvell, NVIDIA и Samsung тоже имеют планы по выходу на серверный рынок ARM.

Китайская Huawei в 2012 году также опубликовала вакансии о найме специалистов по ARM-серверам, однако не ясно, работает ли она непосредственно над чипами или же просто разрабатывает платформы. Texas Instruments представила серверный чип ARM, но он рассчитан на нишевые встраиваемые системы. Другие компании планируют вывести на рынок свои серверные ARM-чипы в 2014 году. Calxeda и Marvell поставляют 32-битные SoC для серверов уже сейчас, но преимущественно для прототипов серверов Dell, Hewlett-Packard и Mitac.

<http://cdn.eetimes.com>

Назначен президент ОАО «СИТРОНИКС»

Совет директоров ОАО «СИТРОНИКС» утвердил Алексея Шаврова в должности президента компании с 22 февраля 2013 года.

С 2012 г. Алексей Шавров является исполнительным вице-президентом, членом правления АФК «Система», где курирует инвестиционное направление «Высокие технологии и промышленность», а также председателем совета директоров «НИС ГЛОНАСС», членом советов директоров ОАО «Энвижн Груп», ОАО «РТИ» и ОАО «Технопарк "Саров"».

www.sitronics.ru

Altium Designer 2013: новые возможности – шаг навстречу российским пользователям

Алексей Сабунин (Москва)

Компания Altium, ведущий разработчик САПР электронных устройств, сообщает о выходе Altium Designer 2013. Новая версия программы предоставляет широкие возможности адаптации к требованиям ГОСТ по оформлению документации на принципиальные электрические схемы. Пользователю стали доступны настройки размеров шрифта и портов, положения надписей и т.п.

В начале февраля 2013 года компания Altium Ltd. объявила о выходе новой версии программы Altium Designer 2013. Данный выпуск будет наиболее интересен отечественным пользователям из-за целого ряда нововведений, связанных с особенностями наших стандартов.

Давно известно, что все иностранные САПР печатных плат привязаны к международным стандартам, которые, по сравнению с нашими стандартами, являются более гибкими в плане оформления документации. По этой причине для оформления документации на электрические принципиальные схемы и печатные платы нашим пользователям приходилось, кроме основного инструмента, использовать и другие средства. Altium Designer 2013 – это первая программа данного класса, которая ориентируется на российский рынок

и учитывает пожелания наших пользователей.

Напомним, что, начиная с 2010 года, разработчики САПР предлагают постоянную систему обновлений в рамках действующей подписки. При этом некоторые обновления содержат только исправления и дополнения существующего функционала, а в других обновлениях добавляется новый функционал. Например, за 2012 год были добавлены очень полезные функции, например Via Stitching – автоматическое соединение полигонов переходными отверстиями для СВЧ-устройств. Выпуск новой версии – это очередное обновление, содержащее в основном новый функционал. Для установки Altium Designer 2013 необходимо использовать специальную утилиту *AltiumInstaller.exe* самой последней версии, так как ранние версии этой

утилиты не предлагают установить версию 13 программы, а обновление существующей версии Altium Designer до версии 13 невозможно.

Ниже мы остановимся на возможностях, которые появились в Altium Designer 2013, и опишем их практическое применение.

ПРЕДВАРИТЕЛЬНЫЙ ПРОСМОТР ДОКУМЕНТОВ ПРОЕКТА

С самых первых версий в Altium Designer была возможность объединять в рабочие группы (Workspace) различные проекты для удобства работы с файлами проектов. Это позволяло не запоминать место сохранения каждого проекта, а оперировать группой, на уровне которой проекты не имеют связанности.

В новой версии Altium Designer 13 рабочая группа имеет графическое отображение в виде отдельной страницы (View>Workspace, горячая клавиша CTRL+). На странице Workspace показаны предварительные просмотры всех документов, входящих в состав текущего проекта (см. рис. 1), а документы сгруппированы по типу. Удобно организован фильтр, который позволяет отображать документы в рамках выбранного проекта по части названия документа.

НАСТРОЙКИ ПРОЗРАЧНОСТИ ДЛЯ СЛОЕВ И ОБЪЕКТОВ РЕДАКТОРА ПЛАТ

Для удобства работы в редакторе плат часто возникает необходимость не отображать некоторые объекты и наиболее загруженные слои. Ранее, в настройках слоев (Design>Board Layers and Colors, клавиша L) в разделе Show/Hide, была возможность управлять видом различных примитивов, где для каждого из них можно было задать режим Final (Показывать полностью), Draft (Показывать в виде контура) или Hidden (Скрыть). Теперь добавилась возможность указать индивидуальные настройки прозрачности для всех примитивов на каждом слое платы в настройках View Configuration раздела Transparently (см. рис. 2). Если в данном разделе задать настройки

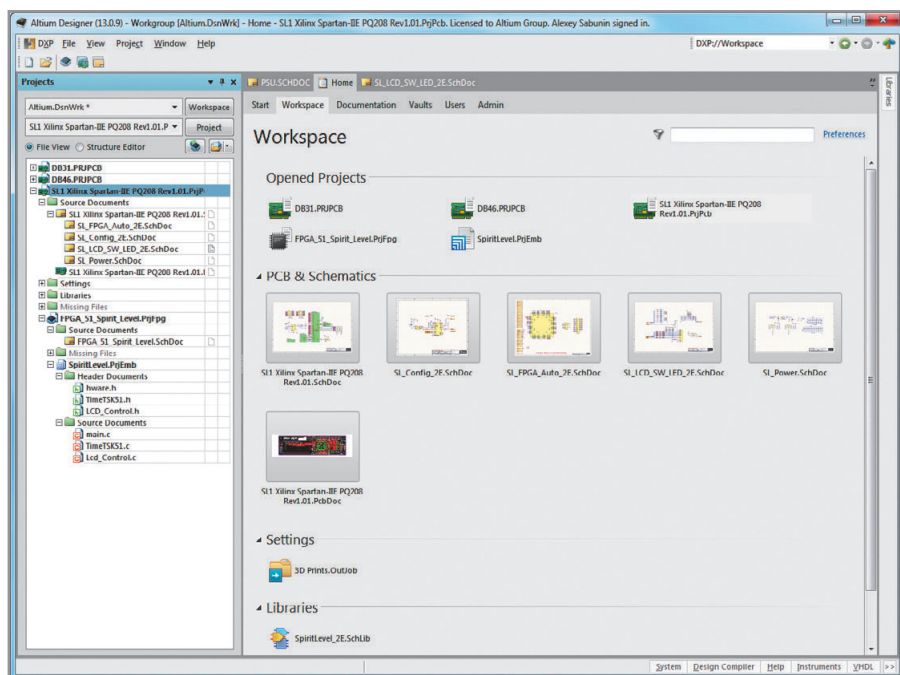


Рис. 1. Графическое представление документов текущего проекта

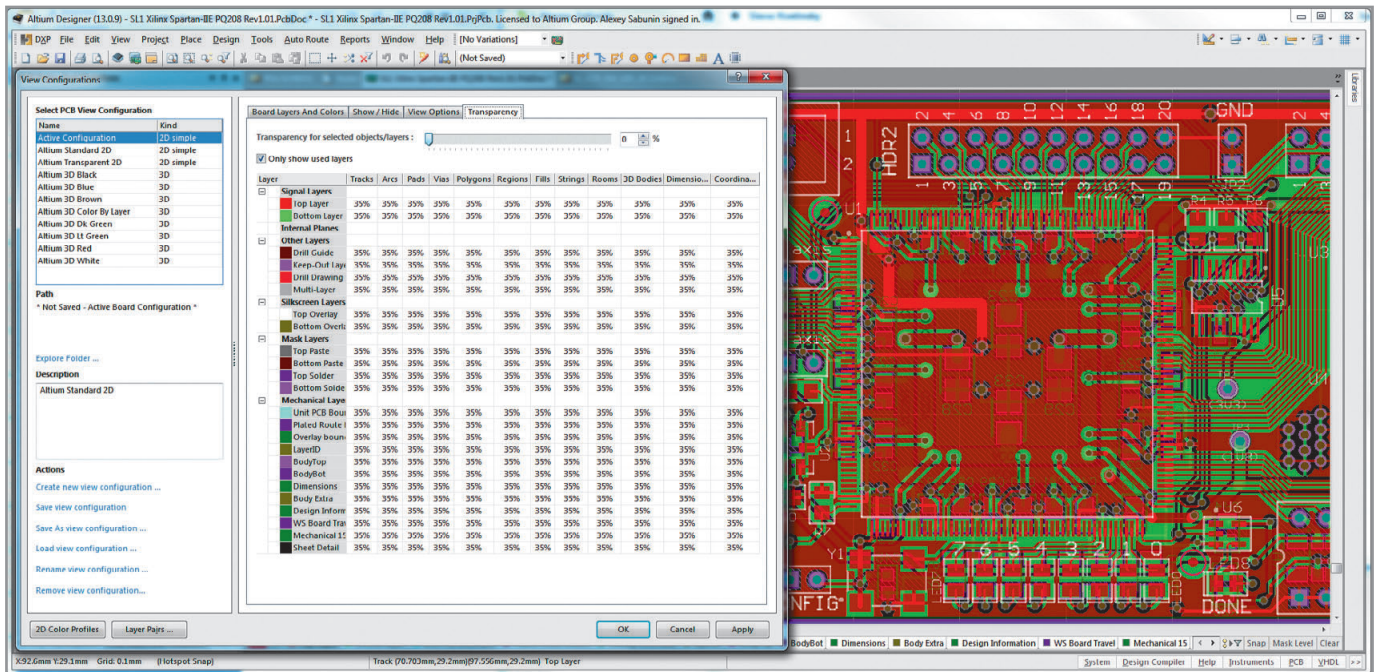


Рис. 2. Настройки прозрачности слоёв

прозрачности, то они сохраняются в виде отдельной конфигурации просмотра, которую можно выбрать из списка доступных конфигураций отображения (см. рис. 3). В основном в списке конфигураций для просмотра

показаны режимы трёхмерного отображения платы, в дополнение к которым есть два режима просмотра в 2D – Altium Standard 2D (Обычный режим) и Altium Transparently 2D (Полупрозрачный режим).

НАСТРАИВАЕМАЯ ТАБЛИЦА ОТВЕРСТИЙ

Использование таблицы отверстий давно обсуждалось пользователями Altium Designer, и не только российскими. Для вывода такой таблицы в

Внедрение САПР - дело непростое.
Хотите купить не просто диск, а сразу получить систему, готовую к эффективному использованию?

Altium Designer

от НПП «Родник»:
Все включено!

- Altium Designer
- Комплект библиотек
- Техническая поддержка
 - Обучение
 - Внедрение на предприятии

РОДНИК

СИСТЕМНЫЙ ИНТЕГРАТОР

Тел.: +7 (499) 613-7001, www.rodnik.ru

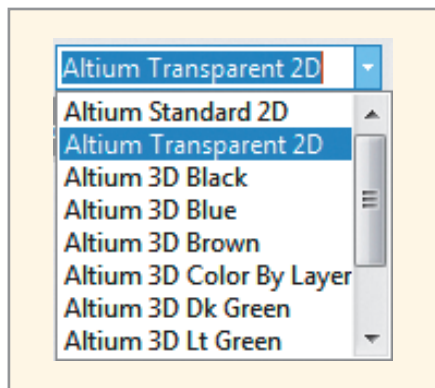


Рис. 3. Выбор конфигурации отображения платы

предыдущих версиях Altium Designer используется текстовое поле *Legend*, которое при выводе на печать трансформируется в таблицу отверстий. Такой подход был особенно неудобен

для наших пользователей, т.к. данная таблица не соответствовала требованиям ГОСТ, и её приходилось перерисовывать. При этом существующий инструмент использовался для подсчёта отверстий и определения символов, закреплённых за отверстиями разного типа.

В одном из ближайших обновлений Altium Designer 13 данная таблица будет доступна в виде отдельного инструмента, и данные в ней будут отображаться не только при выводе на печать (как ранее), но и при просмотре платы в редакторе печатных плат. Для добавления таблицы на лист чертежа будет использоваться специальная команда Drill Table (см. рис. 4), которая обладает собствен-

ными, изменяемыми свойствами, среди которых – шрифты надписей, список выводимых граф (и их наименования), условные изображения отверстий и формат заполнения таблицы. Таким образом, появляется возможность оформления таблицы отверстий в строгом соответствии с ГОСТ, не прибегая к сторонним программам.

ПОЛЬЗОВАТЕЛЬСКИЕ НАСТРОЙКИ НАДПИСЕЙ ВЫВОДОВ

Редактор схем всегда противоречил требованиям ГОСТ несоответствием надписей у выводов компонентов. Ранее положение этих надписей задавалось глобально (DXP>Preferences>Sche-

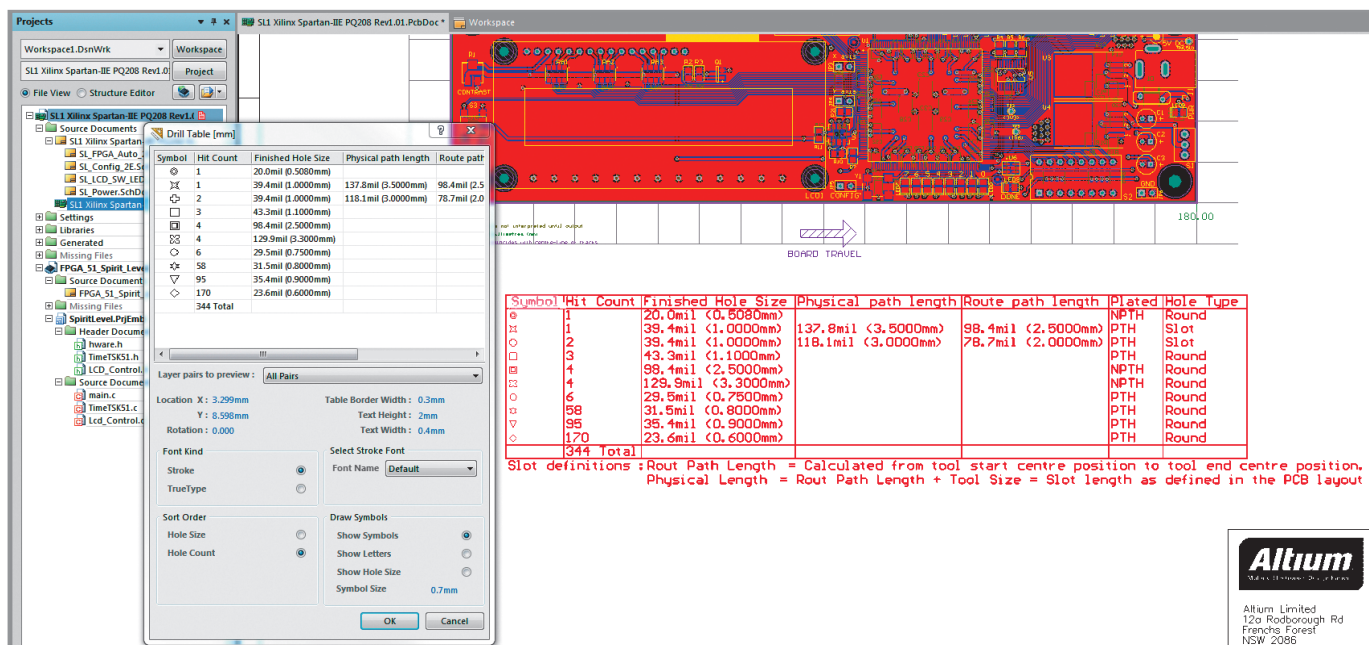


Рис. 4. Инструмент Drill Table - таблица отверстий

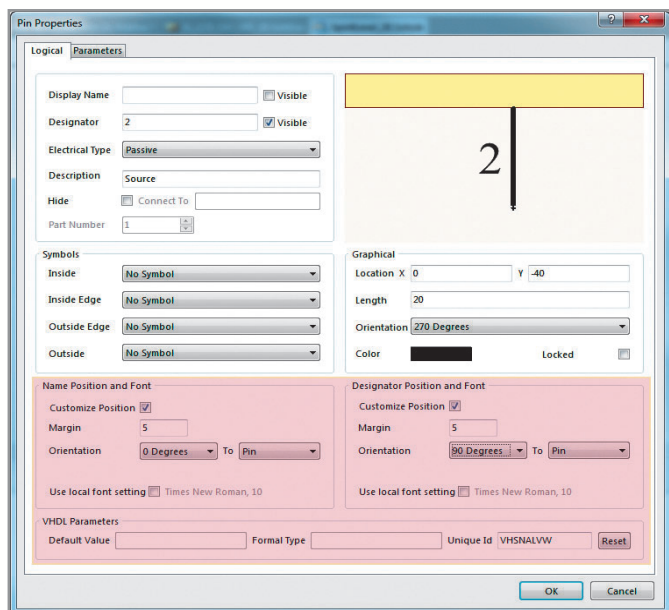


Рис. 5. Редактирование положения и шрифта надписей у вывода

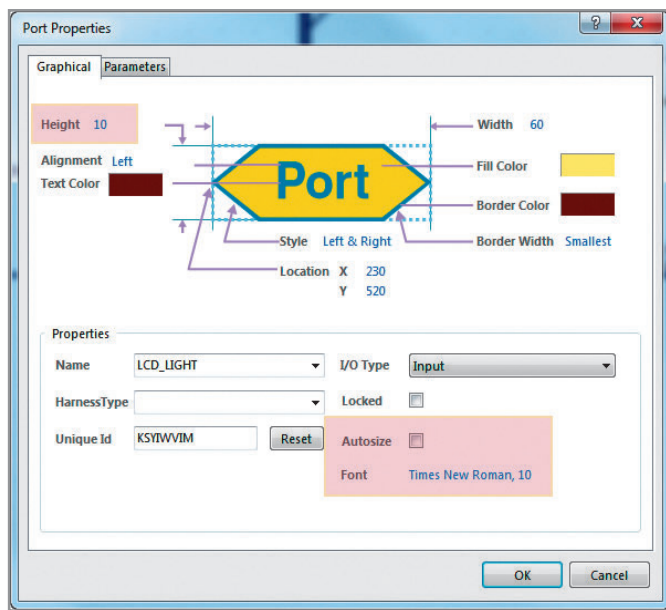


Рис. 6. Пользовательские настройки порта

matic>General>Pin Margin), а их шрифт относился к системным, задавался на уровне схемы (Design>Document Options>Change System Font) и распространялся на все надписи, не относящиеся к тексту и параметрам (названия выводов, цепей, портов и др.).

В Altium Designer 13 появилась возможность пользовательской настройки текстовых надписей, относящихся к выводам компонента на схеме (см. рис. 5). Теперь можно редактировать шрифт данных надписей, а также их положение в рабочей области относительно вывода. В окне свойств для вывода появились разделы Name/Designator Position and Font, в котором, при выключении настройки Customize Position, положение надписей можно задать, оперируя параметрами в свойствах либо перемещая надпись в рабочей области (с нажатой клавишей Shift, как в программе P-CAD 2006). Также осталась возможность задавать эти параметры глобально, на уровне редактора схем.

УПРАВЛЕНИЕ РАЗМЕРАМИ И ТЕКСТОМ ДЛЯ ПОРТОВ

Ранее размер порта в редакторе схем был запрещён для редактирования, и при изменении шрифта для названия вывода надпись выходила за пределы графики порта, что не позволяло оформлять схему в соответствии с ГОСТ. В Altium Designer 13 оба параметра внесены в пользовательские настройки порта (см. рис. 6). При этом высоту порта можно не задавать, т.к. при установке параметра Autosize размер порта будет определяться автоматически, исходя из размеров надписи.

Следует отметить, что аналогичные настройки появились и у входа в иерархический блок, – объект Sheet Entry, в терминологии Altium Designer. Для него появилась возможность изменения шрифта надписи и символа вывода.

ПРАВИЛО ЗАЗОРА МЕЖДУ ШЕЛКОГРАФИЕЙ И ВЫРЕЗАМИ В МАСКЕ

Для правила проверки Silk To Solder Mask Clearance, которое определяло места на плате, где шелкография совпадала с контактными площадками, добавлен новый режим. Проверку данного правила можно выполнять в режиме «to exposed copper» или «to

solder mask openings». В первом случае будет определяться зазор от шелкографии до металлизированной площадки, а во втором – до выреза в маске.

Следует отметить функцию Via Stitching, которая появилась полгода назад, но не была замечена российскими разработчиками. Данный инструмент используется для объединения металлизированных полигонов на разных слоях платы, создавая вертикальные соединения в структуре печатной платы (см. рис. 7), которые обеспечивают невысокий импеданс и кратчайший путь для обратной связи. Для плат, содержащих фрагменты СВЧ-топологии, такой инструмент используется для экранирования, но его можно использовать и для подключения изолированных фрагментов металлизации к заданной цепи.

Для организации массива отверстий после добавления металлизированных полигонов (Polygon Pour, Fill, Power Plane) используется команда Tools>Via Stitching. По условиям работы данного инструмента необходимо, чтобы полигоны, принадлежащие к заданной цепи, пересекались (т.е. имели общий участок платы на разных слоях). Для размещения массива необходимо задать основные параметры в свойствах инструмента Via Stitching (см. рис. 8):

- Stitching Parameters, наименование цепи и шаг расположения отверстий;

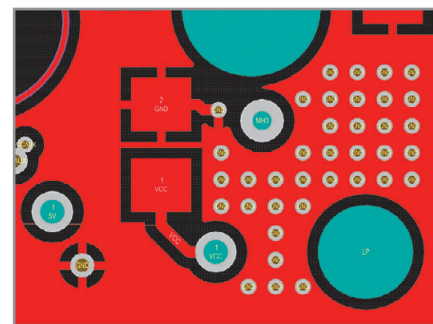


Рис. 7. Участок платы с массивом переходных отверстий

- Via Style, параметры переходного отверстия.

К существенным добавлениям в версии Altium Designer 2013 следует также отнести:

- *Hyperlink* – новый инструмент редактора схем, который позволяет вставлять в схему прямые ссылки на Интернет-источники. Эти ссылки будут доступны как в самой схеме, так и в документах, сохранённых в формате PDF;
- *Smart PDF* – теперь в PDF-документе хранится информация о компонентах проекта, которая отображается в выпадающем окне при наведении курсора на компонент схемы;
- *Редактирование полигонов* – для объектов Polygon Pour, Polygon Cutout и Solid Region реализован новый режим редактирования. Теперь при выделении полигона его вершины (Vertices) сразу доступны для редактирования, а координаты вершин показаны в свойствах полигона (Polygon Pour);

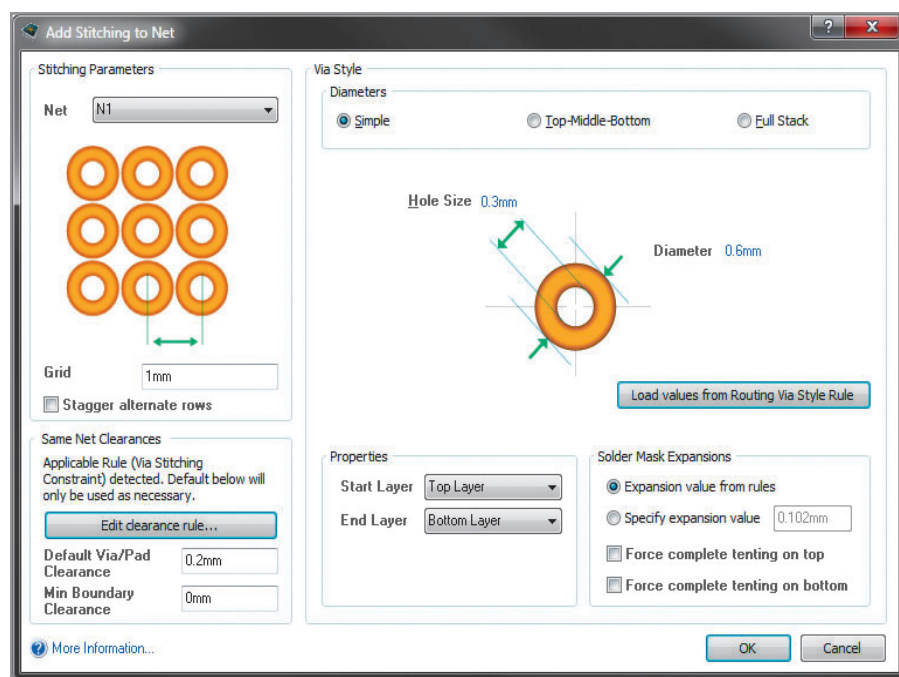


Рис. 8. Параметры инструмента Via Stitching

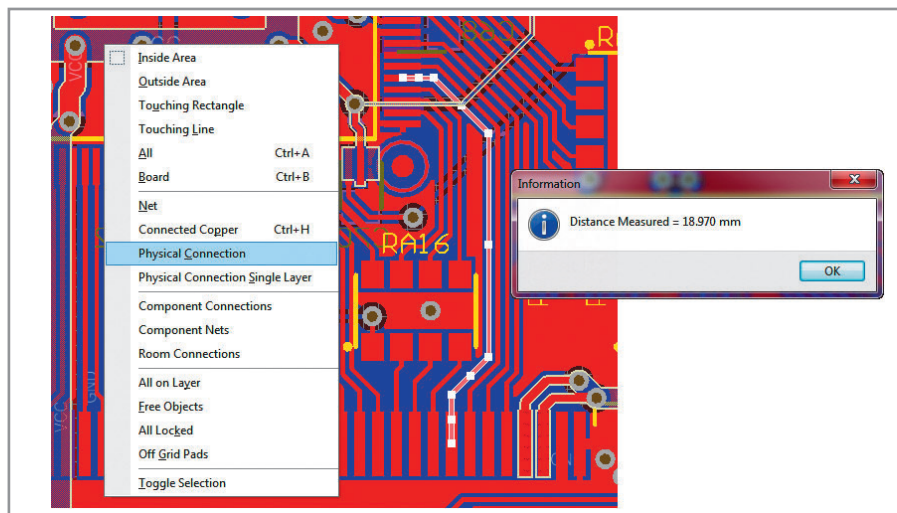


Рис. 9. Измерение выделенного участка топологии

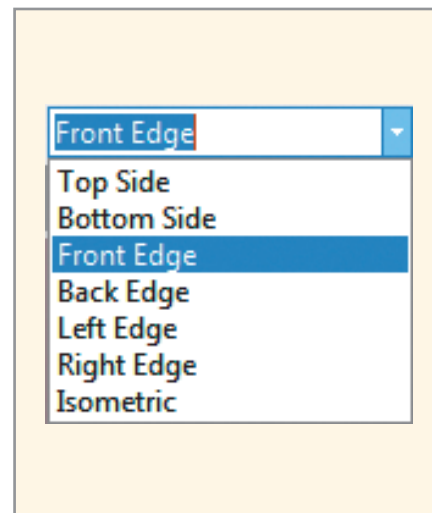


Рис. 10. Выбор отображения платы в режиме 3D

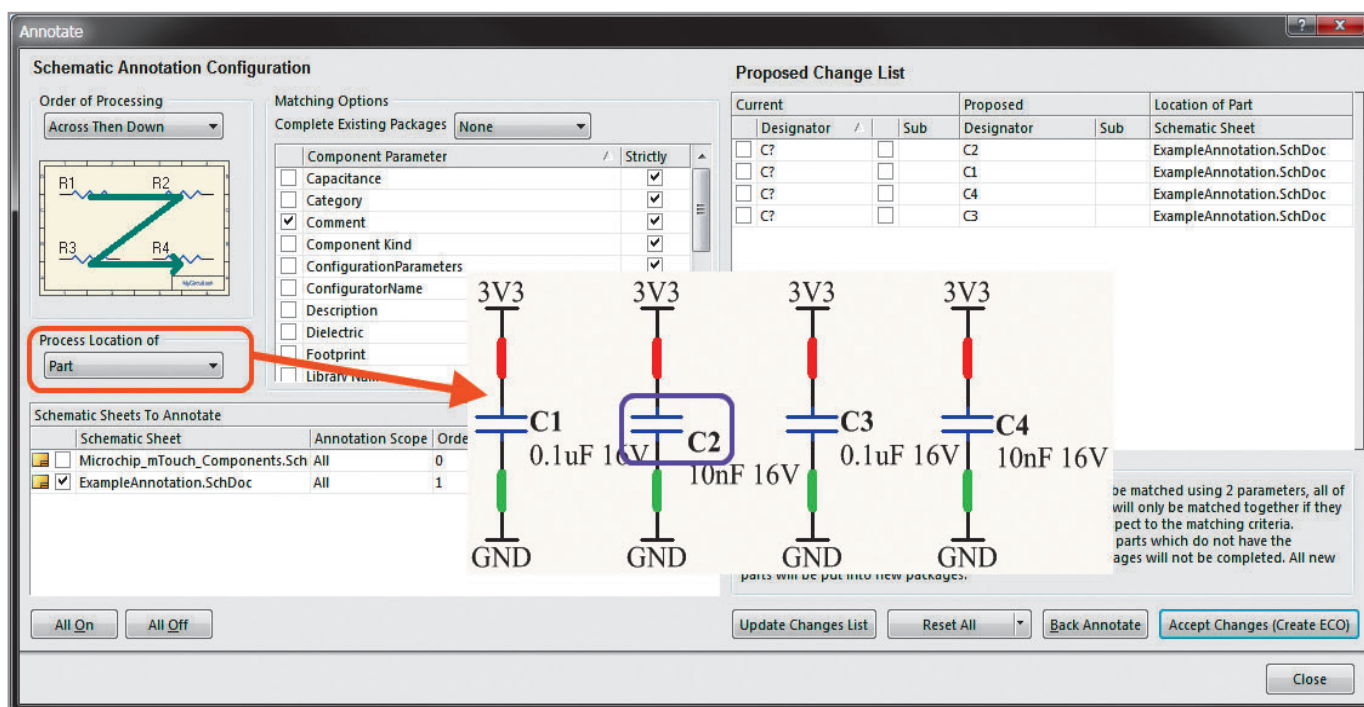


Рис. 11. Автоматическая нумерация компонентов в схеме

- *Измерение выделенного объекта* – полезная функция Reports>Measure Selected Objects позволяет измерить длину выделенного участка топологии. Например, можно измерить длину участка трассы, выделив этот участок (клавиша S->Physical Connection) и выбрав команду Reports>Measure Selected Objects (см. рис. 9);
- *Управление в режиме 3D* – имеется возможность выбрать режим 3D-просмотра платы (см. рис. 10), включая Top (Сверху), Bottom (Снизу), Front (Спереди), Back (Сзади), Left (слева), Right (Справа) и Isometric (Изометрия).

ПОРЯДОК ПЕРЕНУМЕРАЦИИ КОМПОНЕНТОВ В СХЕМЕ

Одним из самых непривычных моментов для пользователей, перешед-

ших с программы P-CAD, является перенумерация компонентов. В Altium Designer прежних версий при перенумерации за точку отсчёта бралась точка привязки позиционного обозначения (Designator). Поэтому если несколько размещённых в один ряд компонентов имели смещённое расположение обозначений, то порядок нумерации компонентов не соответствовал требованиям ГОСТ. В новой версии Altium Designer 2013 пользователь может определять, что будет взято за основу для нумерации компонентов (см. рис. 11), – Designator, как было ранее, или Part, как было в P-CAD.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Новая версия Altium Designer 2013 отличается не только стабильностью

работы, но и значительными обновлениями. Большинство новых функций были реализованы с учётом специфики отечественных предприятий и позволяют оформить документацию в соответствии с требованиями ГОСТ. Установка новой версии осуществляется с использованием отдельного установщика, и обновление старой версии до Altium Designer 2013 невозможно. В ближайшее время планируется выход SDK (комплекта средств программирования) для расширения функционала Altium Designer под требования пользователя и Enterprise Vault Server – корпоративного хранилища для управления процессами разработки внутри Altium Designer.





ЗАО «НАУЧНО-ПРОИЗВОДСТВЕННАЯ ФИРМА «ДОЛОМАНТ»

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 партнером мировых лидеров по производству 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



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

Разработка и производство электронного оборудования и программного обеспечения



Более 500 изделий для специальных применений и жестких условий эксплуатации

Поставка в качестве второго поставщика



Более 400 000 наименований изделий иностранного производства под контролем военного представительства

Специальные проверки и исследования

Приемка ОТК и контроль ВП МО РФ. ГОСТ Р ИСО 9001-2008 и ГОСТ РВ 15.002-2003

Реклама

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

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



Средства VHDL для функциональной верификации цифровых систем

Николай Авдеев, Пётр Бибило (г. Минск, Белоруссия)

В статье описан тип *protected*, облегчающий написание тестирующих программ, и приведены примеры его использования в языке VHDL.

ВВЕДЕНИЕ

Язык VHDL давно утвердился в качестве одного из двух основных языков проектирования цифровых систем (наряду с Verilog). Потребности практики и развитие систем автоматизированного проектирования постепенно дополняли и усложняли конструкции языка VHDL, который изначально предназначался для спецификации и моделирования цифровых систем и схем. Стандарты VHDL'87, VHDL'93 были ориентированы на моделирование, а затем приспособлены и для синтеза логических схем по VHDL-описаниям проектируемых систем. Для потребностей синтеза пришлось ограничить число конструкций, т.е. выделить синтезируемое подмножество конструкций языка (IEEE Std 1076.6-1999). Ведущие фирмы – производители САПР разработали средства, позволяющие от исходного описания цифровой системы на синтезируемом подмножестве VHDL получать описания топологии кристаллов заказных СБИС либо конфигураций ПЛИС.

В настоящее время одной из важнейших является проблема получения правильной (безошибочной) исходной VHDL-модели, по которой автоматически синтезируются логические схемы, размещаемые на кристалле. Чтобы убедиться в правильности спецификации, VHDL-моделирования оказывается недостаточно в силу большой размерности задачи и невозмож-

ности перебора всех последовательностей входных тестовых векторов. Важность моделирования при этом возрастает, поскольку цена ошибки становится неприемлемо большой из-за повторения технологического цикла выпуска кристалла.

Технологии верификации исходных описаний проектов бурно развиваются. Предпринимаются попытки разработки языков более высокого уровня абстракции по сравнению с VHDL и Verilog. Но эти языки прочно занимают центральное место в проектировании, и производители САПР вынуждены учитывать данное обстоятельство. Для целей верификации в язык VHDL были добавлены новые средства и конструкции, появились стандарты VHDL'2002 и VHDL'2008. Например, в VHDL'2008 [1] было добавлено 14 ключевых слов из языка PSL (Property Specification Language), предназначенных для верификации с помощью аппарата утверждений (Assertion-Based Verification).

Проблема верификации вызвала появление методологии OS-VVM (Open Source VHDL Verification Methodology) [2], предназначенной для написания «интеллектуальных» тестирующих программ. Методология OS-VVM позволяет реализовать функциональное покрытие и управляемую генерацию псевдослучайных тестов, используемых при верификации функциональных блоков. В отличие от понятия покрытия VHDL-кода (*code coverage*) или покрытия свойств (*property coverage*), в методологии OS-VVM под функциональным покрытием понимается сбор значений переменных и сигналов VHDL-проекта при выполнении моделирования.

Важное место в пакетах *RandomPkg* и *CoveragePkg* [3], специально созданных для поддержки OS-VVM, занимает тип *protected* (см. рисунок), появившийся в стандарте VHDL'2002 и облегчающий написание тестирующих программ для функциональной верификации.

Описание типа *protected* (защищённого) и его использование при написании программ VHDL приводится ниже, при этом предполагается, что читатели знакомы с основами языка VHDL.

ОПИСАНИЕ ТИПА PROTECTED

Тип *protected* [1, 4, 5] базируется на концепции, похожей на классы в объектно-ориентированном подходе, применяемом в других языках программирования. Тип *protected* упрощает инкапсуляцию в VHDL-коде, поскольку для него осуществляется:

- объединение элементов данных и операций, которые могут выполняться над данными, в один объект;
- сокрытие деталей реализации типов данных от пользователей.

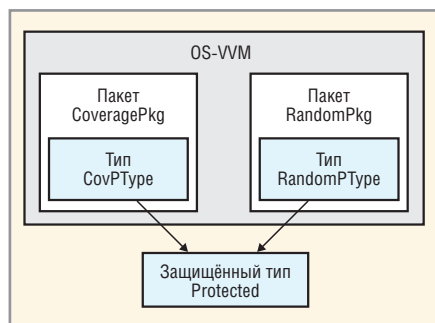
Пользователи VHDL, которые никогда не работали с защищёнными типами, могут легко представить их как специальную версию типа *record* (запись), который позволяет включать процедуры и функции дополнительно к обычным полям данных. Полное определение типа *protected* состоит из двух частей:

- декларации типа *protected*;
- тела (body) типа *protected*.

Объявления в декларативной части типа могут включать декларации подпрограмм (процедур и функций), спецификации атрибутов и конструкции подключения, использующие ключевое слово *use*. Тела подпрограмм объявляются в теле типа *protected*. В стандарте VHDL'2008 [1] подпрограммы, описанные при декларации типа *protected*, названы методами. Ниже приведён пример декларации защищённого типа COUNTER_TYPE:

```
-- декларация типа
type COUNTER_TYPE is protected
procedure Set ( num : integer);
procedure Inc;
impure function get
return integer;
end protected COUNTER_TYPE;
```

Элементы, объявленные внутри тела типа *protected*, недоступны для использования вне этого типа. Таким об-



Тип *protected* используется в методологии OS-VVM

разом, единственный способ доступа к этим элементам – использование методов, объявленных при декларации типа. Ограничением для методов является то, что их формальные параметры не могут быть типа *access* или *file*.

Тело типа *protected* задаёт детали реализации данного типа; в теле типа могут быть описаны:

- декларации и тела подпрограмм, пакетов;
- декларации типов, подтипов, констант, переменных, файлов и *alias* (переименований);
- декларации атрибутов, спецификации и др.

Пример тела:

```
type COUNTER_TYPE is protected
body -- тело типа
variable count : integer := 0;
procedure Set ( num : integer) is
begin
count := num ;
end procedure Set;
procedure Inc is
begin
count := count + 1 ;
end procedure Inc;
impure function Get
```

```
return integer is
begin
return count;
end function Get;
end protected body COUNTER_TYPE;
```

Если тип *protected* определён в декларативной части архитектуры, то и декларация, и тело типа должны быть размещены в этой части. Если же этот тип определён в пакете, то декларация типа должна быть размещена в декларативной части пакета, а тело типа – в теле пакета.

Все подпрограммы, определённые в теле типа *protected*, имеют полный доступ к внутренним структурам данных, поэтому они не должны указывать их в качестве формальных параметров. Это значит, что все функции типа *protected*, имеющие доступ к внутренним данным, должны быть объявлены как функции *impure*. Ключевое слово *impure* указывает на функцию с побочным эффектом (побочным эффектом является, например, чтение или запись файла). Для таких функций возвращаемые значения могут быть разными для одних и тех же значений аргументов [5, 6]. Слово *impure* является обяза-

тельным, в отличие от слова *pure* для «чистой» функции.

ПРАВИЛА ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ТИПА PROTECTED

Только методы, имена которых заданы при декларации типа *protected*, являются видимыми вне данного типа. Всё, что задаётся внутри тела типа *protected*, невидимо снаружи. Однако все имена, объявленные при декларации типа, видны в теле типа *protected*. Это правило аналогично правилу видимости имён, объявленных в декларативной части пакета и в теле пакета.

Только переменные могут быть типа *protected*. Общие (*shared*) переменные могут быть типа *protected*. Другие переменные также могут быть типа *protected*, но, поскольку они доступны только для одного процесса, в котором они были объявлены, то их использование не имеет особого смысла.

Типы *protected* не могут быть использованы в качестве элементов файлов, элементов составных типов или типов доступа (*access types*).

Передача значения одной переменной типа *protected* другой перемен-

САПР печатных плат

EREMEX DELTA DESIGN —
сквозной цикл проектирования
печатных плат

• Менеджер библиотек

• Схмотехническое моделирование

• Топологический трассировщик

• Схемный редактор



Тел.: +7 (495) 232-18-64; +7 (812) 448-04-44
Факс: +7 (495) 234-06-40 • E-mail: info@eremex.ru • Web: www.eremex.ru



Реклама

ной не допускается. Как следствие, переменная типа *protected* не должна иметь присвоения начального значения при декларации, например, недопустимой является следующая декларация:

```
shared variable Cnt1, Cnt2 :
COUNTER_TYPE := 10; -- недопустимо
...
Cnt1 := Cnt2; -- недопустимо
```

Аналогичным образом операторы равенства (\Leftarrow) и неравенства (\neq) не должны использоваться для типа *protected*:

```
shared variable Cnt1, Cnt2 :
protected_type;
...
if (Cnt1 = Cnt2 and Cnt1 /= 5)
then -- недопустимо
```

Функции, объявляемые при декларации защищённого типа, должны объявляться с ключевым словом *impure*.

Как правило, защищённым типом *protected* являются общие переменные, которые объявляются в декларативной части архитектуры и пакетов, но не процессов и подпрограмм. Если добавить ключевое слово *shared* в декларации переменной, то такую переменную называют общей переменной, и к ней разрешается доступ более чем из одного процесса. Общие переменные могут быть продекларированы в тех местах кода VHDL, где не могут быть продекларированы обычные переменные, а именно, в декларации *entity*, в разделах деклараций архитектур, операторов блоков, операторов генерации и пакетах. В отличие от обычных переменных, могут возникать проблемы при использовании общих переменных, например, когда два процесса конкурируют при обновлении общей переменной, это может приводить к непредсказуемому итоговому значению переменной.

ПРИМЕР ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ТИПА PROTECTED

```
package new_types is
type COUNTER_TYPE is protected
procedure Set ( num : integer);
procedure Inc;
impure function get return integer;
end protected COUNTER_TYPE;
end new_types;
```

```
package body new_types is

type COUNTER_TYPE is protected
body -- тело типа
variable count : integer := 0;
procedure Set ( num : integer) is
begin
count := num ;
end procedure Set;
procedure Inc is
begin
count := count + 1 ;
end procedure Inc;
impure function Get return
integer is -- определение функции
begin
return count;
end function Get;
end protected body COUNTER_TYPE;
end new_types;

library work;
use work.new_types.all;

entity count is
end entity;

architecture beh of count is
shared variable Cnt :
counter_type;

begin
p1: process
begin
if Cnt.get = 6 then
-- wait for 0 ns;
Cnt.Set(0);
end if;
wait for 10 ns;
end process p1;

p2: process
begin
Cnt.Inc;
wait for 10 ns;
end process p2;
end architecture;
```

Для того чтобы вызвать методы (функции, процедуры) защищённого типа, следует указать имя переменной и имя метода, разделённые точкой. Например, если переменная объявлена как

```
shared variable Cnt :
COUNTER_TYPE;
```

то она может использоваться следующим образом:

```
if (Cnt.Get = 6) then . .
```

В этом выражении вызывается метод *Get* переменной *Cnt*, который возвращает значение внутренней переменной *count*.

Локальные переменные, объявленные в процессах и подпрограммах, также могут быть типа *protected*. В этом случае общий доступ к данным типа *protected* невозможен, но преимущества инкапсуляции остаются. Заметим, что нельзя продекларировать сигнал типа *protected*.

Следует отметить, что использование общих переменных защищённого типа гарантирует доступ к общим структурам данных только для одного процесса в настоящий момент, но не гарантирует порядок выполнения. Это значит, что состязание по-прежнему возможно, если обновление или чтение общей структуры данных планируется в один и тот же момент моделирования и в дельта-цикле. Наблюдать гонки (различные результаты моделирования) можно путём экспериментов, вводя дельта-задержку (с помощью оператора *wait for 0 ns;*) в процессе *p1* и переставляя в тексте программы процессы *p1, p2*.

Защищённые переменные *shared* можно объявлять (по сути глобальными) в другом пакете, не забыв указать ссылку на пакет, где декларируются эти переменные, и использовать эти переменные для программ сбора информации о функциональном покрытии.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В методологии OS-VVM защищённые типы, описанные в пакетах *RandomPkg* и *CoveragePkg*, используются для того, чтобы, с одной стороны, скрыть от пользователя довольно сложные структуры данных, а с другой – с целью упрощения работы пользователя с подпрограммами и функциями, предназначенными для генерации псевдослучайных чисел и сбора данных для оценки функционального покрытия.

ЛИТЕРАТУРА

1. IEEE Standard VHDL Language Reference Manual, IEEE Std 1076-2008.
2. <http://osvvm.org/about-os-vvm>.
3. <http://www.synthworks.com/downloads/>.
4. Using Protected Types in VHDL Designs. <http://www.aldec.com/en/support/resources/documentation/articles/11179>.
5. *Asbenden P.J., Lewis J.* The Designer's Guide to VHDL. Third Ed. Morgan Kaufmann, 2008.
6. *Суворова Е.А., Шейнин Ю.Е.* Проектирование цифровых систем на VHDL. БХВ-Петербург, 2003.



Оптимальный выбор!



VxWorks

QNX

Wind River Linux

Windows
Embedded Standard

Windows
Embedded Compact (CE)

RTOS-32

ВСТРАИВАЕМЫЕ ОПЕРАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ

- Встраиваемые ОС и ОС реального времени
- Инструментарий разработки и отладки
- Системное и связующее ПО
- Поставки оборудования с предустановленной ОС

WWW.PROSOFT.RU/RTOS



ОФИЦИАЛЬНЫЕ ПОСТАВКИ И ПРЕДУСТАНОВКА НА ОБОРУДОВАНИЕ

PROSOFT[®]

Москва

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

С.-Петербург

Тел.: (812) 448-0444 • Факс: (812) 448-0339 • info@spb.prosoft.ru • www.prosoft.ru



Реклама

6-я Международная конференция «Встраиваемые технологии 2013. Современные программные и аппаратные решения»

18 апреля 2013 года в Москве в Международном выставочном центре «Инфопространство» состоится шестая Международная конференция, собирающая за «одним столом» экспертов, ведущих производителей и разработчиков современных интеллектуальных устройств.

Конференция посвящена исключительно тематике производства современных интеллектуальных устройств и решений, применяемых в различных отраслях, таких как промышленная автоматизация, сфера обслуживания, розничная торговля, банковские системы, медицина, обучение, индустрия развлечений, реклама.

В этом году планируется запуск сразу нескольких новых продуктов: Windows Embedded 8 Standard, Windows Embedded 8 Professional, Windows Embedded 8 Industry, Windows Embedded Compact 2013. Поэтому значительная часть докладов будет посвящена новой линейке анонсируемых программных продуктов. Существенное внимание будет уделено встраиваемым серверным продуктам Windows Embedded Server 2012, Windows Storage Server 2012 и вопросам разработки современных приложений.

Докладчики из Embedded-подразделения Microsoft EMEA поделятся

информацией о том, каким Microsoft видит будущее встраиваемых технологий и какие бизнес-перспективы открываются для разработчиков в свете основных тенденций рынка, которые уже невозможно игнорировать.

Компания Intel представит свой roadmap и новые продукты для Embedded-рынка, отражающие современные тенденции.

Представители тайваньской фирмы Advantech расскажут о надёжных и защищённых встраиваемых компьютерах, успешно используемых в проектах российских компаний в области промышленной автоматизации.

Решения на ARM-архитектуре будут представлены докладами ведущих специалистов Texas Instruments и Freescale.

В рамках деловой программы планируются выступления, посвящённые разработке интерфейсов и приложений, защите Embedded-устройств,

проблематике лицензирования, возможностям по обучению, real-time сценариям.

Российские партнёры поделятся своим опытом использования Windows Embedded для создания «умных» устройств с богатым функционалом в сжатые сроки.

Традиционно на конференции будет работать выставка устройств российских производителей, где планируется представить компоненты для создания embedded-решений. Разработчики, системные интеграторы, производители продемонстрируют новинки и инновационные разработки в области встраиваемых устройств: тонкие клиенты, промышленные компьютеры, киоски, терминалы, системы Digital Signage, медицинское оборудование и многое другое.

Организатором конференции выступает компания «Кварта Технологии», ведущий российский дистрибьютор встраиваемых систем Microsoft Windows Embedded (EMEA Embedded Distributor of the Year 2013).

Участие в конференции бесплатное. Требуется предварительная регистрация.

www.embeddedday.ru

<p>© Все права защищены. Microsoft, зарегистрированное на территории США и в других странах, и владение авторских прав на его продукты являются товарными знаками Microsoft.</p> <p>WINDOWS EMBEDDED DAY WED 2013</p> <p>VI Ежегодная конференция «Встраиваемые технологии 2013. Современные программные и аппаратные решения»</p> <ul style="list-style-type: none"> • Презентация новой операционной системы Windows Embedded 8 • Аналитический обзор рынка встраиваемых систем • Обзор планов по выходу новых продуктов • Средства разработки приложений и интерфейсов • Выставка аппаратных компонентов и готовых решений на базе технологий Windows Embedded • Выступления представителей Microsoft, Intel, Advantech, Texas Instruments, Aopen и других. <p>Microsoft intel ADVANTECH QUARTA TECHNOLOGIES</p>	<p> 18 апреля 2013 г. Москва</p> <p> Доклады Партнерская выставка</p> <p> Регистрация: www.embeddedday.ru embeddedday2013@quarta.ru</p>	<p> Москва Инфопространство 1-й Зачатьевский переулок, д. 4</p> <p> Организатор: Кварта Технологии тел.: +7 495 234 40 18 www.quarta.ru</p> <p style="writing-mode: vertical-rl; transform: rotate(180deg);">Реклама</p>
---	---	---

«Электроника-Транспорт 2013» – насыщенная программа для специалистов!

С 22 по 24 мая 2013 года в Москве пройдет 7-я Международная специализированная выставка электроники и информационных технологий для транспорта и транспортной инфраструктуры «Электроника-Транспорт 2013».

Мероприятие ориентировано на руководителей и специалистов предприятий автомобильного, городского, железнодорожного транспорта и метрополитенов. Выставке оказывают поддержку Министерство транспорта РФ, ОАО «РЖД», Международная ассоциация «Метро», Ассоциация предприятий городского электротранспорта.

В рамках деловой программы выставки «Электроника-Транспорт 2013» планируются:

- Конференция «Практические особенности внедрения навигационно-информационных технологий на современном транспортном предприятии». На пленарном заседании будет обсуждаться роль информационных технологий в вопросах развития и повышения эффективности автомобильного транспорта и транспортной инфраструктуры, в частности для перевозки пассажиров наземным общественным транспортом, такси, а также управления городскими грузоперевозками.
- Семинар «Современные технологии оплаты проезда и учёта пассажиропотока» будет посвящён проблематике опыта внедрения современных систем оплаты проезда на городском общественном транспорте. Специалисты представят прогноз рынка и анализ технологических тенденций, а также анонсируют первые проекты с использованием NFC и других перспективных технологий.
- Конференция для главных конструкторов и разработчиков транспортной электроники «Электронные модули и компоненты для транспортного приборостроения и транспортных систем» призвана содействовать решению вопросов выбора надёжных комплектующих для приборов и систем

транспортного назначения: источников питания, дисплейных модулей и индикаторов, управляющих контроллеров, датчиков, корпусов, соединителей, кабелей, муфт.

- Семинар «Видеонаблюдение и обеспечение безопасности пассажиров на городском общественном транспорте» посвящён вопросам организации и проведения работ по обеспечению требований ФЗ «О транспортной безопасности» от 09.02.2007 г. № 16, приказов Минтранса РФ на объектах транспортной инфраструктуры и транспортных средствах. Будет представлен опыт построения интегрированных систем безопасности на объектах общественного транспорта и выбора оптимальных технических средств.
- Конференция «Новые технологии в инфраструктуре энергообеспечения на ГЭТ и метрополитене. Модернизация тяговых подстанций» позволит детально проана-

лизировать вопросы повышения энергоэффективности традиционного электротранспорта, модернизации контактной сети, энергоучёта. Также производители технических средств (аккумуляторов, накопителей, преобразователей, оборудования для токосъёма, соединителей) представят компоненты для перспективного подвижного состава – электробусов, троллейбусов и трамваев с автономным ходом. Планируются технические визиты на объекты транспортного энергоснабжения в Москве.

Выставка «Электроника-Транспорт» – ведущее отраслевое мероприятие, ориентированное на решение актуальных практических задач транспортных компаний и предприятий транспортного приборостроения. Она является традиционным местом встречи специалистов со всей России и гостей из ряда зарубежных стран.

Посещение выставочной экспозиции для специалистов бесплатное.

Для участия в деловой программе необходима регистрация.

Тел.: +7 (495) 287-4412
www.e-transport.ru



Электроника-Транспорт
2013



22-24 мая 2013 г.
Москва, ВВЦ

VII МЕЖДУНАРОДНАЯ ВЫСТАВКА

Тематика:

- Системы диспетчеризации и управления транспортным парком (грузовые автоперевозки, пассажирский транспорт, такси, спецтранспорт)
- Комплексы навигации и связи
- Системы безопасности и видеонаблюдения
- Системы контроля пассажиропотока
- Системы оплаты проезда
- Технологии снижения расхода топлива
- Информационные системы для пассажиров
- Автоматика, телемеханика
- Измерительные и диагностические приборы
- Силовая электроника для транспорта
- Электронные, электротехнические компоненты

Конференция:
 «Практические особенности внедрения навигационно-информационных технологий на современном транспортном предприятии»
 Организатор: «Профессиональные Конференции», тел. +7(495) 66-324-66

ПОДДЕРЖКА:



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









«ЭкспоЭлектроника»: выбор очевиден

На протяжении 16 лет в фокусе Международного форума «ЭкспоЭлектроника» оказываются самые актуальные вопросы и задачи, потребности и тенденции электронной промышленности.

«ЭкспоЭлектроника 2013» не станет исключением: дискуссии на одну из самых злободневных тем – подготовка высококвалифицированных кадров, новые компании и презентации мировых ноу-хау на стендах участников выставок – вот лишь малая часть того, что ожидает посетителей.

Выставка-форум «ЭкспоЭлектроника» – главное отраслевое событие на отечественном рынке, широко известное не только российским специалистам, но и международному профессиональному сообществу. Мировые производители уверенно выбирают её в качестве надёжной площадки для презентации своей продукции, поиска дистрибьюторов и установления долгосрочных партнёрских отношений. Каждый год число таких компаний растёт, к ним присоединяются всё новые и новые участники. В этом году к своим блестящим дебютам на выставке «ЭкспоЭлектроника» готовятся компании: Duplex CSA Ltd (Великобритания), Italsensor s.r.l. (Италия), ICAPE (Франция), Elmatica (Норвегия), KAGA ELECTRONICS CO., Ltd (Япония), UM Green (Индия), Suntal Corporation (Тайвань), Advantech (Тайвань), APS Manufacturing Eood (Болгария), Truly Electronics (Гонконг), ООО «РИГ» (Казахстан), ООО «Изовак» (Беларусь), а также многочисленные китайские и корейские производители.

Российские производители и дистрибьюторы также выбирают «ЭкспоЭлектронику» для того, чтобы представить себя широкой профессиональной аудитории, закрепиться на отечественном рынке и найти новых зарубежных партнёров. Впервые в форуме примут участие такие российские компании, как ООО «Компания «А-Лазер»», ООО «НЭК», ООО «КБ Пресс-форма», ООО «ТСК-инжиниринг», ООО «Экспокомплект», ООО «Новинтэл», ООО «Оркада», Ландата, Элемент компания, Эм Эс Эйч Техно, БМП Технолоджи, Вилком Холдинг.

Ещё одним свидетельством высокой степени доверия к проекту и его авторитета на международной выставоч-

ной арене является решение ведущего мирового производителя прецизионных электроприводов и компонентов для построения привода – компании *maxon motor ag* (Швейцария) – провести в рамках форума российскую премьеру своей новой линейки приводов *maxon DCX*, которые представляют собой верх инженерно-технической мысли.

Несмотря на широкий спектр инновационной продукции, представленной на форуме, успешное развитие отрасли невозможно в отрыве от процессов подготовки высококвалифицированных кадров.

На сегодняшний день чётко обозначились серьёзные проблемы в системе подготовки кадров. Ключевой, по мнению генерального директора ОАО «Российская электроника» А.В. Зверева, является обособленность друг от друга высшей школы и высокотехнологичного производства, в то время как российская промышленность нуждается именно в целостности этой системы. В её реформировании в равной степени заинтересованы и государство, и бизнес-структуры. Наиболее инициативные из них представят на форуме «ЭкспоЭлектроника» свои конструктивные схемы взаимодействия вузов и предприятий.

Свою действующую программу действия учебным заведениям «Между образованием и современными технологиями» («МОСТ») представит ЗАО «Предприятие ОСТЕК». В рамках данной программы, призванной помогать вузам в установлении прямых контактов с промышленными предприятиями отрасли и получении заказов на НИОКР, проходит конкурс «Технологическое будущее радиоэлектроники-2013» на лучшую прикладную научно-исследовательскую работу в области технологий радиоэлектроники. Победители будут приглашены для вручения призов на XI Международную выставку технологического оборудования и материалов для производства изделий электронной и электротехнической промышленности

«ЭлектронТехЭкспо 2013», которая является неотъемлемой частью Международного форума «ЭкспоЭлектроника».

Кроме этого, на стенде ЗАО «Предприятие ОСТЕК» состоится торжественное награждение финалистов онлайн-чемпионата для технологов радиоэлектронной отрасли, мероприятия уникального, поскольку оно проводится впервые как на территории России, так и на территории стран СНГ.

Выбор выставки «ЭлектронТехЭкспо» в качестве площадки для подведения итогов столь престижных конкурсов говорит о значимости и высоком статусе мероприятия в авторитетной профессиональной среде специалистов.

Впервые в рамках выставки «ЭкспоЭлектроника» в партнёрстве с Группой компаний «Диполь» будет организована многофункциональная площадка «Диполь Проф-АРЕНА», где будут представлены типовые решения для оснащения учебно-производственных центров – лицеев, колледжей и вузов, что является крайне необходимым шагом, поскольку современных учебно-производственных лабораторий по электронике сегодня очень мало.

Представленное новейшее технологическое и измерительное оборудование позволит осуществить переход на новые программы и методы обучения.

Подробнее о них можно будет узнать на круглом столе «Высококвалифицированные кадры – наше будущее» с участием руководителей и представителей учебных заведений России, где уже внедрены современные стандарты обучения.

Практические навыки будущие молодые специалисты смогут получить, посетив мастер-классы по рабочим и инженерным специальностям в области радиоэлектроники, которые проведут представители ГОУ НПО Профессиональный лицей №130 им. Владимира Широкова, Технического колледжа управления и коммерции, СПбГЭТУ и других учебных заведений России.

Международный форум «ЭкспоЭлектроника 2013» пройдет с 10 по 12 апреля 2013 года в Москве в выставочном центре Крокус Экспо.

www.expoelectronica.ru

10-12
АПРЕЛЯ 2013

МЕСТО ПРОВЕДЕНИЯ:
КРОКУС ЭКСПО
МОСКВА


ufi
Approved
Event

ВСЕ ЦВЕТ
ЭЛЕКТРОНИКИ

Е • Х • Р • О 
Е • Л • Е • К • Т • Р • О • Н • И • К • А

**16-Я МЕЖДУНАРОДНАЯ ВЫСТАВКА
ЭЛЕКТРОННЫХ КОМПОНЕНТОВ И КОМПЛЕКТУЮЩИХ**

Организаторы:



primexpo



ITE GROUP PLC



ufi
Member



ЧЛЕН РСВР

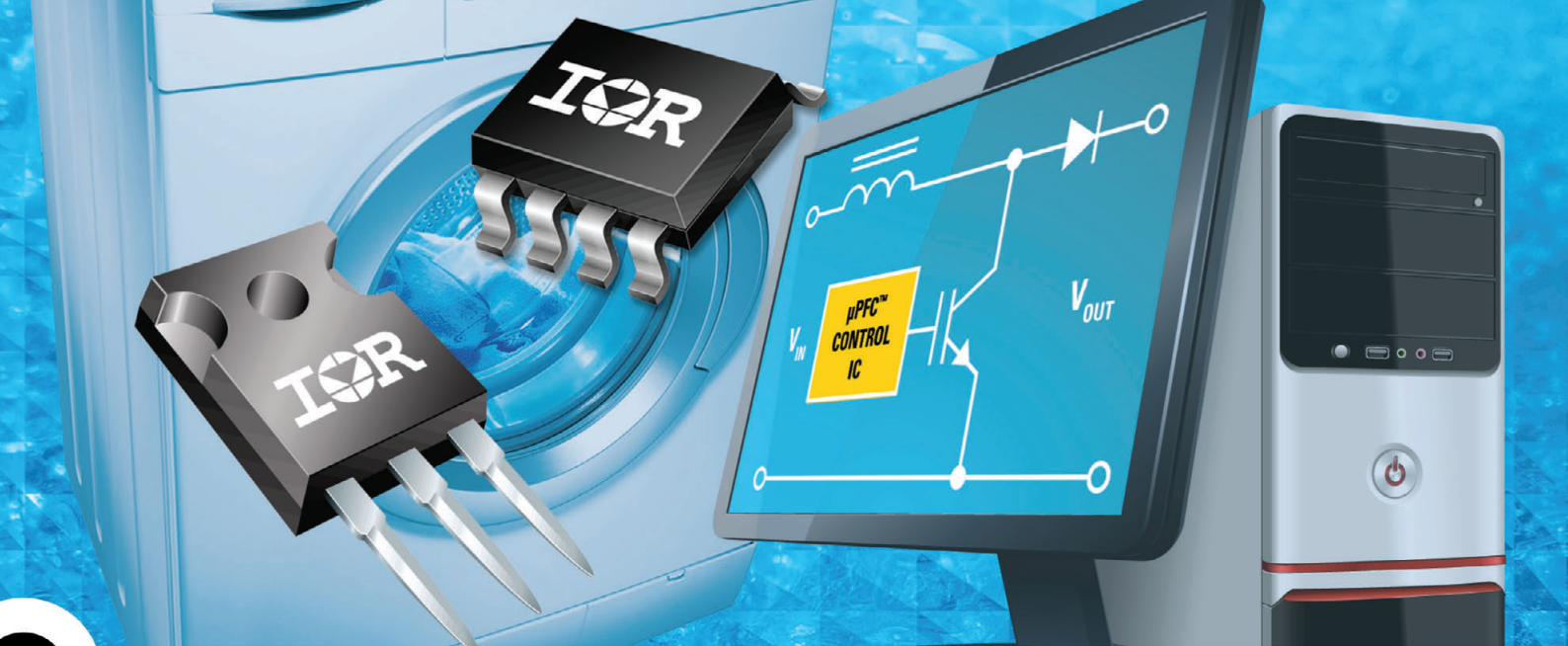


ЭЛИНТ СП
Электронторг СП

При участии:

www.expoelectronica.ru

т. (812) 380 6003/07/00, ф. (812) 380 6001, electron@primexpo.ru



Источник чистой энергии

Микросхемы ККМ с высоким коэффициентом мощности для ИП от 75 Вт до 4 кВт и более

Микросхемы ККМ	
Наименование	Описание
IR1152	Фиксированная частота переключения 66 кГц с защитой от падения напряжения и защитой от перенапряжения
IR1153	Фиксированная частота переключения 22 кГц с защитой от падения напряжения и программируемой защитой от перенапряжения
IR1155	Программируемая частота переключения и программируемая защита от перенапряжения

Семейство микросхем ККМ IR115x радикально меняет традиционное представление о решениях для ККМ. Данные микросхемы, в которых используется фирменная технология One Cycle Control™, работают в режиме непрерывного тока преобразователей повышающего типа, позволяют сократить количество используемых компонентов и площадь печатной платы, минимизируя общую стоимость всей системы.

Совместимые с ККМ IGBT 600 В для систем большой мощности				
Наименование	Схема	$I_C @ 100^\circ\text{C}$, А	$V_{CE(on)}$ (макс), В	Корпус
IRGB20B60PD1	Со встроенным диодом	22	2,35	TO-220AB
IRGP20B60PD		22	2,35	TO-247AC
IRGP35B60PD		35	2,15	TO-247AC
IRGP50B60PD1		45	2,35	TO-247AC
IRG4(B/IB)C20W	Дискретный	6,5	2,6	TO-220AB; TO-220 FullPak
IRG4(B/IB/P)C30W		12	2,7	TO-220AB; TO-220 FullPak; TO-247AC
IRG4(B/P)C40W		20	2,5	TO-262; TO-220AB; TO-247AC
IRG4PC50W		27	2,3	TO-247AC
IRGP4069		35	1,85	TO-247AC
IRGP4063		48	2,14	TO-247AC
IRGP4066		90	2,1	TO-247AC

Особенности:

- Компактное, простое и эффективное решение
- Не требует много времени на разработку
- Соответствует основным стандартам (1W, Blue Angel, Energy Star)
- Не требуется измерение входного напряжения
- Коэффициент мощности 0,999
- Частота переключения 22 кГц, 66 кГц или программируемая
- Режим управления по среднему значению тока
- Поцикловая защита по пиковому току

Компэл
www.compel.ru

Москва
Тел.: (495) 234-7764, доб. 2257
Соломатин Максим
E-mail: ir@compel.ru

Санкт-Петербург
Тел.: (812) 327-9404, доб. 4340
Калинин Сергей
E-mail: ir@compel.ru

International
IR Rectifier
THE POWER MANAGEMENT LEADER