

РАДИО- ЕЖЕГОДНИК



ЖУРНАЛЫ
по электронике-2015

ВЫПУСК
36

2016



РАДИО - ЕЖЕГОДНИК 2016 выпуск 36

ТЕМАТИЧЕСКИЙ ОБЗОР ПЕЧАТИ И ИНТЕРНЕТ-РЕСУРСОВ

ТЕМА ВЫПУСКА:

Журналы по электронике — 2015

*Прогресс науки обратно пропорционален
числу выходящих журналов.
(Законы Мерфи. Шестой закон Паркинсона)*

В обзоре представлено 20 периодических изданий по электронике, выходящих на русском языке.

Выпускающий редактор: С. Степанов

Над выпуском работали: С. Муратчаев В. Алексеев А. Николаев
С. Скворцов И. Безверхний А. Смирнов
В. Иванов Л. Белозор Н. Тюнин
В. Смирнов В. Макаренко М. Шустов

Художник: О. Агафонов

E-mail: radioyearbook@gmail.com

Май 2016

Информационная поддержка:



Портал "РадиоЛоцман" www.rlocman.ru

Официальные версии журнала
доступны для свободной загрузки:

www.rlocman.ru/radioyearbook

Журналы по электронике — 2015

Стр.	Содержание
5	РадиоЛоцман www.rlocman.ru/magazine/
17	Миф, называемый «земля» *
	Шаговые двигатели: особенности и практические схемы управления *
19	Часть 1. Общие вопросы использования
27	Часть 2. Схемотехника систем управления
36	Измерение мощности переменного тока с использованием ШИМ и АИМ *
39	Модифицированная схема зарядового насоса извлекает энергию из цифрового сигнала *
41	Генератор гармонических колебаний с низкими нелинейными искажениями на КМОП инверторах *
45	Выключатель питания с нулевым потреблением мощности на основе нефиксируемой кнопки *
49	Перестраиваемый генератор гармонических сигналов с низкими искажениями и внешней синхронизацией *
51	Приставка для обратной переадресации входящего звонка *
61	Ремонт & Сервис www.remserv.ru
68	Postal programmer — «умный» программатор *
72	Методика заправки картриджа «HP CF280A/X» *
81	PCI-плата «TT budget S-1401» — цифровой спутниковый ТВ ресивер *
91	Современная Электроника www.soel.ru
98	Тенденции развития аэрокосмических энергетических систем с лазерными каналами передачи энергии *
105	Преимущества FPGA с технологией Tri-Gate *
109	Магнитотерапевтические установки и аппараты отечественного производства
115	Дворцовые тайны ноу-хау *
120	Электронные Компоненты и Системы www.ekis.kiev.ua
125	Уменьшение искажений, вносимых аналоговыми ключами *
130	Основные отличия Multisim 14 от предыдущих версий программы *
135	Интегральные схемы энергособирателей *
142	Самовосстанавливающиеся предохранители компании Littelfuse *
148	Радиоаматор www.ra-publish.com.ua/ra_mag.html
152	Серводвигатели для роботов и игрушек *
155	Цифровой термометр на микросхеме MAX6675 и микроконтроллере *
157	Монитор электросети *
159	Простой источник питания гальванотехника из компьютерного БП *
162	Нетривиальный ремонт светодиодного фонаря *

165	Радиоконструктор	www.radiocon.nethouse.ru
167	Устройство световых эффектов с управлением по каналу RS-485 *	
176	Инвертор =12(24)V / ~220V 500W с модифицированной синусоидой *	
179	Порт USB – регулируемый источник питания *	
181	USB-измерительный прибор для проведения экспериментов *	
186	Генератор плавного диапазона на цифровой микросхеме *	
187	16-командное управление по электросети *	
192	Компоненты TI	www.scanti.com
196	Интернет вещей делает сеть энергоснабжения интеллектуальнее *	
205	Интерфейс начального загрузчика для MSP430 на основе LaunchPad, использующего протокол UART *	
209	Практическая разработка конструкции антенны транспондера датчика RF430FRL15xH NFC и ISO/IEC 15693 *	
217	Радиоежегодник	www.rlocman.ru/radioyearbook/
223	М.А. Шустов. Как написать статью для технического журнала New!	
233	Беспроводные Технологии	www.wireless-e.ru
236	Вестник Электроники	www.vestnikmag.ru
238	Компоненты и Технологии	www.kit-e.ru
246	Новости Электроники	www.compel.ru/lib/ne/
250	Полупроводниковая Светотехника	www.led-e.ru
253	Радио	www.radio.ru
261	Радиолюбитель	www.radioliga.com
268	Силовая Электроника	www.power-e.ru
272	Современная Светотехника	www.lightingmedia.ru
275	Электрик	www.electrician.com.ua
278	Электроника Инфо	www.electronica.today
282	Электронные Компоненты	www.elcomdesign.ru

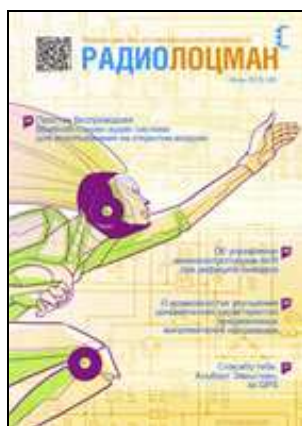
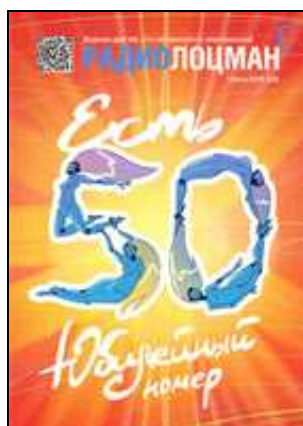
(*) Статьи любезно предоставлены издателями для ознакомления и воспроизводятся полностью

ЖУРНАЛ ДЛЯ ТЕХ, КТО ИНТЕРЕСУЕТСЯ ЭЛЕКТРОНИКОЙ

РАДИОЛОЦМАН

WWW.RLOCMAN.RU

www.rlocman.ru/magazine/



РадиоЛоцман.Журнал

Приложение для мобильных устройств (планшетов и смартфонов)



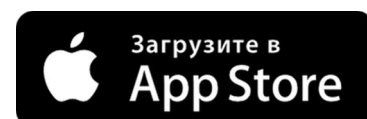
ANDROID »
GOOGLE PLAY



<https://play.google.com/store/apps/details?id=net.magtoapp.viewer.radiolocman>



iOS (iPhone, iPad) »
APP STORE



<https://itunes.apple.com/ru/app/radiolocman.zurnal/id1083434484?mt=8>

Устанавливайте приложение и скачивайте!
Доступен весь архив номеров журнала.

Сводное содержание журнала «РадиоЛоцман» за 2015 год

Новости

Linear Technology анонсировала понижающий DC/DC преобразователь с выходным током до 8 А и программируемым числом независимых каналов	№ 1
Silego представила первый конфигурируемый коммутатор нагрузки с функцией высокоточного измерения протекающего тока	№ 1
Kionix анонсирует самые тонкие в отрасли МЭМС-акселерометры	№ 1
NVE представляет двухканальные изоляторы с напряжением изоляции 5 кВ	№ 1
Zilog выпускает новую серию экономичных микроконтроллеров Z8 Encore! XP F6482	№ 1
Intel представила Curie: миниатюрный модуль для рынка носимой электроники	№ 1
Новейшая микросхема управления компании TRINAMIC снижает шум шагового двигателя на 10 дБ	№ 1
Diodes представляет новый переключатель нагрузки с программируемыми параметрами	№ 1
Alpha and Omega Semiconductor представляет новые 40-вольтовые MOSFET с сопротивлением открытого канала 0.99 мОм	№ 1
Adesto сообщает о революционном прорыве в технологии памяти CBRAM	№ 1
Diodes предлагает новый драйвер для недиммируемых светодиодных ламп MR16	№ 1
Lantronix предлагает готовое к интеграции в мобильную систему решение для M2M и IOT приложений на Raspberry Pi	№ 1
IXYS представляет оптоизолированный быстродействующий драйвер затворов мощных MOSFET	№ 1
Holtek выпустила новый коммуникационный микроконтроллер с приемопередатчиком 2.4 ГГц	№ 1
Тактовая частота микропроцессора на органических транзисторах достигла 2 кГц	№ 1
Diodes расширила линейку ультраминиатюрных MOSFET	№ 1
AVX выпускает первый в мире танталовый конденсатор типоразмера 0201	№ 1
Silicon Labs представляет новые датчики температуры со сверхнизким энергопотреблением	№ 1
Z-Communications предлагает новый ГУН V480MEM2-LF с отличными характеристиками фазовых шумов	№ 1
Linear Technology объявила о выпуске нового 60-вольтового контроллера повышающе-понижающего DC/DC преобразователя	№ 1
* * *	
Наномодули SIMPLE SWITCHER изменяют подход к конструированию миниатюрных источников питания	№ 2
Cree приступила к производству первых в отрасли сверхярких мощных светодиодов, радикально снижающих стоимость осветительных устройств	№ 2
Raspberry Pi 2 получает четырехъядерный процессор	№ 2
Imec представляет микросхему RFID транспондера с ультранизким энергопотреблением	№ 2
К концу 2014 года GS Nanotech произвела первые полмиллиона чипов SiP Amber S2	№ 2
Осциллографы высокой четкости от Rohde & Schwarz позволяют исследовать сигналы с вертикальным разрешением 16 бит	№ 2
Компания EPC предлагает мощные монолитные нитрид галлиевые транзисторные полумосты для высокоэффективных преобразователей энергии	№ 2
GreenPeak начинает производство нового поколения радиочипов и радиомодулей ZigBee для Умного дома и Интернета вещей	№ 2
Infineon поддерживает проект Arduino двумя специализированными платами расширения	№ 2
Новый контроллер синхронного выпрямителя компании Diodes адресован изготовителям зарядных устройств для портативных устройств	№ 2
Infineon представляет новый класс IGBT со сверхнизкими общими потерями для частот переключения от 50 Гц до 20 кГц	№ 2
THine разработала первый в отрасли драйвер электродвигателя с интерфейсом LVDS	№ 2
Исследователи создали самый тонкий в мире источник энергии	№ 2
Powervation анонсировала новейшую серию цифровых контроллеров DC/DC преобразователей	№ 2
Microchip выпускает новые драйверы MOSFET с принципиально новой архитектурой	№ 2
Ученые создали микросхемы, работающие при температуре свыше 350 °C	№ 2
Renesas Electronics представляет новое семейство 32-разрядных микроконтроллеров с поддержкой емкостных датчиков прикосновения	№ 2
Peregrine Semiconductor начинает поставки первых в отрасли высокочастотных коммутаторов, работающих на постоянном токе	№ 2
ANADIGICS расширяет продуктовую линейку для инфраструктуры WiFi	№ 2
Linear Technology выпускает высокоэффективный понижающий преобразователь с входным напряжением 140 В	№ 2
* * *	
Каждый выход универсальной 4-канальной микросхемы управления питанием может отдать ток свыше 40 А	№ 3
Micrel создала самый миниатюрный в отрасли 7-амперный коммутатор нагрузки	№ 3
Imec и Panasonic представляют революционное решение для радаров миллиметрового диапазона	№ 3
Intersil анонсирует самый миниатюрный в отрасли модуль двоящего понижающего преобразователя напряжения	№ 3
Semtech объявляет о выпуске высокоинтегрированного супрессора для защиты интерфейсов USB 2.0 в портативных устройствах	№ 3
Датчик цвета компании ams для мобильных устройств открывает новые возможности измерения параметров источников света	№ 3
Diodes Incorporated предлагает экономичные аналоги стандартных драйверов ULN2003	№ 3
Маломощный датчик барометрического давления компании Infineon демонстрирует новые уровни точности и мобильности	№ 3
Diodes предлагает высоковольтный транзисторный регулятор для микроконтроллерных систем	№ 3

Silicon Labs начала поставки нового 32-битного беспроводного микроконтроллера для подключения устройств Интернета вещей	№ 3
Носимое устройство может удерживать людей от храпа во сне, не будя их	№ 3
Linear Technology анонсирует LDO стабилизатор напряжения со сверхнизким уровнем шумов	№ 3
Fairchild упрощает разработку диммируемых светодиодных источников света	№ 3
Плата размером в одну четверть Arduino имеет дополнительную функцию заряда аккумуляторов	№ 3
STMicroelectronics представляет датчик УФ излучения для мобильных и носимых приложений	№ 3
u-blox объединила Wi-Fi и Bluetooth в одном сверхкомпактном модуле	№ 3
Allegro объявляет о выпуске новых микросхем датчиков тока с подавлением синфазных магнитных помех	№ 3
Freescale расширяет портфель микросхем управления питанием для поддержки портативных устройств	№ 3
Микросхемы синхронных выпрямителей Diodes повысят уровень интеграции и эффективность портативных зарядных устройств	№ 3
Linear Technology представляет самые быстрые в отрасли компараторы с частотой переключения 280 МГц	№ 3
* * *	
Silego Technology расширяет функциональность и повышает точность конфигурируемых CMC GPAK4	№ 4
Power Integrations выпускает самые быстрые в мире 150-вольтные кремниевые силовые диоды	№ 4
Texas Instruments представляет первый в отрасли 18-вольтный многоканальный синхронный понижающий преобразователь с интерфейсом PMBus	№ 4
Cypress представила образцы второго поколения контроллеров USB Type-C в сверхминиатюрных корпусах, встраиваемых в кабели и кабельные адаптеры USB 3.1	№ 4
Bosch изготовила 5-миллиардный МЭМС-датчик	№ 4
Новый компаратор фирмы Diodes продлит время автономной работы устройств с батарейным питанием	№ 4
Mitsubishi Electric разрабатывает прототип активной фазированной антенной решетки для мобильных сетей 5G	№ 4
Micrel создала новые конфигурируемые многоканальные микросхемы управления питанием для потребительских и промышленных приложений	№ 4
Новейшие магнитные датчики положения компании ams обеспечивают беспрецедентную точность на высоких скоростях во всем диапазоне рабочих температур	№ 4
ZMDI разработала истинно цифровой контроллер ШИМ для источников питания сетевых, коммуникационных и промышленных приложений	№ 4
ams начинает производство сверхминиатюрных схем управления питанием для носимых устройств	№ 4
IDT представляет семейство LVCMOS буферов распределения тактовых сигналов с ультранизким джиттером	№ 4
Seiko предлагает новый LDO стабилизатор для автомобильных систем	№ 4
Исследователи изобрели светоизлучающие волокна для умопомрачительной одежды	№ 4
SEPCO создала систему светодиодного уличного освещения морской базы в Калифорнии, работающей на солнечной энергии	№ 4
Новый вид модуляции может стать частью 5G	№ 4
LAPIS разработала новую БИС мониторинга многоэлементных литий-ионных аккумуляторных батарей	№ 4
Micrel выпускает лучшие в своем классе приемники диапазона 400...450 МГц	№ 4
Transphorm анонсирует первые в отрасли 600-вольтные GaN транзисторы в корпусе TO-247	№ 4
Vishay Intertechnology выпускает миниатюрный защитный диод со сверхнизкой емкостью для устройств портативной электроники	№ 4
Mitsubishi Electric расширяет линейку силовых модулей тремя приборами с встроенными SJ-MOSFET	№ 4
Новые синхронные понижающие преобразователи Micrel остаются холодными при максимальном выходном токе	№ 4
Seoul Semiconductor сообщает о доступности новых светодиодных модулей Acrich3	№ 4
* * *	
Allegro MicroSystems предлагает новую программируемую микросхему датчика тока	№ 5
IXYS выпускает сдвоенный твердотельный переключатель для коммутации высоковольтных высокочастотных сигналов	№ 5
Texas Instruments получила награду за первый в мире говорящий графический калькулятор	№ 5
Microchip представляет семейство 3-вольтных микросхем памяти SuperFlash с последовательным интерфейсом Quad I/O	№ 5
Cypress представляет первую в отрасли микросхему последовательной F-RAM емкостью 4 Мбит	№ 5
Microchip анонсировала новые семейства высокоскоростных 14- и 12-битных АЦП	№ 5
Интеллектуальный перстень позволяет пальцем писать сообщения «в воздухе»	№ 5
Аудио усилитель класса D компании Diodes обеспечивает повышенное звуковое давление и увеличивает срок службы батареи	№ 5
ZMDI начинает производство сверхкомпактного интеллектуального контроллера силовых приводов и двигателей с интегрированными драйверами	№ 5
Micrel выпустила 3-амперные интеллектуальные переключатели питания MIC1344 в миниатюрных корпусах QFN	№ 5
Philips Lighting начинает продажи светодиодных ламп по цене менее 5 долларов за штуку	№ 5
Система домашнего мониторинга Withings будет следить за чистотой воздуха в вашей квартире	№ 5
Diodes Incorporated выпускает высокоточные сдвоенные LDO стабилизаторы с низким током потребления	№ 5
Как создать выходную 3D-модель в EAGLE и IDF-to-3D	№ 5
Bosch анонсирует датчик ускорения для информационно-развлекательных систем	№ 5
Toshiba анонсирует ультраминиатюрные КМОП LDO стабилизаторы напряжения	№ 5
С минимальной затратой средств Siemens повысила мощность ветряной турбины на 10%	№ 5
Elmos представляет 72-вольтный драйвер бесщеточных двигателей постоянного тока с интегрированным микроконтроллером	№ 5
Новая версия Altium Designer расширяет возможности проектирования высокоскоростных устройств	
Новые интегральные аудио АЦП компании Texas Instruments выполняют функции портативных профессиональных кодеков	№ 5
Linear Technology выпускает 60-вольтный драйвер светодиодов с выходным током до 4 А	№ 5
Сверхминиатюрный кварцевый резонатор обеспечивает сверхвысокую стабильность	№ 5

Texas Instruments представляет самые быстрые в мире 16-битные АЦП, четырехканальные 14-битные АЦП и усилители с регулируемым усилением	№ 6
Новые GaN транзисторы компании Cree заменят ЛБВ в радарных системах	№ 6
Custom MMIC расширяет свой каталог GaN усилителей СВЧ диапазона	№ 6
e2v начинает производство новой серии микропроцессоров повышенной надежности	№ 6
Analog Devices представляет изолированный драйвер затвора IGBT для надежного и энергоэффективного управления двигателями	№ 6
Power Integrations анонсировала новую линейку микросхем для безопасного разряда X конденсаторов	№ 6
Semtech запускает производство новых LDO стабилизаторов напряжения для компактных потребительских приложений	№ 6
Конденсаторы TDK CeraLink революционизируют решения для высокочастотных инверторов	№ 6
Allegro анонсирует новый высокоточный контроллер управления светодиодами для автомобильных приложений	№ 6
Silicon Labs представляет самое энергоэффективное в мире семейство USB микроконтроллеров	№ 6
Infineon анонсировала высокоточный 3D магнитный датчик для бытовых и промышленных приложений	№ 6
Marvell анонсирует выпуск лучшей в отрасли беспроводной микроконтроллерной СпК нового поколения	№ 6
Texas Instruments представляет первые в мире многоканальные преобразователи индуктивности в цифровой код	№ 6
Vishay выпускает новые 20-вольтовые MOSFET в корпусах 0.8 x 0.8 мм	№ 6
Semtech расширяет семейство приборов для защиты интерфейсов мобильных устройств	№ 6
Diodes представила самовосстанавливающийся электронный предохранитель для потребительских приложений	№ 6
* * *	
«Конструкторский углерод» поднимет характеристики аккумуляторов на новый уровень	№ 7
STMicroelectronics первой начала производство микроконтроллеров с новым ядром ARM Cortex-M7	№ 7
Новые микросхемы Microchip с технологией FlexConnect расширяют область применения хабов USB 3.0	№ 7
Выделившаяся из MIT компания представляет «полутвердые» Li-Ion батареи	№ 7
Elmos разработала LIN контроллер для динамического управления RGB светодиодами	№ 7
ВМФ США создает робота-рыбу для шпионских миссий	№ 7
Infineon начала производство высоконадежных 700-вольтовых микросхем семейства IR71xxS	№ 7
Maxwell представляет 24-вольтовый ионисторный модуль запуска двигателей	№ 7
Linear Technology представляет микросхему универсального датчика температуры с интегрированным EEPROM	№ 7
Новые сверхэкономичные FRAM микроконтроллеры Texas Instruments не теряют данные при потере питания	№ 7
Diodes выпускает сверхбыстрые диоды с ультранизкими токами утечки	№ 7
Murata выпускает одноваттные DC/DC преобразователи MTC1 с широким диапазоном входных напряжений	№ 7
Microchip представила первый в мире датчик тока/мощности с выводом информации в аналоговой и цифровой форме	№ 7
VisiC создала GaN транзисторы с самым низким в мире сопротивлением открытого канала	
Lumileds запускает в производство семейство высококачественных цветных светодиодов LUXEON 3535L Color Line	№ 7
Изготовлен первый в мире транзистор из черного фосфида мышьяка	№ 7
Vesper создала самый чувствительный МЭМС микрофон	№ 7
Fairchild осваивает новую линейку продуктов – инерциальные измерительные устройства на основе МЭМС	№ 7
* * *	
Высокоточные измерения становятся более доступными с новым токоизмерительным усилителем компании TI	№ 8
Diodes представила адаптивные синхронные понижающие DC/DC преобразователи с фиксированным временем прямого хода	№ 8
Atmel приступает к массовому производству самых высокопроизводительных микроконтроллеров с ядром ARM Cortex-M7 для промышленных приложений и Интернета вещей	№ 8
Радиочастотный МЭМС коммутатор компании DelfiMEMS выдержал один миллиард переключений	№ 8
Новый диэлектрический материал компании Litecool кардинально изменит характеристики мощных светодиодов	№ 8
Socionext с партнерами произвела передачу данных на расстояние свыше 762 км с рекордной для С-диапазона скоростью	№ 8
Torex разработала самые миниатюрные в мире модули понижающих преобразователей с интегрированной катушкой индуктивности	№ 8
Платформа макетирования MicroZed объединяется с Arduino	№ 8
Crystek начала производство новых ГУН с ультранизким уровнем фазовых шумов	№ 8
Исследователи разработали технологию печати кремниевых структур на бумаге	№ 8
Analog Devices выпускает усилители мощности с распределенным усилением для полосы частот от 2 до 50 ГГц	№ 8
C&K Components разработала ультранизкопрофильные кнопки для поверхностного монтажа	№ 8
Silego расширяет семейство двухканальных интегральных коммутаторов питания	№ 8
Toshiba разработала первую в мире 48-слойную микросхему флэш-памяти емкостью 256 Гбит	№ 8
Dialog Semiconductor достигает высочайших значений удельной мощности и КПД для питания компьютеров будущего	№ 8
Высокочастотные LDMOS усилители мощности Freescale расширяют радиус действия и улучшают экономичность устройств производственной радиосвязи	№ 8
Allegro выпустила новый высокоточный синхронный понижающий преобразователь с большим диапазоном входных напряжений	№ 8
Новая технология компании Litecool позволяет втрое снизить тепловое сопротивление светодиодных сборок	№ 8
Fujifilm и Imec продемонстрировали полноцветные органические светодиоды, выполненные по фоторезистивной технологии	№ 8
Linear Technology анонсирует широкополосный высоколинейный двойной балансный смеситель для диапазона 2 ... 14 ГГц	№ 8
* * *	
Silicon Labs выпускает самый быстрый в отрасли изолированный токоизмерительный усилитель	№ 9
Seiko Instruments анонсирует выпуск LDO стабилизаторов с функцией сброса	№ 9

Linear Technology выпускает малошумящий двухканальный преобразователь напряжения на коммутируемых конденсаторах с выходными токами ± 50 мА	№ 9
Cypress расширяет линейку HyperFlash самой быстрой в отрасли флэш-памяти NOR	№ 9
Saturn PCB Design представляет инструментарий для разработчиков печатных плат	№ 9
C&K Components анонсирует высоконадежные переключатели для промышленных клавиатур	№ 9
Новые MOSFET компании Infineon повышают энергоэффективность устройств с ограниченными габаритами	№ 9
Сделанные астронавтами космические снимки городов выявляют проблемы светодиодного освещения	№ 9
e2v приступает к производству ЦАП следующего поколения с быстродействием 7 млрд. выборок в секунду	№ 9
NXP предлагает новые 1-амперные выпрямительные диоды Шоттки в корпусах типоразмера 0402	№ 9
Впервые в мире ИК светодиоды Osram используются для разблокирования смартфонов	№ 9
Atmel начинает производство инновационных 2-выводных EEPROM с паразитным питанием	№ 9
Holtek анонсирует новое семейство Flash-микроконтроллеров с интегрированными 24-битными дельта-сигма АЦП	№ 9
Microchip ускоряет революцию стандартов, представляя новый недорогой контроллер для поддержки USB-C	№ 9
u-blox представляет 4G LTE/WCDMA модуль со скоростью загрузки до 150 Мбит/с	№ 9
Canon разработала КМОП-матрицу формата APS-H с самой высокой в мире плотностью пикселей	№ 9
Аккумулятор с алюминиевым анодом заряжается за одну минуту	№ 9
Fairchild запустила в производство первые в отрасли MOSFET в корпусе Dual Cool размером 8x8 мм	№ 9
Linear Technology анонсировала DC/DC преобразователь LT8494 с током потребления 7 мкА	№ 9
Analog Devices предлагает новый предусилитель с распределенными параметрами для коммуникационных систем	№ 9
* * *	
CML Microcircuits начала производство микросхем приемников прямого преобразования CMX994A и CMX994E	№ 10
Intersil выпустила первый герметизированный цифровой модуль питания с выходным током 80 А	№ 10
Intel и Arduino анонсировали платформу Genuino 101	№ 10
ZMDI выпустила новую микросхему преобразователя сигналов автомобильных датчиков	№ 10
Everlight Electronics представляет новый высокоскоростной оптрон для промышленных приложений	№ 10
Infineon оцифровывает питание энергоэффективных светодиодов	№ 10
30-вольтовый MOSFET компании Diodes быстро и безопасно разрядит батареи конденсаторов на шинах питания ПЛИС	№ 10
Четырехпереходные солнечные элементы увеличивают эффективность преобразования до 45.7%	№ 10
AMD снимает завесу тайны с 64-битной CNK для высокопроизводительных встроенных приложений	№ 10
Отладочная плата Arduino Yun Wi-Fi поступила к дистрибьюторам	№ 10
ON Semiconductor демонстрирует новое зарядное устройство, поддерживающее технологию Quick Charge 3.0	№ 10
Silicon Labs выпускает микросхему источника синхронизации сетей с низким джиттером	№ 10
Как превратить свой смартфон в летающего дрона	№ 10
Exar анонсирует семейство приемопередатчиков RS-232 с настраиваемым низковольтным интерфейсом	№ 10
Компания Diodes предлагает высокоэффективные 500-вольтовые понижающие драйверы светодиодов	№ 10
Linear Technology представляет контроллер горячей замены для систем управления питанием с токами до 100 А	№ 10
Diodes предлагает новый сверхскоростной диод для схем коррекции коэффициента мощности	№ 10
NXP начинает производство первых выпрямительных диодов Шоттки средней мощности, изготовленных по технологии Trench	№ 10
ON Semiconductor расширяет линейку продуктов для автоматизации зданий тремя новыми приемопередатчиками шины KNX	№ 10
ON Semiconductor выпускает полный комплект регуляторов напряжения для оконечных нагрузок шины DDR	№ 10
Вышла обновленная версия Arduino IDE	№ 10
* * *	
Analog Devices разработала высокоинтегрированный аналоговый входной интерфейс с 24-битным АЦП и лучшим в отрасли сочетанием параметров	№ 11
Linear Technology выпускает 24-битный 2-мегагерцовый АЦП последовательных приближений с динамическим диапазоном 145 дБ	№ 11
LabNation разработала многоплатформенный 30-мегагерцовый USB осциллограф с открытой документацией	№ 11
Atmel начинает производство первых радиационно-стойких микроконтроллеров megaAVR для приложений космической отрасли	№ 11
SkyTraQ начала производство миниатюрных малопотребляющих RTK-приемников для беспилотных летательных аппаратов и мобильных платформ	№ 11
Texas Instruments представляет первые в отрасли драйверы бесщеточных двигателей с интегрированным датчиком тока	№ 11
ON Semiconductor предлагает полный комплект регуляторов напряжения для оконечных нагрузок шины DDR	№ 11
Недорогие ШИМ-контроллеры компании Diodes оптимизированы для устройств быстрого заряда	№ 11
Avago анонсирует сверхэкономичный приемопередатчик Fast Ethernet для средств промышленной автоматизации и сетевого оборудования	№ 11
e2v создает свой самый совершенный малошумящий АЦП	№ 11
Потребление меньше, расстояние больше. Новое беспроводное решение Texas Instruments увеличивает радиус действия до 20 км	№ 11
Fairchild приступает к производству первых в отрасли контроллеров резонансных LLC преобразователей с токовым управлением и синхронным выпрямлением	№ 11
Контроллер интеллектуальных диодов компании Texas Instruments потребляет нулевую мощность	№ 11
Драйверы MOSFET компании Infineon устанавливает новые стандарты функциональной надежности и эффективности	№ 11
Технология постоянного импеданса компании IDT улучшает эксплуатационные характеристики новых радиочастотных SPDT коммутаторов	№ 11
Texas Instruments дебютирует с автономным редрайвером USB 2.0, улучшающим целостность сигналов в автомобильных приложениях	№ 11

Exar анонсирует приемопередатчик RS-485 с низковольтным логическим интерфейсом и током покоя менее 3 мкА	№ 12
Linear Technology предлагает новый LDO стабилизатор отрицательного напряжения с выходным током 1.5 А и программируемыми параметрами	№ 12
Torex начинает производство новых быстродействующих многофункциональных LDO стабилизаторов в миниатюрных корпусах	№ 12
Новая платформа изолированных силовых ключей компании Semtech адресована приложениям домашней автоматизации и Интернета вещей	№ 12
FTDI запускает краудфандинговый проект усовершенствованной платы NerO, совместимой с Arduino UNO R3	№ 12
Тонкий, как травинка, новейший микроконтроллер Freescale открывает новые возможности для разработчиков систем	№ 12
Новый многоканальный стабилизатор компании STMicroelectronics позволит снизить размеры и цены автомобильных информационно-развлекательных систем	№ 12
ZMDI выпустила новый многофункциональный преобразователь сигналов датчиков ZSSC3018	№ 12
В результате партнерства Ossia и Si-Ware Systems технология беспроводной зарядки Cota получила микросхемы передатчика и приемника	№ 12
В семействе Raspberry Pi появился самый маленький компьютер	№ 12
Регулируемые стабилизаторы тока компании Diodes упрощают управление светодиодами полосами	№ 12
Толщина нового ионистора компании TDK позволяет встроить его в смарт-карту	№ 12
Silego анонсирует новую матричную микросхему смешанных сигналов для схем с несколькими шинами питания	№ 12
Новый приемопередатчик физического уровня Ethernet компании Microchip обеспечивает надежный обмен по незранированными витыми парам	№ 12
Samsung начинает массовое производство первых в отрасли 128 ГБ модулей DDR4 для корпоративных серверов	№ 12
Infineon пополнила семейство микросхем μ HVIC новыми одноканальными драйверами нижнего плеча	№ 12
STMicroelectronics представляет первый в мире интегральный фильтр подавления электромагнитных помех для автомобильного Ethernet	№ 12
16-канальный контроллер светодиодной подсветки компании ams повышает качество ТВ-изображения и снижает энергопотребление	№ 12
Самовосстанавливающийся электронный предохранитель компании Diodes защитит устройства с горячим подключением	№ 12
Linear Technology выпускает микросхему управления беспроводным зарядным устройством, оптимизированную для миниатюрных слуховых аппаратов	№ 12

Статьи

Миф, называемый «земля»	№ 1
Шаговые двигатели: особенности и практические схемы управления. Часть 1	№ 1
Скажем «до свидания» последнему устройству с вакуумной лампой	№ 1
Особенности микроконтроллеров PIC16F170x/171x. Часть 1	№ 1
Старые приставки PlayStation могут помочь науке	№ 1
Производители бросают вызов традиционным представлениям о скорости и разрешении АЦП последовательных приближений	№ 1
Настольный фрезерный станок делает печатные платы и корпуса	№ 1
Стоит ли печатать на собственных 3D принтерах?	№ 1
История электроники. 13 января 1910 года состоялась первая общедоступная радиопередача	№ 1
* * *	
Разработка надежных цифровых интерфейсов для АЦП последовательных приближений	№ 2
Red Pitaya и SmartScope превратят ваш смартфон или планшет в осциллограф	№ 2
Шаговые двигатели: особенности и практические схемы управления. Часть 2	№ 2
Особенности микроконтроллеров PIC16F170x/171x. Часть 2	№ 2
Мастер-Ломастер + История электроники.	
Настольные технологии 1969 года: внутри корпуса калькулятора Comptorg	№ 2
* * *	
Взгляд на карты microSD будущего: скорость, емкость, надежность	№ 3
Языки программирования встраиваемых систем	№ 3
Эволюция и продукты компании Analog Devices.	
Вклад Ричарда Бурвена, модульные ОУ и интегральные усилители. Часть 1	№ 3
Симфазное управление	№ 3
Что бы сделал Тесла?	№ 3
История электроники. 18 февраля 1745 года родился изобретатель батареи Алессандро Вольта	№ 3

Два новых устройства позволят изменить подход к конструированию генераторов сигналов	№ 4
АЕЕ – новая технология повышения КПД понижающих преобразователей при малых выходных напряжениях	№ 4
Эволюция и продукты компании Analog Devices.	
Вклад Ричарда Бурвена, модульные ОУ и интегральные усилители. Часть 2	№ 4
Intel, Microsoft и Autodesk создают новую жизнь	№ 4
История электроники. 1 апреля 1976 года была создана компания Apple	№ 4
* * *	
Эффективная ветроэнергетика. Часть 1	№ 5
Ветряная турбина без лопастей	№ 5
Нейронные сети находят применение в сфере машинного зрения	№ 5
Создан первый высокоинтегрированный синхронный двигатель без редкоземельных материалов	№ 5
Защита входов АЦП прямой дискретизации радиочастотного сигнала: никакой черной магии	№ 5
Понимание и использование усилителей заряда	№ 5
* * *	
Спасибо тебе, Альберт Эйнштейн, за GPS	№ 6
Управление стандартными светодиодами с помощью токоограничительных диодов	№ 6
Надежные высоковольтные ОУ семейства Over-The-Top компании Linear Technology	№ 6
Эффективная ветроэнергетика. Часть 2	№ 6
О возможностях улучшения динамических характеристик прецизионных выпрямителей напряжения. Часть 1	№ 6
Закон Мура: новый взгляд 50 лет спустя	№ 6
* * *	
Это не просто Raspberry Pi	№ 7
О возможностях улучшения динамических характеристик прецизионных выпрямителей напряжения. Часть 2	№ 7
Самый миниатюрный в мире компьютер уместится на гурте пятицентовой монеты	№ 7
Эволюция преобразователей данных компании Analog Devices и звуковые ЦАП. Часть 1	№ 7
Некоторые практические вопросы проектирования низкочастотных фильтров. Часть 1	№ 7
* * *	
Смерть закона Мура даст толчок инновациям	№ 8
Открытый исходный код может быть не только полезным, но и опасным	№ 8
Эволюция преобразователей данных компании Analog Devices и звуковые ЦАП. Часть 2	№ 8
Некоторые практические вопросы проектирования низкочастотных фильтров. Часть 2	№ 8
BBC представила BBC micro:bit	№ 8
Создавайте собственные проекты на гибких платах	№ 8
Квадрокоптер Crazyflie Nano Quadcopter	№ 8
История электроники. Жизнь и работа пионера светодиодных технологий. Памяти Роланда Хайца	№ 8
* * *	
Продлите срок службы батареи удаленного датчика с помощью сборщика тепловой энергии	№ 9
Microchip Curiosity – великолепная новая отладочная плата с 8-битным микроконтроллером	№ 9
Эволюция преобразователей данных компании Analog Devices и звуковые ЦАП. Часть 3	№ 9
Измеряем температуру с помощью термистора	№ 9
USART и UART: в чем различие	№ 9
История электроники. Краткая история высокоточного цифро-аналогового преобразования	№ 9
* * *	
6502 еще не умер. Одноплатные компьютеры с процессорами 65C02 и 65C816	№ 10
Временные татуировки, которые чувствуют через кожу. Часть 1	№ 10
Представляем Cubic Board – первый полностью открытый проект с FPGA	№ 10
Защита входов АЦП	№ 10
Создается первый чип с проектными нормами 5 нм	№ 10

Управление питанием радиочастотных микросхем	№ 11
История электроники. 9 ноября 1922 г. Эйнштейн получил Нобелевскую премию по физике	№ 11
Почему печатные платы зеленые?	№ 11
Инерциальные приборы и МЭМС микросхемы компании Analog Devices. Часть 1	№ 11
Временные татуировки, которые чувствуют через кожу. Часть 2	№ 11
Простое устройство на одной микросхеме нагревает и охлаждает термоэлектрический охладитель лазерного диода	№ 11
Siri услышит вас даже на коктейльной вечеринке	№ 11
Мастер-Ломастер. Разбираем Oculus Rift	№ 11
Для «умных» микроконтроллеров нет пути назад * * *	№ 11
Цифровое измерение температуры. Одна микросхема для всех типов датчиков обеспечивает точность 0.1 °C	№ 12
Быстрая и безопасная зарядка аккумуляторов	№ 12
Инерциальные приборы и МЭМС микросхемы компании Analog Devices. Часть 2	№ 12
Смарт-чип расскажет, как чувствует себя ваш аккумулятор	№ 12
Программируемые электронные очки обеспечивают эффективное лечение детской амблиопии	№ 12
Высокое усиление без проблем: малозумящий инструментальный усилитель с чувствительностью в единицы нановольт	№ 12
Миниатюрный модуль с возможностями суперкомпьютера	№ 12

Схемы

Управление напряжением на удаленной нагрузке по медным проводам любой длины	№ 1
Использование ИМС LM317 в качестве регулируемого стабилизатора напряжения от 0 до 3 В	№ 1
Недорогой токовый монитор для высоковольтных цепей постоянного тока	№ 1
Зарядное устройство для батареи конденсаторов на основе последовательной цепочки MOSFET	№ 1
Использование контроллера импульсного источника питания для генерации «быстрых» импульсов	№ 1
Простая схема снижает погрешность аналогового делителя * * *	№ 1
Монолитный синхронный понижающий преобразователь с функциями контроля входного и выходного токов и температуры	№ 2
Стробоскоп на светодиодах с независимой регулировкой задержки и длительности импульса	№ 2
Небольшой, простой источник высокого напряжения на одной ИМС	№ 2
Линейный генератор пилообразных сигналов на одном операционном усилителе	№ 2
Повышающий преобразователь отрицательного напряжения в положительное	№ 2
Динамическая электронная нагрузка для исследования переходных режимов источников питания	№ 2
Простая симисторная схема выключателя с контролем пересечения нуля * * *	№ 2
Использование усилителя с АРУ как мягкого ограничителя уровня сигналов	№ 3
Как защитить выход драйвера светодиодов от коротких замыканий на землю	№ 3
Триггер Шмитта адаптирует свои собственные пороги	№ 3
Управляемый напряжением точный генератор втекающего тока для проверки источников питания	№ 3
Использование отражательных датчиков в условиях внешней засветки	№ 3
Преобразователю NRZ в AMI требуется единственный источник питания	№ 3
Инвертирующий DC/DC преобразователь положительного напряжения в отрицательное с одной катушкой индуктивности	№ 3
Простой индикатор заряда батареи на двухцветном светодиоде	№ 3

Эта непостоянная постоянная составляющая: что делать?	№ 4
Как избежать ограничения сигнала в эмиттерном повторителе с емкостной развязкой нагрузки	№ 4
Малошумящий высоковольтный инвертирующий преобразователь с накачкой заряда	№ 4
Сдвоенный модуль регулятора напряжения с цифровым интерфейсом и выходными токами 13 А	№ 4
Входные аналоговые интерфейсы высокопроизводительных конвейерных АЦП	№ 4
Изолированная схема контроля напряжения сети переменного тока	№ 4
Переключатель нагрузки с самовозвращающимся размыкателем цепи * * *	№ 4
Точный и быстрый преобразователь цифрового сигнала ШИМ в аналоговое напряжение	№ 5
Экономичное термостатирование элементов	№ 5
Измерение угловых или линейных перемещений с помощью оптического датчика мыши	№ 5
Недорогой изолирующий усилитель, пригодный для использования в промышленных устройствах	№ 5
Обратноходовой преобразователь управляет светодиодами при входном напряжении от 1.1 В * * *	№ 5
Об управлении микроконтроллером AVR при дефиците выводов	№ 6
Простая беспроводная Bluetooth стерео аудио система для использования на открытом воздухе	№ 6
Использование стандартного буфера шины для увеличения длины линии интерфейса 1-Wire	№ 6
Измерение мощности переменного тока с использованием ШИМ и АИМ	№ 6
Высокоимпедансный пробник расширяет область применения радиочастотных анализаторов спектра * * *	№ 6
Интегральный повышающе-понижающий DC/DC преобразователь с КПД до 95%, выходным током 1.5 А и диапазоном входных и выходных напряжений от 2.5 В	№ 7
Дешевый модуль драйвера светодиодов 0.5 А/33 В с КПД более 90%	№ 7
Искусство волн: образы на экране осциллографа	№ 7
Использование АЦП микроконтроллера в качестве интерфейса клавиатуры	№ 7
Быстрый, малошумящий, термостабильный усилитель на полевом транзисторе	№ 7
Простая схема миллиомметра	№ 7
Маломощный генератор прямоугольных импульсов с режимом сна	№ 7
Умножитель облегчает измерение сверхнизких частот	№ 7
Источник питания и аудио усилитель на одной микросхеме * * *	№ 7
Сравнение микросхем NE555 и LM386 при использовании в безиндуктивных DC/DC преобразователях	№ 8
Прецизионный драйвер 8-канального 18-битного АЦП на основе микромощных ОУ	№ 8
Высоколинейный смеситель для надежных УКВ приемников	№ 8
Усовершенствование схемы инвертирующего зарядного насоса	№ 8
Сдвоенный 9-амперный микромодуль преобразователя с цифровой системой управления питанием * * *	№ 8
Прецизионный малошумящий программируемый источник напряжения ± 10 В	№ 9
Надежный 400-миллиамперный понижающий преобразователь с входным напряжением до 140 В для промышленного, телекоммуникационного и автомобильного оборудования	№ 9
Простая защита от напряжения неправильной полярности без потерь мощности	№ 9
Регулируемый источник питания 500 В/10 мА	№ 9
Светодиодная лампа из старой газоразрядной	№ 9
Тестовая установка для точных измерений коэффициента усиления транзистора	№ 9
Модифицированная схема зарядового насоса извлекает энергию из цифрового сигнала	№ 9
Последовательный LC контур расширяет диапазон перестройки ГУН	№ 9
Изолированный преобразователь USB-UART, стоящий \$20 и сделанный за 20 минут	№ 9

Маломощный прецизионный ОУ упрощает управление многоканальными АЦП	№ 10
Регулируемый стабилизатор напряжения с автоматическим выбором режима работы	№ 10
На обработку сигнала квадратурного энкодера AVR тратит меньше 1 мкс	№ 10
Плата расширения для Raspberry Pi, совместимая с Arduino	№ 10
Высокостабильный генератор гармонических колебаний 18 МГц с низкими искажениями и автоматической регулировкой уровня выходного сигнала	№ 10
Генератор гармонических колебаний с низкими нелинейными искажениями на КМОП инверторах	№ 10
Резистор с цифровым управлением служит испытательной нагрузкой * * *	№ 10
Микромодуль LTM8040 содержит все компоненты, необходимые для драйвера цепочки светодиодов	№ 11
Оптическая обратная связь увеличивает срок службы белых светодиодов	№ 11
Простейший источник отрицательного опорного напряжения для схемы с положительной шиной питания	№ 11
Мигающий белый светодиод работает от одной щелочной батареи	№ 11
Прецизионному аналоговому аттенюатору не нужны внешние компоненты	№ 11
Детектор утечки воды на основе трансформатора от старого дверного звонка	№ 11
Универсальный прибор для проверки радиоэлементов из стрелочного тестера * * *	№ 11
Выключатель питания с нулевым потреблением мощности на основе нефиксируемой кнопки	№ 12
Простой повышающий преобразователь 12 В в 140 В на одной микросхеме	№ 12
Сверхтонкий сильноточный модуль преобразователя напряжения можно установить на обратной стороне печатной платы	№ 12
Высококачественный фильтр Бесселя с частотой среза 30 кГц для аудио приложений	№ 12
Перестраиваемый генератор гармонических сигналов с низкими искажениями и внешней синхронизацией	№ 12
Простой датчик окружающего света с большим динамическим диапазоном	№ 12
Взять питание от телефонной линии можно, не нарушая ее работы	№ 12
Приставка для обратной переадресации входящего звонка	№ 12



РАДИОЛОЦМАН.ЖУРНАЛ

www.rlocman.ru/magazine

Официальные версии только здесь: без регистрации и назойливой рекламы, с высокой скоростью скачивания.

РАДИОЛОЦМАН.ФОРУМ

www.rlocman.ru/forum

Обсуждайте статьи и новости, общайтесь!
Приглашаем профессионалов.

РАДИОЛОЦМАН.ЦЕНЫ

www.rlocman.ru/price

Подберите оптимального поставщика
электронных компонентов, измерительной и электронной техники.
Цены, условия поставки и доставки.

РАДИОЛОЦМАН.СОЦ.СЕТИ

Обновления в привычном формате.



vk.com/rlocman



facebook.com/rlocman



odnoklassniki.ru/rlocman



twitter.com/rlocman

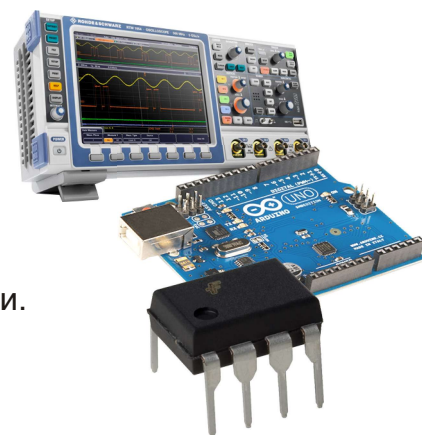


google.com/+RlocmanRuPlus

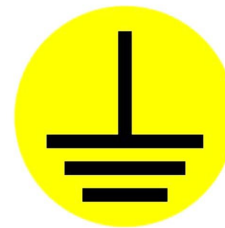
И еще многое другое на портале:

РАДИОЛОЦМАН. ...

www.rlocman.ru



Миф, называемый «ЗЕМЛЯ»



Bruce Archambeault

EDN

Несколько лет назад друг сказал мне, что такого понятия, как «напряжение» не существует. Это было для меня настоящим шоком, ведь на лабораторном столе у меня стоял вольтметр. Он пояснил, что в уравнения Максвелла, которые приняты за основу теории всего электромагнетизма (а, значит, и электроники), входят ток, электрическое поле и магнитное поле, но никакого напряжения в них нет. В самом деле, как мы видим из приведенного ниже выражения, «напряжение» является производной величиной. Это суммирование (интегрирование) электрического поля по расстоянию:

$$V = \int_{\text{Start}}^{\text{Stop}} \vec{E} \cdot d\vec{l}$$

В большинстве своем разработчики печатных плат мыслят в таких категориях, как источник постоянного напряжения или напряжение сигнала на проводниках платы. Если мне удастся преподнести свою идею в подобной форме, он примут ее. Тогда мы обсудим, каким образом ток неизменно возвращается к своему источнику на земле.

Наверное, «земля» является самым малопонятным и неправильно используемым термином электротехники. Я упрекаю университеты в том, что обучение инженеров-электриков они начинают с цепей постоянного тока, а затем начинают рассматривать поведение резисторов, индуктивностей и конденсаторов при воздействии переменного тока. Но идеи паразитных и внесхемных эффектов на занятиях обсуждаются редко. Лабораторные занятия, как правило, выпол-

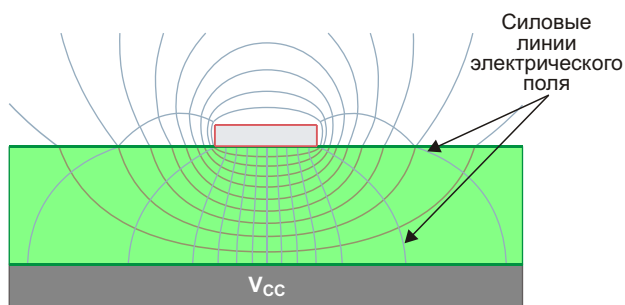
няются с относительно низкочастотными проектами, по-видимому, специально сконструированными так, чтобы паразитные эффекты можно было не принимать во внимание.

Мы учимся читать схемы с этими магическими путями возврата тока, называемыми «земля». На низких частотах физическое расстояние между точками соединения с землей электрически мало. В этом случае вполне допустимо считать, что все земляные узлы подключены к одной точке.

В реальном мире высокочастотных плат физические расстояния между точками подключения земляных узлов нельзя считать электрически малыми, и первостепенное значение приобретают расстояния между узлами. Чтобы вернуться к исходной точке, ток должен пройти определенный путь, на котором могут добавляться потери, совершенно изменяющие свойства земли.

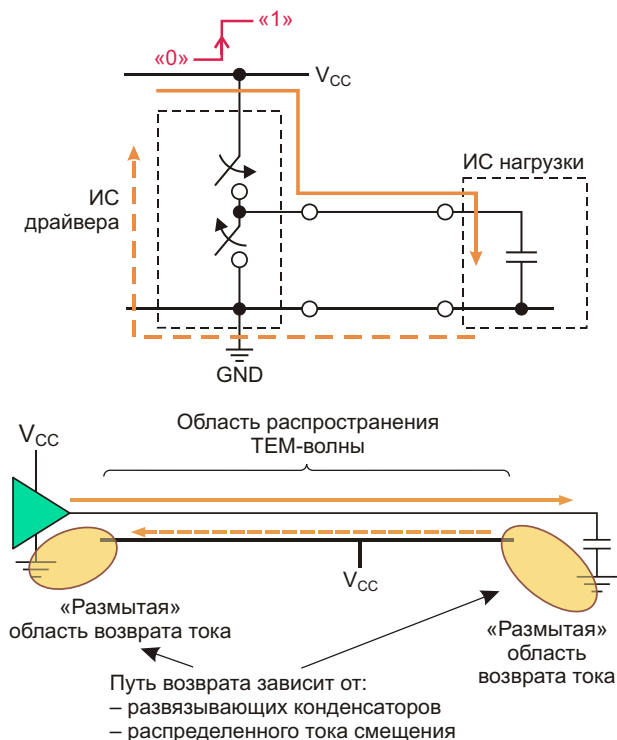
К примеру, давайте возьмем микрополосковую линию, проходящую над металлической плоскостью, но пусть потенциал этой плоскости будет равен 3.3 В (не «земля»). А плоскость земли пусть будет расположена ниже, в следующем слое печатной платы. На схеме будет показано, что ток возвращается в землю, а не в шину 3.3 В. Но, к сожалению, ток не умеет читать схемы, чтобы узнать, где разработчик предписывает ему течь. Он выберет путь с наименьшим импедансом. Для частот, превышающих примерно 1 МГц, это означает путь с наименьшей индуктивностью. Этот путь почти всегда будет таким, чтобы петля тока была минимальной, поэтому ток потечет не в земляной слой, а в слой 3.3 В.

На приведенном ниже рисунке изображены силовые линии электрического поля, окружающего микрополосковую линию. Там, где силовые линии обрываются, потечет ток (внутри страницы, или наружу). Даже, несмотря на то, что сигнал был подключен относительно слоя земли (не показан на рисунке), расположенного ниже слоя V_{CC} , силовые линии поля обрываются на слое V_{CC} . Возвратный ток всегда течет через ближайший слой, независимо от того, как он назван на схеме.



Силовые линии электрического поля, окружающего микрополосковую линию. (Источник: Hyperlynx).

Каким же образом обратный ток попадает не в тот проводник, который изображен на схеме? Ведь, в конце концов, вывод земли микросхемы мы припаяли к слою земли, а не к слою V_{CC} . Рисунок ниже показывает, что, несмотря на то, что при переключении из «0»



Путь тока при переключении КМОП устройства из «0» в «1».

в «1» выходной ток драйвера падает, путь сигнала, проходя через емкость входа КМОП микросхемы со стороны нагрузки и через вывод земли со стороны драйвера, мигрирует в проводник V_{CC} , как только возвратный ток оказывается вблизи микросхемы.

Реальный путь миграции («размытая» область возврата тока) зависит от расположения развязывающих конденсаторов, тока смещения через диэлектрик и ряда других факторов. Точный путь для каждого конкретного случая будет различным, и, чтобы достоверно предсказать его, потребуется полный гармонический анализ.

Я люблю говорить, что земля – это место для картофеля и моркови. При работе со средне- или высокочастотными платами концепция земли теряет смысл. Первостепенное значение приобретает путь возврата тока. Инженеры всегда тщательно заботятся о том, чтобы предусмотренная ими сигнальная цепь была подключена надлежащим образом, но на путь возврата тока редко обращают внимание. Препятствия и неоднородности трасс на пути возврата тока являются наиболее распространенной причиной возникновения проблем электромагнитной совместимости, как в части помехоустойчивости, так и в отношении побочных излучений. Кроме того, многие проблемы целостности сигналов могут возникать из-за плохо сконструированных путей возврата токов. **РЛ**



Земля – это место для моркови и картошки.

От редакции

Свой комментарий к статье добавил корифей аналоговой электроники, более четверти века консультировавший компанию Analg Devices, Джеймс Брайант:

«Я предпочитаю говорить, что земля – это место, куда попадают хорошие сигналы после того, как они умирают».

Шаговые двигатели: особенности и практические схемы управления



Часть 1. Общие вопросы использования

Владимир Рентюк, Запорожье, Украина

В статье описываются основные типы шаговых двигателей и особенности их применения в конкретных приложениях. Приведены практические схемы управления.

В одной из предыдущих статей на тему управления двигателями постоянного тока [1] был кратко упомянут один из типов двигателей постоянного тока, а именно – шаговый двигатель, описание которого вышло за рамки статьи, и было ограничено одной лишь ссылкой. Учитывая обращения читателей с просьбой раскрыть эту тему на страницах журнала РадиоЛоцман, автор и редакция выполняют эту просьбу.

Итак, что такое шаговые двигатели (англ. «stepper motor» или «stepping motor»)? Шаговый двигатель – это бесколлекторный двигатель постоянного тока, наиболее общие разновидности которого представлены на Рисунке 1. В некоторой технической литературе его ошибочно относят к многофазным

(чаще двухфазным) двигателям. Это не совсем верно. Действительно, и это будет рассмотрено ниже, есть такой режим управления, который с некоторой натяжкой можно отнести к фазовому, но это совершенно не означает «фазовость» такого двигателя в общем понимании этого термина, применимом к двигателям переменного тока.

Какова же основная отличительная особенность шагового двигателя? Дело в том, что его конструкция разработана таким образом, что сдвиг ротора происходит скачкообразно, то есть пошагово, в ответ на импульс тока в его обмотках, создаваемый приложенным к ним напряжением. Начальный шаг задается конструктивно, и может быть уменьшен схемными ухищрениями, но не

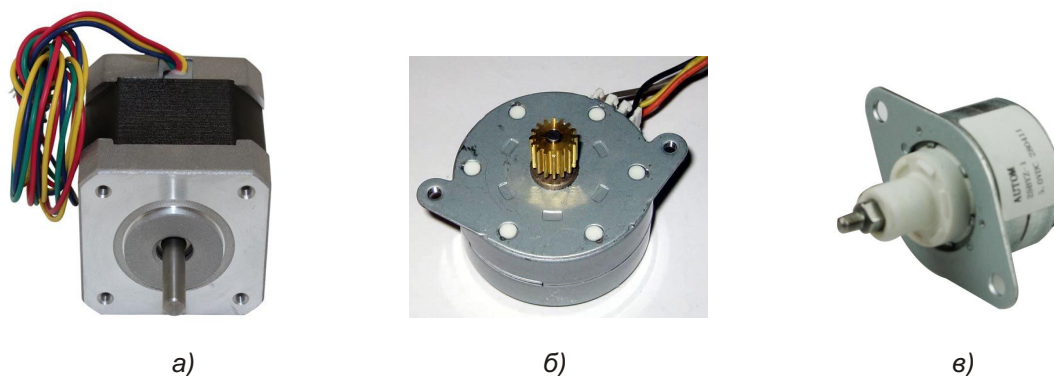


Рисунок 1. Типичные шаговые двигатели: а) биполярный гибридный; б) униполярный на постоянных магнитах; в) с линейным перемещением ротора.

может быть увеличен. При этом в общем случае, естественно в зоне номинальных рабочих значений, важен сам факт наличия импульса, а не его длительность или амплитуда тока. В чем-то он напоминает шаговые реле, но если в реле «пошаговость» задается электромагнитом и храповиком, то в двигателях такого механизма нет. Все основано на взаимодействии магнитных полей ротора, который выполнен в виде постоянного магнита с N-полюсами, и статора, который содержит обмотки (в одном из типов двигателя они дополнены постоянными магнитами), формирующие переменный магнитный поток в соответствии с управляющими импульсами.

Что делает шаговые двигатели такими привлекательными для разработчиков, и что недостижимо с двигателями других типов? Шаговый двигатель имеет значительно большую надежность и, что совсем немаловажно для целого ряда практических применений, он, в отличие от коллекторного двигателя, практически не увеличивает уровень паразитных электромагнитных и радиопомех. Причина кроется как раз в отсутствии подвижного контакта токосъемника. Однако отсутствие коллектора, переключающего для формирования момента вращения направление тока в обмотках, требует внешнего управления – коммутатора. Тут, повторю французскую поговорку – «За каждое удовольствие нужно платить».

Еще одна тонкость – шаговые двигатели, в отличие от всех остальных типов двигателей, могут давать не только привычное вращательное движение ротора, но и шаговое линейное – возвратно-поступательное, используемое, например, в приводах дисководов и принтеров, а также в актуаторах – управляемых точных клапанах (Рисунок 1в). Но главное преимущество шаговых двигателей – это точность позиционирования ротора и возможность его длительного удержания в заданном положении без перегрузки двигателя. Момент удержания у шаговых двигателей превышает момент вращения, поэтому удерживать ротор можно током меньшего уровня. Практическая реализация этой возможности будет продемонстрирована на конкретных примерах. Поскольку момент вращения таких двигателей максимален на малых скоростях (к этому мы еще вернемся), то в целом ряде применений можно отказаться от дорогостоящих редукторов. Перечисленное выше

и есть самая характерная особенность и отличие шаговых двигателей от коллекторных двигателей постоянного тока. Это делает шаговые двигатели незаменимыми в системах точных приводов, когда требуется выполнять условия по позиционированию, а это – робототехника, станки, автоматы и пр. Справедливости ради отметим и основные недостатки. Их три: высокая цена, относительная сложность управления по сравнению с коллекторными двигателями и низкая скорость вращения.

В настоящее время имеются три основных типа шаговых двигателей.

• **Двигатели с переменным магнитным сопротивлением**

Вращающий момент создается магнитными потоками статора и ротора, которые соответствующим образом ориентированы друг относительно друга. Статор такого двигателя изготовлен из материала с высокой магнитной проницаемостью и имеет несколько полюсов. Полюса имеют как статор, так и ротор. Этот тип двигателя нечувствителен к направлению тока в обмотках. Вращающий момент пропорционален величине магнитного поля, которая пропорциональна току в обмотке и количеству витков. Таким образом, момент, развиваемый двигателем, зависит только от параметров обмоток. Такие двигатели используются для работы на относительно высоких скоростях.

• **Двигатели с постоянными магнитами**

Двигатели с постоянными магнитами состоят из статора, который имеет обмотки, и ротора, содержащего постоянные магниты. Чередующиеся полюса ротора имеют прямолинейную форму и расположены параллельно оси двигателя. Благодаря намагниченности ротора в таких двигателях обеспечивается большой магнитный поток и, как следствие, большой момент, чем у двигателей с переменным магнитным сопротивлением. Этот тип двигателей подвержен влиянию обратной ЭДС со стороны ротора, что ограничивает их максимальную скорость. Кроме того, из-за конструктивных особенностей двигатели этого типа имеют большой шаг, обычно 18° или 7.5°, поэтому в ряде применений используется редуктор, часто уже интегрированный с двигателем [6].

• Гибридные двигатели

Являются наиболее дорогими, зато обеспечивают значительно меньшую начальную величину шага, больший момент и большую скорость, чем двигатели с постоянными магнитами. Эти двигатели сочетают в себе лучшие черты первых двух разновидностей. Ротор такого двигателя имеет зубцы, расположенные в осевом направлении. Конструкция и внутреннее устройство типового гибридного шагового двигателя показаны на Рисунке 2. Типичное число зубцов гибридного двигателя от 100 до 400 (угол шага $3.6^\circ - 0.9^\circ$). Статор гибридного двигателя также имеет зубцы, обеспечивая большее количество эквивалентных полюсов на которых расположены обмотки. Обычно используются 4 основных полюса для 3.6° и 8 основных полюсов для 1.8° или 0.9° . Большинство двигателей этого типа имеет 100 полюсов (50 пар), и с учетом двухфазного исполнения полное количество полюсов равно 200, а угол шага равен 1.8° ($360/200$).



Рисунок 2. Типовая конструкция гибридного шагового двигателя.

Кроме различий в общей конструкции, шаговые двигатели отличаются еще и схемой включения обмоток. Имеются три варианта их конфигураций (Рисунок 3), в зависимости от которой двигатели делятся на униполярные (англ. «unipolar») и биполярные (англ. «bipolar»).

Униполярный двигатель (Рисунок 3а), имеет включенной одну обмотку в каждой фазе, с отводом от середины каждой обмотки. Это позволяет изменять направление магнитного поля, создаваемого обмоткой, переключением ее половинок. Как правило, униполярный двигатель имеет 6 выводов, но средние выводы обмоток могут быть объединены внутри самого двигателя, поэтому такой двигатель может иметь и 5 выводов. Таким образом, если вам в руки попался неизвестный двигатель с шесть или пятью выводами — это гарантировано униполярный шаговый двигатель.

Биполярный двигатель (Рисунок 3б), имеет две обмотки, которые включаются поочередно в каждой фазе. Некоторые двигатели имеют четыре расщепленные обмотки (Рисунок 3в); по этой причине их ошибочно называют 4-фазными двигателями.

Что важно знать и учитывать в части особенностей включения обмоток статора? Нетрудно заметить, что униполярный шаговый двигатель можно использовать в биполярном включении; двигатель с расщепленными обмотками, при соответствующем соединении обмоток, можно использовать и как униполярный, и как биполярный. Кроме того, двигатель с таким вариантом исполнения обмоток может использоваться с параллельным и последовательным включением обмоток. Это позволяет увеличить момент, развиваемый двигателем при низком напряжении питания (параллельное включение обмоток), или уменьшить ток потребления с увеличением питающего обмотки напряжения (последовательное включение обмоток). Фазировка обмоток важна — она определяет направление вращения двигателя, и вообще его работоспособность. Обращаю внимание читателей, что пока никакой стандартизации цветов выводов шаговых двигателей нет, так что фазировку иногда приходится устанавливать экспериментально. Но, если вы ее и перепутаете, то ничего критического ни с двигателем, ни с системой управления не произойдет.

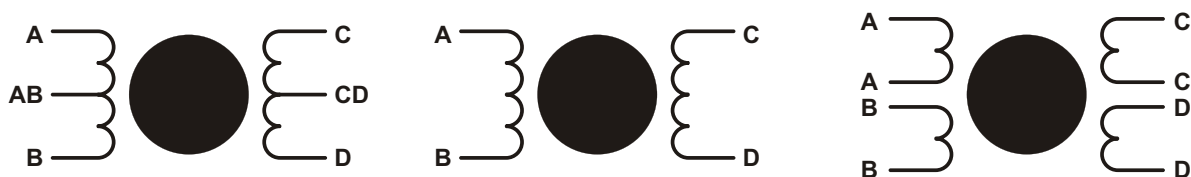


Рисунок 3. Схемы включения обмоток статора шаговых двигателей.

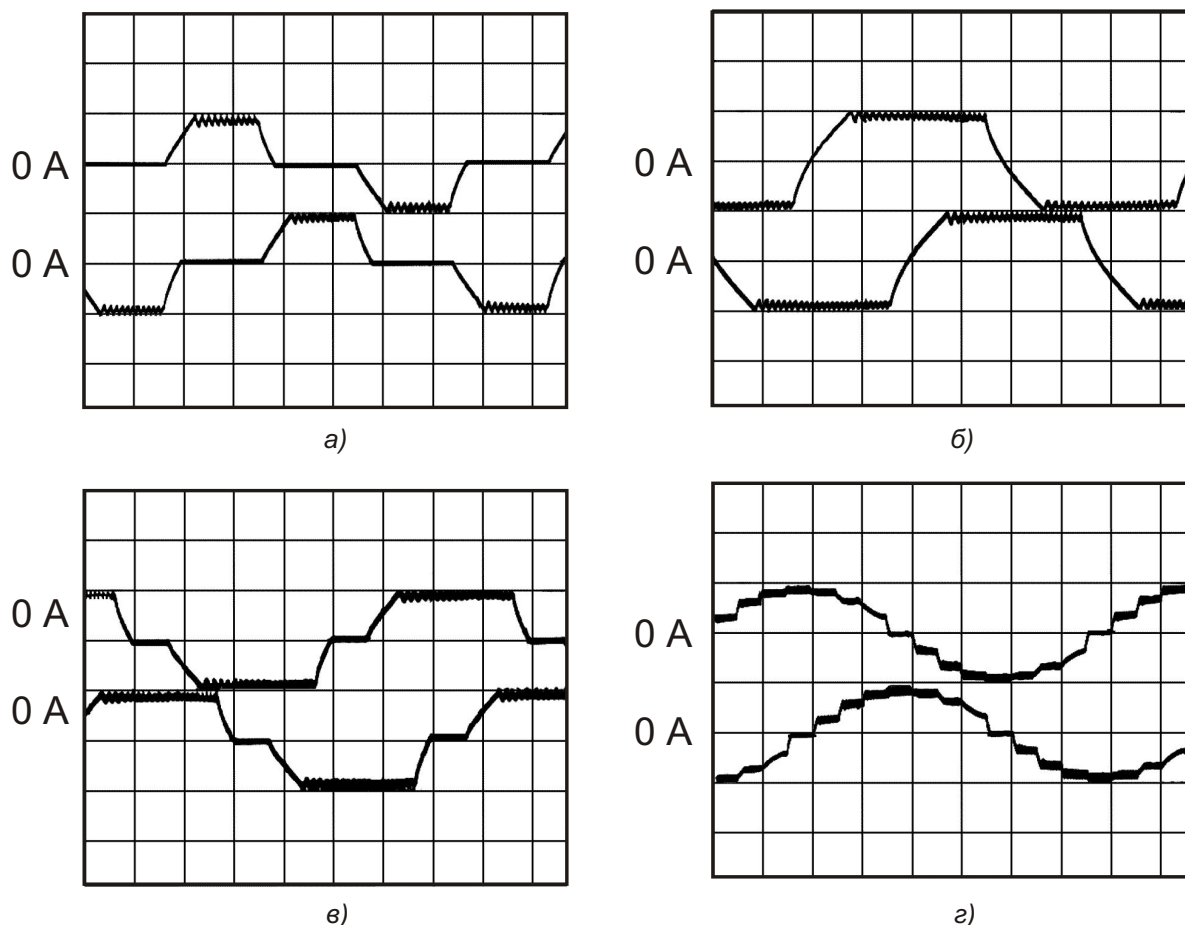


Рисунок 4. Режимы управления шаговым двигателем. (Показаны временные диаграммы изменения тока в обмотках биполярного шагового двигателя) [2].

Нетрудно увидеть, что в двигателе с биполярным включением обмоток одновременно работают все обмотки, и момент, развиваемый двигателем, будет выше. Выигрыш в моменте вращения составляет примерно 40%.

Имеется несколько вариантов управления шаговым двигателем (Рисунок 4). Обращаю внимание читателей, что на рисунках приведена не форма напряжения, что вы обычно встретите в литературе и на интернет сайтах, а форма тока. Это важно! В управлении шаговым двигателем важен именно ток, а не приложенное к обмоткам напряжение, которое имеет прямоугольную форму.

Рассмотрим пока общие особенности. Итак, на Рисунке 4 показана форма тока в обмотках двигателя относительно нуля для четырех основных вариантов управления. Наиболее простой вариант – это попеременная коммутация фаз, при которой они не переключаются, и в каждый момент времени вклю-

чена только одна фаза (Рисунок 4а). Этот режим называют волновым (англ. «*wave drive mode*») или полношаговым режимом управления с одной фазой («*one phase on full step mode*»). Точки равновесия ротора для каждого шага совпадают с «естественными» точками равновесия у обесточенного двигателя. Недостатком этого способа управления является то, что для биполярного двигателя в один и тот же момент времени используется только 50% обмоток, а для униполярного – 25%. Это означает, что в таком режиме не может быть получен полный возможный момент вращения.

Чаще всего используется управление с перекрытием фаз, когда в одно и то же время включены обе обмотки (Рисунок 4б). В общем случае именно его и называют полношаговым режимом управления (англ. «*full step mode*» или «*two-phase-on*»). При этом способе управления ротор фиксируется в промежуточных позициях между полюсами стато-

ра, обеспечивая примерно на 40% больший момент, чем в предыдущем варианте с одной включенной фазой. Этот способ управления обеспечивает такой же угол шага, как и волновой, но положение точек равновесия ротора смещено на полшага, что часто не является критическим. Иногда это необходимо учитывать для двигателей с большим шагом, так как обесточенный двигатель, например с шагом 18° после остановки сместится на 9° . Чтобы ротор такого двигателя не смещался при выключении, на двигатель в режиме остановки подают некоторый ток удержания, который сохранит заданное положение ротора. Именно это свойство шагового двигателя позволяет обходиться без специальных электромагнитных или механических тормозных муфт и удерживающих систем.

Третий основной способ управления является комбинацией двух описанных ранее и называется полушаговым режимом («*half step mode*» или «*one and two-phase-on*»). В этом режиме двигатель за один импульс управления делает шаг, равный половине основного (Рисунок 4в). Этот режим требует более сложной схемы управления, но позволяет осуществлять более точное позиционирование ротора и уменьшает негативное влияние его механического резонанса. Иными словами, используя двигатель с угловым шагом 1.8° , мы получаем шаг, равный 0.9° .

Еще меньшую градацию, вернее, дробление шага, дают микрошаговые системы управления («*micro stepping mode*»), основанные на постепенном изменении тока в обмотках (Рисунок 4г). Такие системы достаточно сложны. Они требуют применения не

только специальных ИМС драйверов с ЦАП, но и микропроцессорного управления. Именно этот режим часто приводит к путанице, в результате которой шаговые двигатели причисляют к многофазным двигателям переменного тока.

Увидеть «вживую» все тонкости процесса управления можно на сайте компании Nanotec Electronic [4]. Анимация, приведенная на сайте, позволяет увидеть «реальную» работу виртуального биполярного двигателя для полношагового (Fullstep) и микрошагового (Microstep) режимов управления. Интерфейс сайта достаточно прост. Скриншот примера анимации приведен на Рисунке 5.

На Рисунке 4 недаром приведена форма тока в обмотках, а не управляющего напряжения. Как известно, ток в индуктивности (а обмотка двигателя является индуктивностью) не может изменяться скачком, а растет по экспоненте до значения $I_{MAX} = V_{DC}/R$:

$$I(t) = I_{MAX} (1 - e^{-t/\tau}).$$

Требуемое для этого время определяется постоянной времени цепи $\tau = L/R$. Здесь L – индуктивность обмотки двигателя, а R – общее сопротивление в цепи обмотки. Что из этого следует? Следует то, что при некоторой длительности импульса ток в обмотке не достигнет своего номинального значения, и момент на двигателе будет снижен, а при каких-то значениях длительности его ротор вообще не сдвинется с места. Вот этот эффект и ограничивает скорость вращения шагового двигателя. Проблема решается тремя способами. Первый заключается в том, что на некоторое начальное время напряжение на обмотке увеличивается, а потом уменьшается до номинального значения $V_{DC} = I_{MAX}R_L$, где I_{MAX} – максимальный номинальный ток обмотки, а R_L – активное сопротивление обмотки. Это сложно, так как требует специальных схем управления с дополнительными ключами и источниками питания.

Классическим и самым простым методом оказывается включение последовательно с обмоткой двигателя дополнительного сопротивления с одновременным кратным увеличением напряжения питания V_{DC} . Это и ускорит накопление тока в индуктивности, и не приведет к выходу двигателя из строя, так как

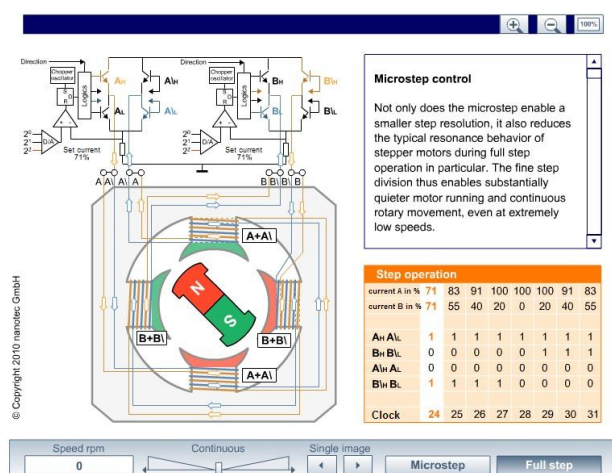


Рисунок 5. Анимация, иллюстрирующая работу биполярного двигателя. (С сайта компании Nanotec Electronic).

требование по максимальному току обмотках не будет нарушено. В классической теории обычно используется режим $L/5R$, но на практике могут встречаться и иные варианты. Недостатком этого способа форсирования тока является необходимость использования мощных резисторов и энергетические потери, поэтому его применяют преимущественно для маломощных двигателей. Чтобы облегчить читателю освоение этого метода, рассмотрим один пример.

В спецификации двигателя P542-M48 [6] указан момент для режима $L/4R$, его сопротивление обмотки $R_L = 52.4$ Ом, номинальное напряжение $V_{DC} = 12$ В. Обращаю внимание читателей, что при указании $L/4R$ имеется в виду общее сопротивление, то есть сумма собственного сопротивления обмотки R_L и добавочного резистора номиналом $3R_L$, равного в нашем случае 157.2 Ом. Таким образом, при повышении напряжения питания до $4V_{DC}$ на добавочных резисторах при малых скоростях вращения и, особенно, при остановке двигателя будет рассеиваться мощность:

$$P_R = \frac{(3V_{DC})^2}{3R_L} = \frac{(3 \cdot 12)^2}{3 \cdot 52.4} = 8.24 \text{ Вт.}$$

Фактически, с учетом допустимого коэффициента нагрузки для резисторов, нам придется использовать добавочный резистор сопротивлением 160 Ом с рассеиваемой мощностью не менее 10 Вт.

Выходом из положения может быть использование импульсных стабилизаторов с ограничением максимального тока. Применение этого метода для коллекторных двигателей было рассмотрено в [1]. Повторим его суть. На двигатель от импульсного преобразователя подается повышенное в несколько раз напряжение, которое формирует ускоренный процесс заряда индуктивности обмоток. После достижения заданной величины тока преобразователь переходит из режима стабилизации напряжения в режим стабилизации тока и удерживает ток обмотки на заданном уровне. Именно этот режим питания обмоток показан на Рисунке 4 (видна нарезка). Это решение нельзя назвать дешевым, но его КПД несравненно выше, и в ряде случаев это единственный возможный для реализации вариант. Дело упрощает то, что

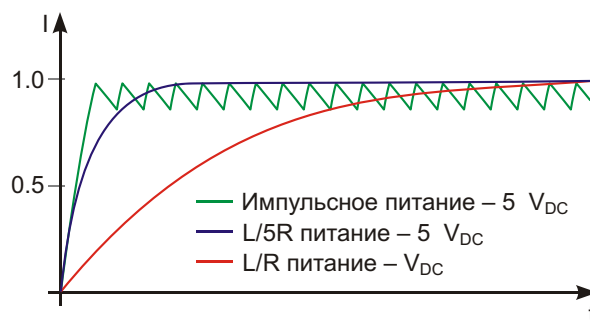


Рисунок 6. Форма тока в обмотках шагового двигателя при различных вариантах питания [3].

обычно этот режим уже встроен в управляющую ИМС драйвера [2]. Сравнение методов управления током в обмотках двигателя показано на Рисунке 6.

Еще одним препятствием на пути использования шаговых двигателей является явление механического резонанса, поскольку ротор не сразу устанавливается в новую позицию, а, являясь своеобразным маятником, совершает затухающие колебания. При каждом шаге происходит толчок ротора, который, как и любая свободно подвешенная механическая система, начинает колебаться, и двигатель на некоторых частотах вращения теряет свой момент. Для подавления колебаний ротора используются либо механические методы (различного рода демпфирующие, притормаживающие фрикционные или бесфрикционные системы), либо используется микрошаговый режим управления. Системы управления с дроблением шага благодаря постепенному смещению ротора (основной шаг дробится на некоторую заданную системой управления величину, обычно 1/8, 1/16 или 1/32) уменьшают механические колебания ротора, сводя их практически к нулю.

Кроме описанных выше проблем, связанных с индуктивным характером шагового двигателя, как нагрузки для источника питания, ограничение по начальной стартовой скорости связано и с конструктивными особенностями, а именно с массой ротора, то есть его инерцией, о чем также упоминалось при рассмотрении способов коммутации обмоток. Иными словами, двигатель иногда необходимо разгонять до необходимой скорости. В некоторых спецификациях для шаговых двигателей приводятся две важные для разработчика кривые, показывающие зависимости момента, развиваемого на валу двигателя, от скорости вращения (Рисунок 7).

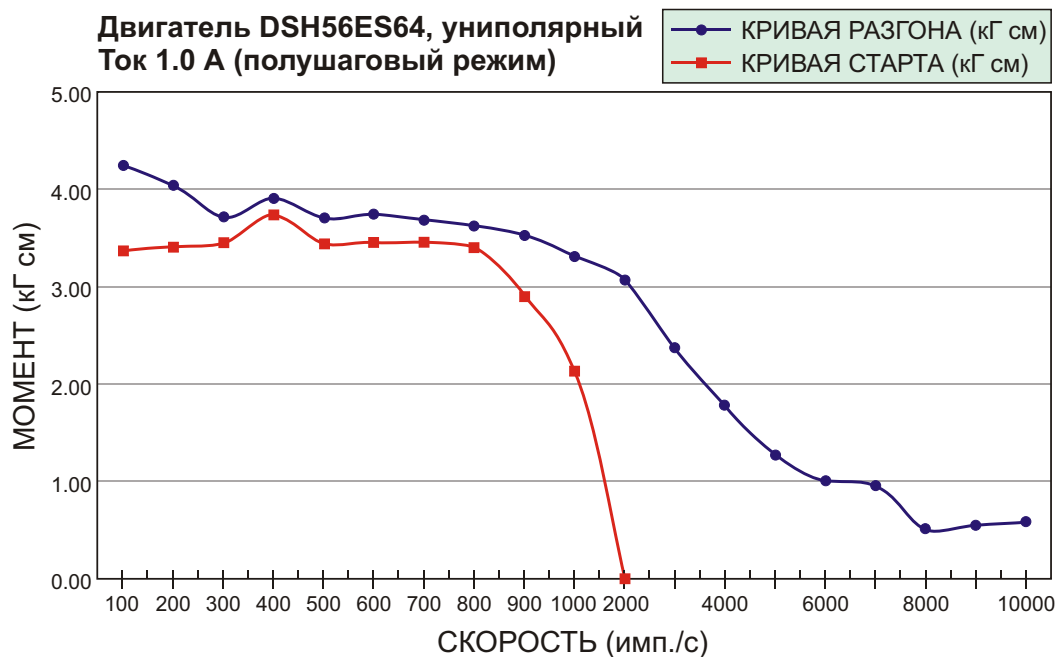


Рисунок 7. Зависимость момента от скорости вращения ротора двигателя серии DSH56 [5].

Внутренняя кривая (кривая старта, или «pull-in torque») показывает, при каком максимальном для данной скорости внешнем тормозящем моменте шаговый двигатель способен тронуться без предварительного ускорения, то есть без разгона. Эта кривая пересекает ось скоростей в точке, называемой максимальной частотой старта. На более низких скоростях шаговый двигатель еще может синхронизировать себя с частотой шага, преодолев действие внешних сил и инерцию ротора. Необходимо заметить (а это часто умалчивается изготовителями), что этот параметр задается для определенного режима работы и включения обмоток двигателя (в данном случае он задан для полушагового режима в униполярном включении обмоток двигателя), а нагрузка двигателя при замере этого параметра является фрикционной, а не инерционной. То есть, ротор двигателя искусственно заторможен, что уменьшает его нежелательные колебания под воздействием импульса тока в обмотке, и, следовательно, скорость вращения двигателя будет выше. Режим управления для этого параметра так же важен, поскольку в полушаговом режиме резонансные явления уже уменьшены. Внешняя кривая (кривая разгона, или «pull-out torque») показывает, при каком максимальном момен-

те для данной скорости шаговый двигатель вообще способен поддерживать вращение без пропуска шагов, но уже с учетом того, что произведен плавный разгон двигателя. Кривая показывает максимальную скорость для данного двигателя без нагрузки. Этот параметр зависит от тока в обмотках двигателя и способа управления обмотками. Обычно рекомендуют использовать «запас прочности» по этим параметрам от 50% до 100% по сравнению с необходимым вращающим моментом. Это необходимо учитывать для гарантии получения заданных характеристик.

Таким образом, повторюсь (поскольку это важно), может потребоваться разгон двигателя на малых скоростях до необходимой рабочей скорости, а процесс остановки включает уменьшение скорости вращения двигателя до ее некоторого минимального значения с переводом в режим удержания. В противном случае гарантировать точность позиционирования ротора может быть невозможно. Более того, вследствие инерционности системы может произойти даже разрушение редуктора, если он используется. Ну и нельзя забывать о подтормаживании, которое в любом случае оказывается не просто полезным, а часто и необходимым для точного позиционирования в системах со сложными

приводами, использующими редукторы или передачи, но это уже относится не непосредственно к шаговому двигателю, а к системе привода в целом. **РЛ**

Литература

1. Рентюк В. «Управление двигателями постоянного тока», РадиоЛоцман, 2014, октябрь-ноябрь
2. LMD18245 3A, 55V DMOS Full-Bridge Motor Driver, Texas Instruments Inc., April 2013
3. Емельянов А.В., Шилин А.Н. Шаговые двигатели: учебное пособие. Волг. ГТУ, Волгоград, 2005
4. <http://en.nanotec.com/support/tutorials/stepper-motor-and-bldc-motors-animation/>
5. DHS 56 series TECO Electro Devices Co. Ltd. <http://pdf.directindustry.com/pdf/teco-electro-devices-co-ltd/stepping-motor-catalog/59236-180900-24.html>
6. Geared stepper motor P542-M48 series, Mclennan Servo Supplies Ltd. www.mclennan.co.uk

Окончание в следующем номере

Шаговые двигатели: особенности и практические схемы управления

Часть 2. Схемотехника систем управления

Окончание. Начало в номере 01-2015

Владимир Рентюк, Запорожье, Украина

Выше были рассмотрены наиболее важные общие вопросы использования шаговых двигателей, которые помогут в их освоении. Но, как гласит наша любимая украинская поговорка: «Не повірю поки не провірю» («Не поверю, пока не проверю»). Поэтому перейдем к практической стороне вопроса. Как уже отмечалось, шаговые двигатели – это удовольствие не из дешевых. Но они имеются в старых принтерах, считывателях гибких и лазерных дисков, например, SPM-20 (шаговый двигатель для позиционирования головки в дисководах 5"25 Mitsumi) или EM-483 (от принтера Epson Stylus C86), которые можно найти у себя в старом хламе или купить за

копейки на радиобазаре. Примеры таких двигателей представлены на Рисунке 8.

Наиболее простыми для начального освоения являются униполярные двигатели. Причина кроется в простоте и дешевизне их драйвера управления обмотками. На Рисунке 9 приведена практическая схема драйвера, использованного автором статьи для униполярного шагового двигателя серии P542-M48 [6].

Естественно, что выбор типа транзистора для ключей управления обмотками должен происходить с учетом максимального тока коммутации, а его подключение учитывать



а)



б)

Рисунок 8. Шаговые двигатели, используемые в устаревшей компьютерной технике.

а) Шаговый двигатель SPM-20 для позиционирования головки в дисководах 5"25 Mitsumi. (Фото с сайта www.roboforum.ru).

б) Шаговый двигатель EM-483 от принтера Epson Stylus C86. (Фото с сайта www.roboforum.ru).

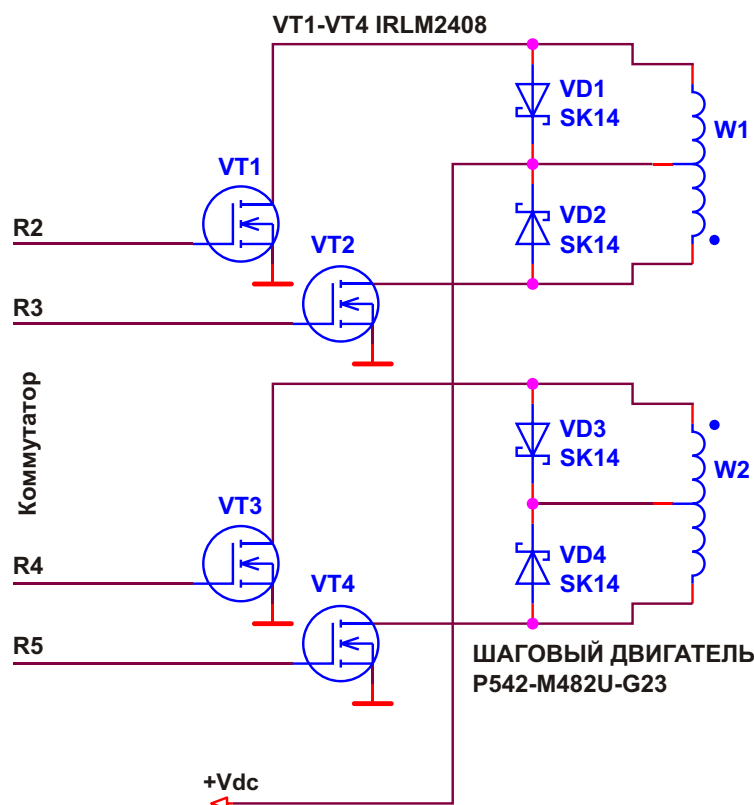


Рисунок 9. Драйвер униполярного шагового двигателя. (Дополнительная информация по подключению на Рисунках 10 и 12).

необходимость заряда/разряда емкости затвора. В ряде случаев прямое соединение MOSFET с ИМС коммутатора может быть недопустимым. Как правило, в затворах устанавливаются последовательно включенные резисторы небольших номиналов. Но в ряде случаев необходимо предусмотреть еще и соответствующий драйвер для управления ключами, который обеспечит заряд/разряд их входной емкости. В некоторых решениях предлагается в качестве ключей использовать биполярные транзисторы. Это подходит только для очень маломощных двигателей с небольшим током обмоток. Для рассматриваемого двигателя с рабочим током обмоток $I = 230$ мА ток управления по базе ключа должен составить, по крайней мере, 15 мА (хотя для нормальной работы ключа необходимо, чтобы ток базы равнялся 1/10 рабочего, то есть 23 мА). Но такой ток от микросхем серии 74НСхх забрать невозможно, поэтому потребуются дополнительные драйверы. Как хороший компромисс, можно использовать IGBT, сочетающие в себе достоинства полевых и биполярных транзисторов.

С точки зрения автора статьи, самым оптимальным для управления коммутацией обмоток двигателей небольшой мощности является использование подходящих по току и сопротивлению открытого канала $R_{DC(ON)}$ MOSFET, но с учетом рекомендаций, описанных выше. Мощность, рассеиваемая на ключах для выбранного в качестве примера двигателя серии P542-M48, при полной остановке ротора не превысит

$$P_{VT} = R_{DC(ON)} I^2 = 0.25 (0.230)^2 = 13.2 \text{ мВт.}$$

Транзисторы IRLML2803 с $R_{DC(ON)} = 0.25$ Ом имеют допустимую мощность рассеяния 540 мВт и постоянный ток стока 0.93 А при температуре 70 °С. Так что, они полностью соответствуют требованиям и обеспечат надежную работу драйвера. В большинстве случаев, учитывая низкие частоты коммутации, проведенной выше оценки вполне достаточно. Поскольку детальное рассмотрение особенностей работы ключей не входит в рамки данной статьи, то для их выбора и полного расчета можно воспользоваться методикой, приведенной, например, в [7].

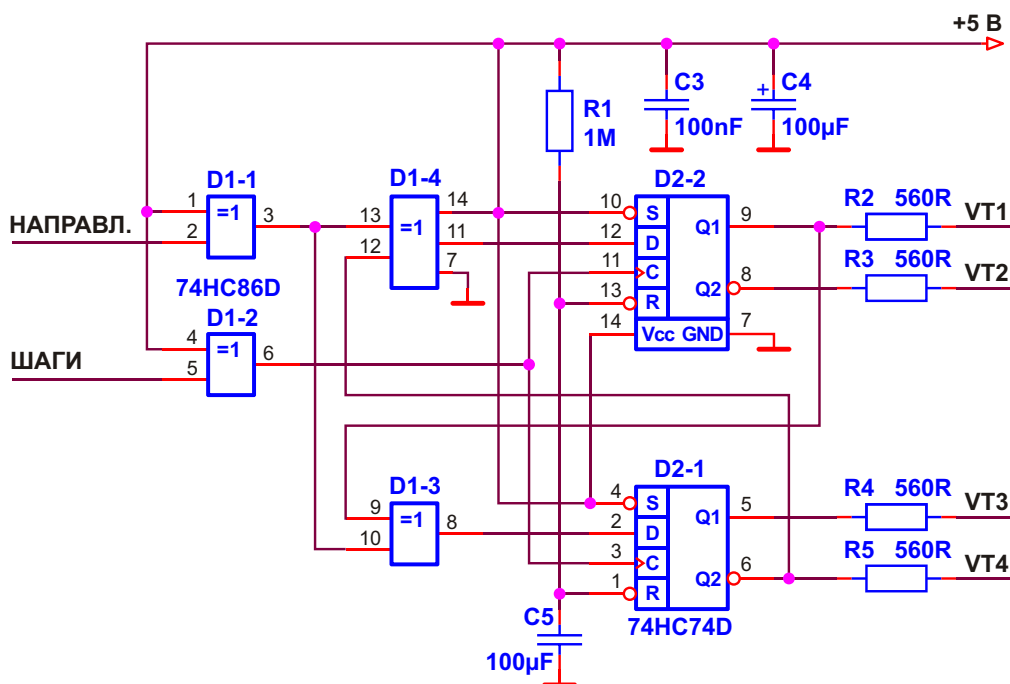


Рисунок 10. Схема универсального коммутатора шагового двигателя (с реверсом).

Еще одним важным моментом является правильный выбор так называемых снаберных диодов, шунтирующих обмотку двигателя (VD1...VD4 на Рисунке 9). Назначение этих диодов – гасить ЭДС самоиндукции, возникающую при выключении управляющих ключей. Если диоды выбраны неверно, то неизбежен выход из строя транзисторных ключей и устройства в целом. Обратите внимание, что в мощные MOSFET такие диоды, как правило, уже встроены.

Режим управления двигателем задается коммутатором. Как уже было отмечено выше, наиболее удобным и эффективным является управление с перекрытием фаз (Рисунок 4б). Такой режим легко реализуется при помощи триггеров. Практическая схема универсального коммутатора, который использовал автор статьи как в ряде отладочных модулей (в том числе, и с приведенным выше драйвером), так и для практических применений, приведена на Рисунке 10.

Схема на Рисунке 10 пригодна для любых типов двигателей (униполярных и биполярных). Частота вращения двигателя задается внешним тактовым генератором (скважность любая), сигнал с которого подается на вход «ШАГИ», а направление вращения устанавливается через вход «НАПРАВЛЕНИЕ». Оба сигнала имеют логические уровни и, если для их формирования используются выходы с

открытым коллектором, то потребуются соответствующие резисторы подтяжки (на Рисунке 10 они не показаны). Временная диаграмма работы коммутатора приведена на Рисунке 11.

Хочу обратить внимание читателей: в Интернете вы могли встретить похожую схему, выполненную не на D-триггерах, а на JK-триггерах. Будьте внимательны! В ряде этих схем допущена ошибка в подключении ИМС. Если нет необходимости в реверсе, то схема

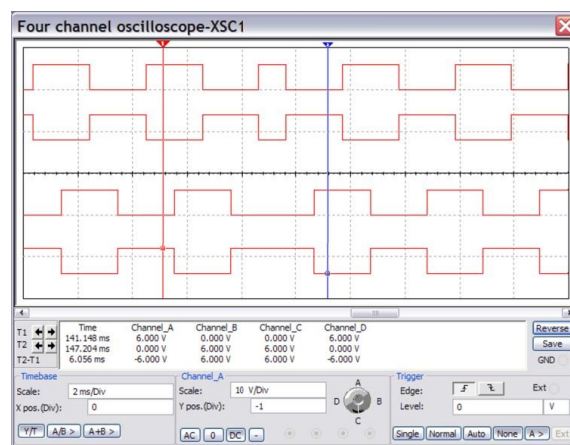


Рисунок 11. Временная диаграмма универсального коммутатора с реверсом. Верхние две осциллограммы – Q1 D2-2, Q2 D2-2; нижние две – Q1 D2-1, Q2 D2-1. Маркеры показывают область изменения очередности включения фаз.

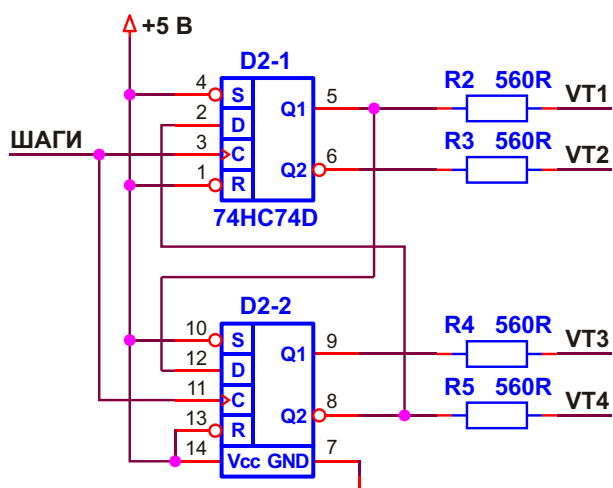


Рисунок 12. Упрощенная схема коммутатора шагового двигателя (без реверса).

коммутатора может быть значительно упрощена (см. Рисунок 12), при этом частота вращения останется неизменной, а диаграмма управления будет аналогичной той, которая приведена на Рисунке 11 (осциллограммы до переключения очередности фаз).

Поскольку особых требований к сигналу «ШАГИ» не предъявляется, для его формирования может использоваться любой подходящий по уровням выходного сигнала генератор. Для своих отладочных модулей автор использовал генератор на базе ИМС таймера 555 (Рисунок 13).

Для питания собственно двигателя можно использовать схему, приведенную на Рисунок 14,

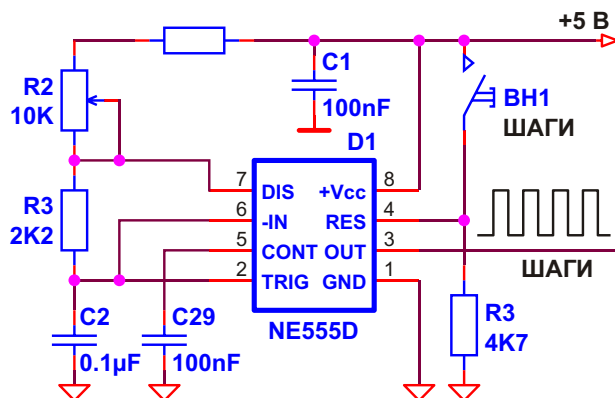


Рисунок 13. Регулируемый генератор импульсов для коммутатора шагового двигателя.

ке 14, а схему коммутатора и генератора питать или от отдельного источника питания +5 В или через дополнительный маломощный стабилизатор. Земли силовой и сигнальной частей в любом случае необходимо разделять.

Схема на Рисунке 14 обеспечивает подачу двух стабильных по уровню напряжений для питания обмоток двигателя: 12 В в рабочем режиме и 6 В в режиме удержания. (Формулы, необходимые для расчета выходного напряжения, приведены в [8]). Рабочий режим включается подачей высокого логического уровня на контакт «ТОРМОЗ» разъема X1. Допустимость снижения напряжения питания определяется тем, что, как уже отмечалось в первой части статьи, момент удержания шаговых двигателей превышает

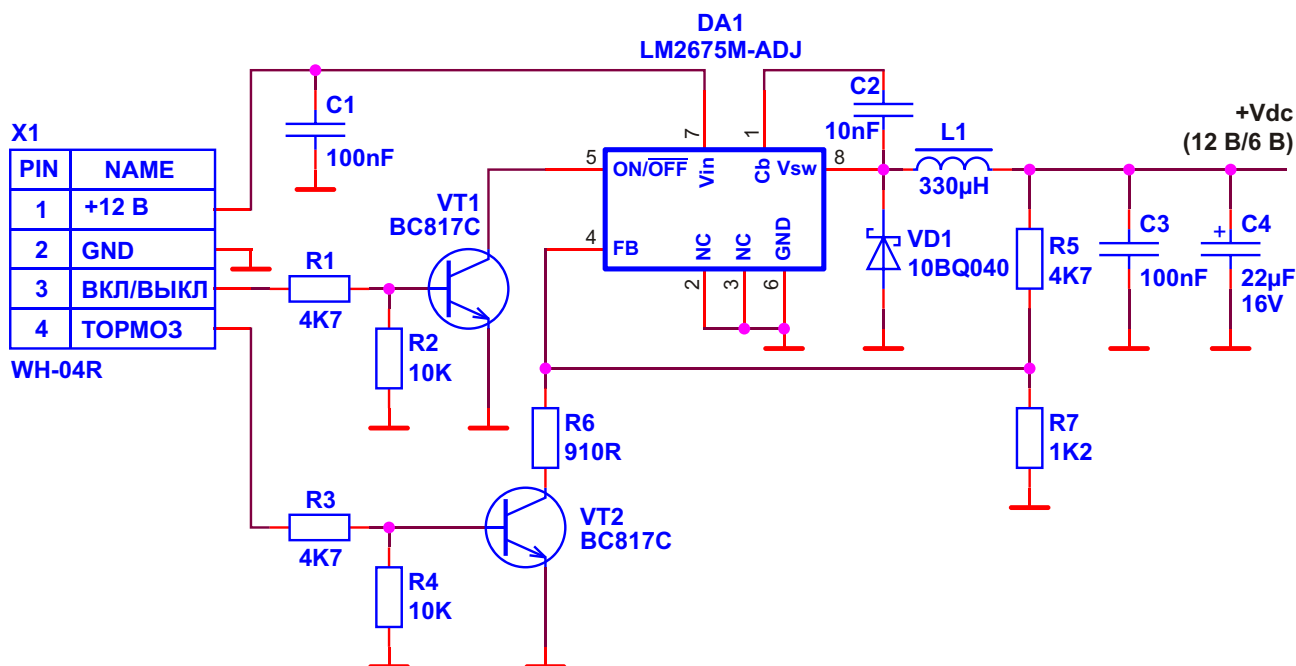


Рисунок 14. Схема питания шагового двигателя с режимами удержания и выключения.

момент вращения. Так, для рассматриваемого двигателя P542-M48 момент удержания с редуктором 25:6 равен 19.8 Н см, а момент вращения всего 6 Н см. Этот подход позволяет при остановке двигателя уменьшить потребление мощности с 5.52 Вт до 1.38 Вт! Полное отключение двигателя осуществляется подачей высокого логического уровня на контакт «ВКЛ/ВЫКЛ» разъема X1.

Если схема управления имеет выход на транзисторах с открытым коллектором, то в ключах VT1, VT2 необходимости нет, и выходы можно подключить непосредственно вместо упомянутых ключей.

Примечание:

В этом варианте использование резисторов подтяжки недопустимо!

В качестве дросселя автор использовал катушку SDR1006-331K (Bourns). Общее питание формирователя напряжения для обмоток двигателя можно уменьшить до 16 – 18 В, что не скажется на его работе. Еще раз обращаю внимание: при самостоятельном расчете не забудьте учитывать, что формирователь обеспечивает режим с перекрытием фаз, то есть необходимо закладываться на

номинальный ток схемы питания, равный удвоенному максимальному току обмоток при выбранном напряжении питания.

Задача управления биполярными двигателями более сложна. Основная проблема в драйвере. Для этих двигателей требуется драйвер мостового типа, и делать его, тем более в современных условиях, на дискретных элементах – неблагоприятная задача. Да, этого и не требуется, так как имеется очень большой выбор специализированных ИМС. Все эти ИМС условно можно свести к двум типам. Первый – весьма популярная у любителей робототехники ИМС L293D STMicroelectronics [9] или ее варианты от Texas Instruments. Они относительно недороги и подходят для управления маломощными двигателями с током обмоток до 600 мА. ИМС имеют защиту от перегрева; устанавливать ее необходимо с обеспечением теплоотвода, которым служит фольга печатной платы [9]. Второй тип – это уже знакомая читателям по публикации в [1] ИМС LMD18245 [2].

Автор использовал драйвер L293DD в схеме для управления биполярным двигателем малой мощности типа 20M020D2B 12 В/0.1 А во время изучения проблемы

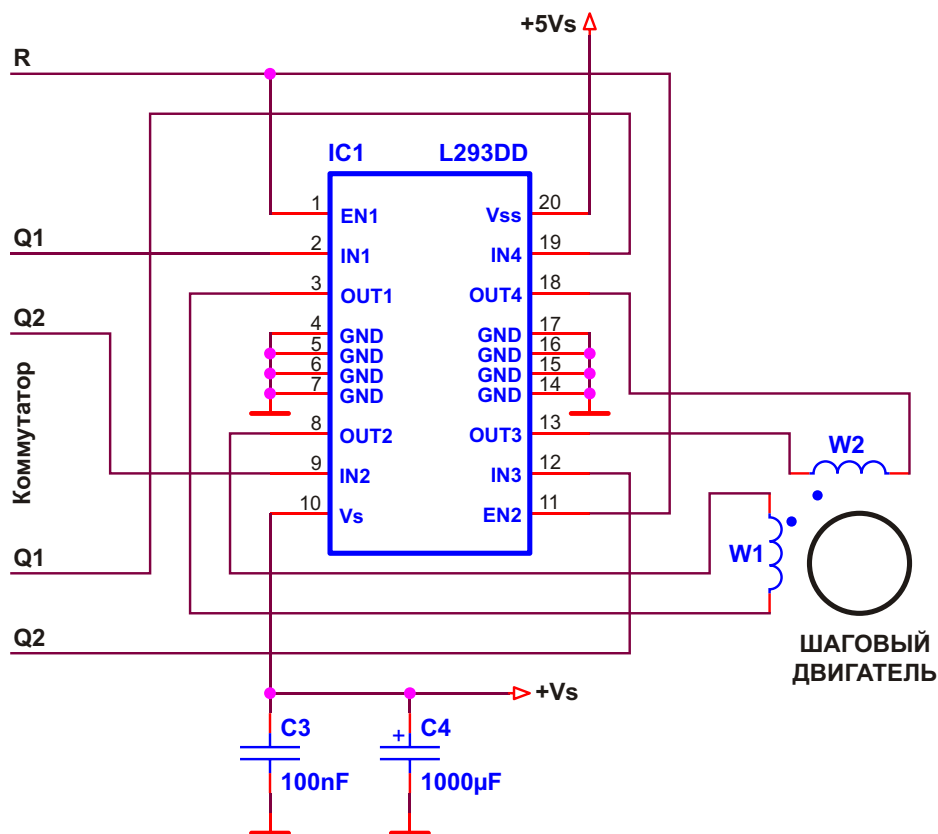


Рисунок 15. Схема подключения драйвера L293DD.

использования шаговых двигателей. Этот драйвер удобен тем, что содержит четыре полумостовых ключа, поэтому для управления биполярным шаговым двигателем требуется всего одна ИМС. Полная схема, приведенная в [10] и многократно повторенная на интернет-сайтах, пригодна для использования в качестве тестовой платы. На Рисунке 15 показано включение ИМС драйвера (с привязкой к коммутатору из Рисунка 10), поскольку именно эта часть сейчас представляет для нас интерес, а Figure 6 (Bipolar Stepping-Motor Control) из спецификации [9] не совсем понятна начинающему пользователю. Она вводит в заблуждение, например, тем, что показаны внешние диоды, которые на самом деле встроены в ИМС и прекрасно справляются с обмотками маломощных двигателей. Естественно, что драйвер L293D может работать с любым коммутатором. Выключается драйвер логическим нулем по входу R.

Примечание:

ИМС L293, в зависимости от изготовителя и суффиксов, указывающих на тип корпуса, имеют различия в нумерации и количестве выводов!

Для более мощных двигателей автор статьи использовал драйверы LMD18245. Полная схема тестового модуля приведена на Рисунке 16.

В отличие от L293DD, LMD18245 является не четырех-, а двухканальным драйвером, поэтому для реализации схемы управления требуются две ИМС. Драйвер LMD18245 выполнен по DMOS технологии, содержит схемы защиты от перегрева, короткого замыкания и выполнен в удобном 15-выводном корпусе TO-220, что позволяет легко отводить от его корпуса излишнее тепло. В качестве задающего генератора использовалась схема, приведенная ранее на Рисунке 13, но с увеличенным до 4.7 кОм сопротивлением резистора R2. Для подачи одиночных импульсов используется кнопка ВН1, позволяющая сдвинуть ротор двигателя на один шаг. Направление вращения ротора определяется положением переключателя S1. Включение и выключение двигателя осуществляется выключателем S2. В положение «ВЫКЛ» ротор двигателя освобождается, и его вращение импульсами управления становится невозможным. Режим удержания уменьшает максимальный ток, потребляе-

мый обмотками двигателя, с двух до одного ампера. Если импульсы управления не подаются, то ротор двигателя остается в зафиксированном положении с пониженной вдвое мощностью потребления. Если же импульсы подаются, то вращение двигателя в этом режиме осуществляется с пониженным на малых скоростях вращением моментом. Необходимо заметить, что поскольку при полношаговом управлении «two-phase-on» включены обе обмотки, ток двигателя удваивается, а схема драйвера должна рассчитываться исходя из требований обеспечения заданного тока двух обмоток (резисторы R3, R8).

Схема содержит описанный ранее двунаправленный двухфазовый формирователь на D-триггерах (Рисунок 10). Максимальный ток драйвера задается резистором, включенным в цепь контакта 13 ИМС LMD18245 (резисторы R3, R8), и двоичным кодом на контактах цепи управления тока (выводы 8, 7, 6, 4). Формула для расчета максимального тока приведена в спецификации на драйвер [2]. Ограничение тока осуществляется импульсным методом. При достижении максимально заданной величины тока выполняется его «нарезка» («chopping»). Параметры этой «нарезки» задаются параллельной RC цепочкой, подключенной к выводу 3 драйвера. Достоинством ИМС LMD18245 является то, что токозадающий резистор, не включенный непосредственно в цепь двигателя, имеет достаточно большой номинал и маленькую рассеиваемую мощность. Для рассматриваемой схемы максимальный ток в амперах, согласно приведенной в [2] формуле, составляет:

$$I_{\text{MAX}} = \frac{V_{\text{DAC REF}}}{250 \cdot 10^{-6} \cdot R_S} \cdot \frac{D}{16} \cdot \frac{5}{250 \cdot 10^{-6} \cdot 10^3} \cdot \frac{16}{10^3} \cdot 2 \text{ A},$$

где:

$V_{\text{DAC REF}}$ – опорное напряжение ЦАП (в рассматриваемой схеме 5 В);

D – задействованные разряды ЦАП (в этом режиме используются все 16 разрядов);

R_S – сопротивление токоограничивающего резистора ($R3 = R8 = 10 \text{ кОм}$).

Соответственно, в режиме удержания (поскольку используются 8 разрядов ЦАП), максимальный ток составит 1 А.

Как можно видеть из предложенной статьи, шаговые двигатели хоть и сложнее в

драйверов и выполняют роль коммутаторов. Дополнительную информацию и более

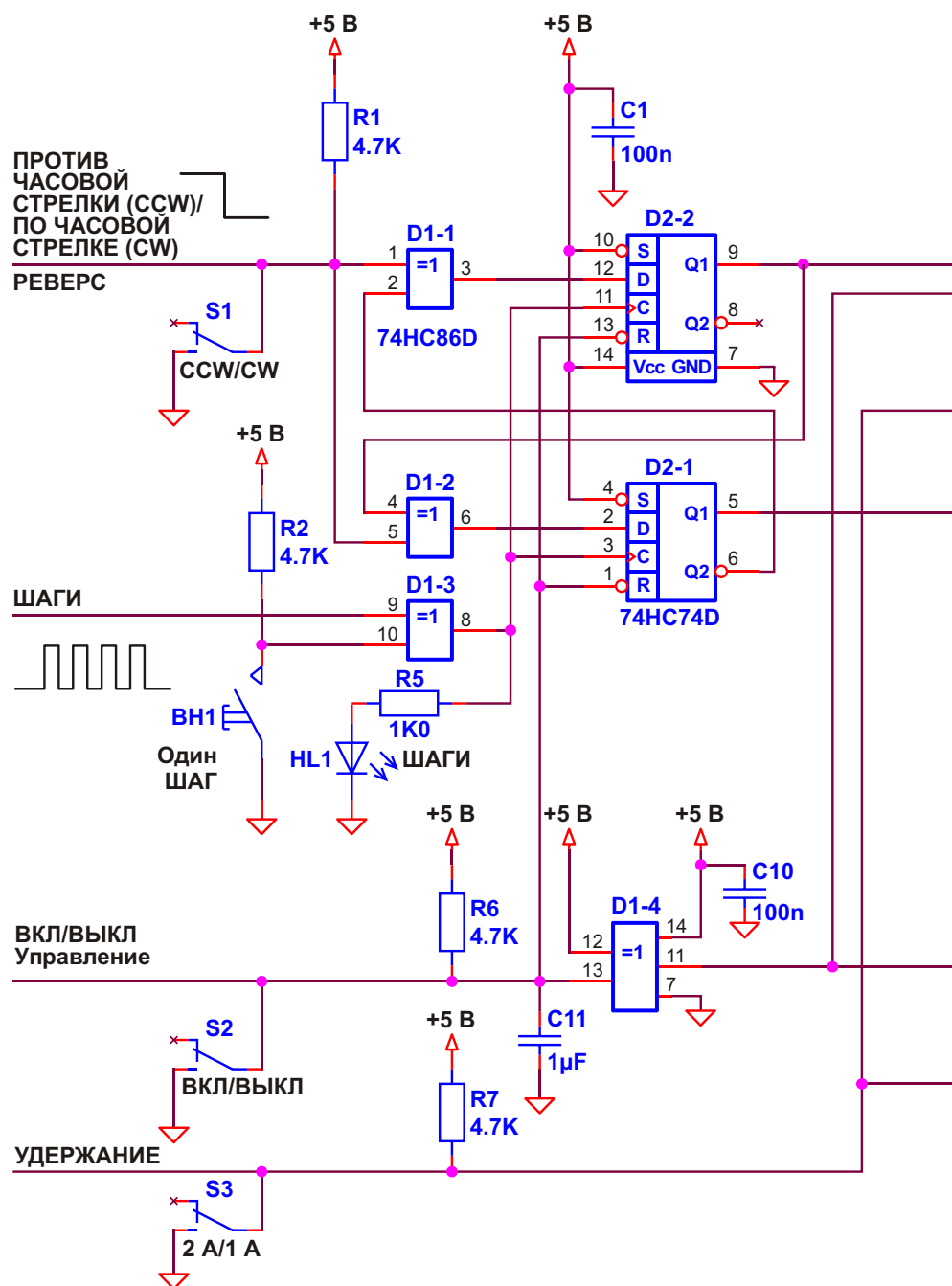
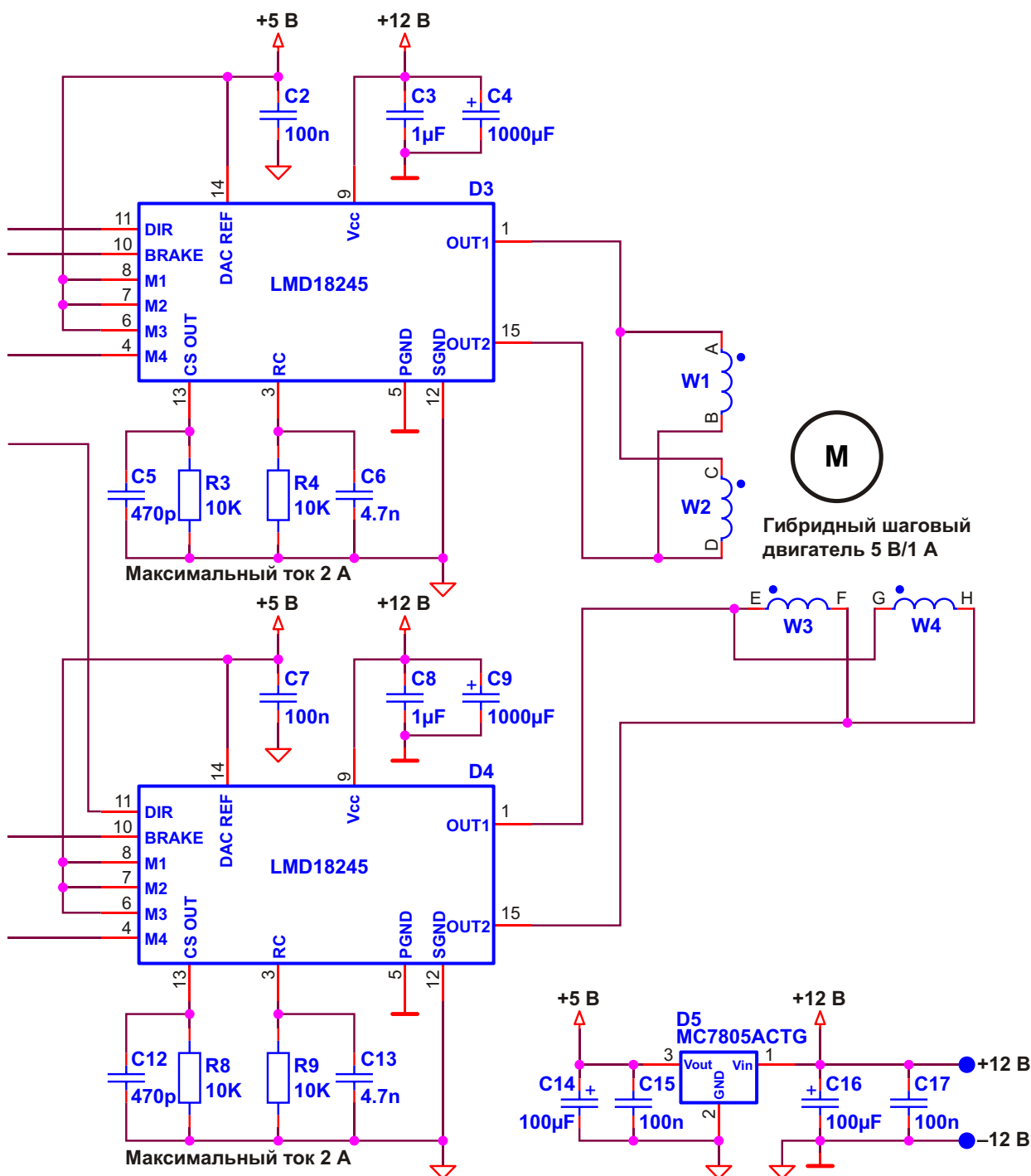


Рисунок 16. Схема управления биполярным шаговым двигателем с использованием

детальное рассмотрение проблем, связанных с применением шаговых двигателей, кроме как по упомянутым выше ссылкам [3, 4, 7], можно почерпнуть из ставшей уже классикой монографии Кенио Такаши [11] и на специализированных интернет-сайтах, например, [12].

Есть еще один момент, на который автор статьи хотел бы обратить внимание читателей. Шаговые двигатели, как впрочем, и все

двигатели постоянного тока, обратимы. Что имеется ввиду? Если приложить внешнее вращающее усилие к ротору, то с обмоток статора можно снять ЭДС, то есть двигатель становится генератором, причем весьма и весьма эффективным. Автор статьи экспериментировал с этим вариантом использования шаговых двигателей во время работы консультантом по силовой электронике в компании, занимающейся ветроэнергетикой.



драйвера LMD18245.

Необходимо было на простых макетах отработать ряд практических решений. По наблюдению автора статьи, эффективность шагового двигателя в таком применении была выше, чем у аналогичного по параметрам и габаритам коллекторного двигателя постоянного тока. Но это уже другая история. **РЛ**

Литература:

1. Рентюк В. «Управление двигателями постоянного тока», РадиоЛоцман, 2014, октябрь-ноябрь
2. LMD18245 3A, 55V DMOS Full-Bridge Motor Driver, Texas Instruments Inc., April 2013
3. Емельянов А. В., Шилин А. Н. Шаговые двигатели: учебное пособие. Волг. ГТУ, Волгоград, 2005
4. <http://en.nanotec.com/support/tutorials/stepper-motor-and-bldc-motors-animation/>
5. DHS 56 series TECO Electro Devices Co. Ltd. <http://pdf.directindustry.com/pdf/teco-electro-devices-co-ltd/stepping-motor-catalog/59236-180900-24.html>
6. Geared stepper motor P542-M48 series, Mclennan Servo Supplies Ltd. www.mclennan.co.uk
7. Дьяконов В. П., Максимчук А. А., Ремнев А. М., Смердов В. Ю. Энциклопедия устройств на полевых транзисторах. М., СОЛОН-Р, 2002
8. LM2675 SIMPLE SWITCHER Power Converter High Efficiency 1A Step-Down Voltage Regulator, Texas Instruments Inc., Rev. June 2005
9. L293, L293D PUSH-PULL FOUR CHANNEL DRIVER WITH DIODES STMicroelectronics, July 2003
10. Rentyuk Vladimir «Control stepper motors in both directions» EDN March 18, 2010
11. Кенио Такаши. Шаговые двигатели и их микропроцессорные системы управления: Пер. с англ., М.: Энергоатомиздат, 1987 – 199 с.
12. <http://www.steppmotor.ru/>

Измерение мощности переменного тока с использованием ШИМ и АИМ

Adolfo Mondragon

EDN

Среднюю мощность, потребляемую от сети 60 Гц (эквивалентную произведению $V_{с.к.з.} I_{с.к.з.} \cos \phi$), можно измерять путем перемножения и последующего усреднения мгновенных выборок значений тока и напряжения. Для этого требуется четырехквадрантное умножение, поскольку мгновенные значения напряжения и тока могут иметь противоположную полярность. Известно множес-

тво способов решения этой задачи, включая аналого-цифровое преобразование с последующей цифровой обработкой сигналов или использование довольно дорогой микросхемы аналогового умножителя, за которой, опять же, должны следовать цепи обработки – аналоговой или цифровой. В статье предлагается еще один, третий способ решения этой задачи (Рисунок 1). В описываемой

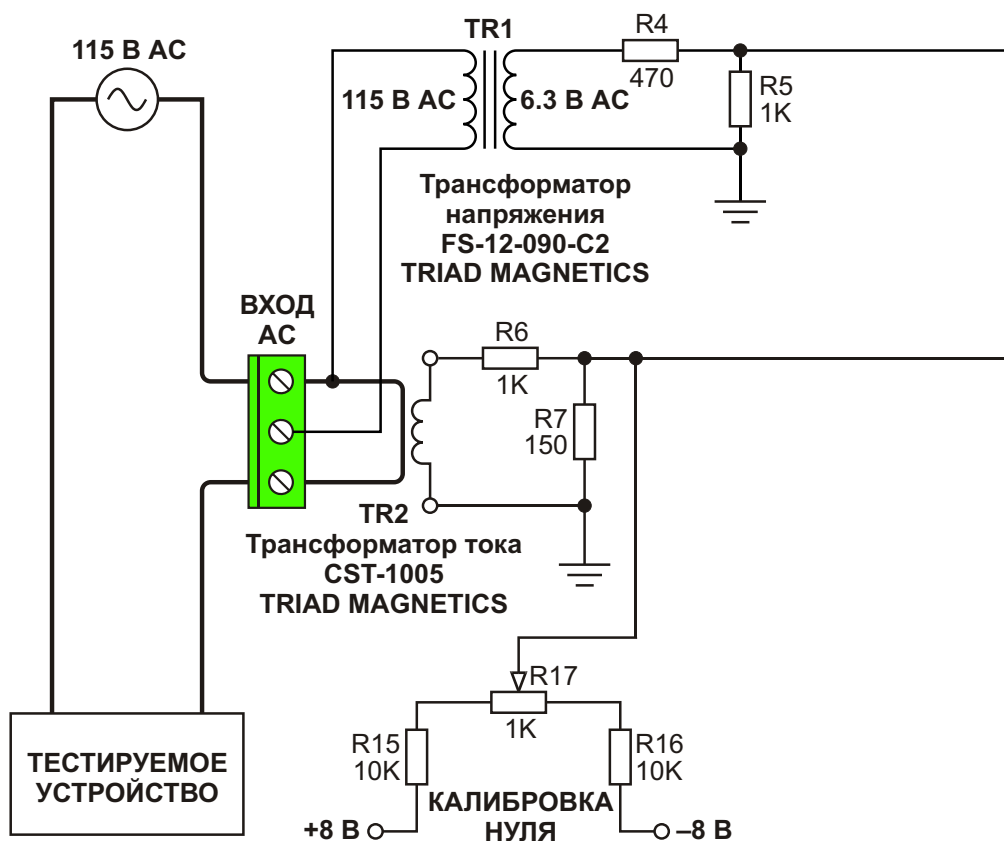


Рисунок 1. Измерение мощности переменного тока, основанное на модуляции импульсов.

схеме используется широтно-импульсный/ амплитудно-импульсный модулятор (ШИМ/ АИМ), реализованный на недорогих операционных усилителях (ОУ) и аналоговом ключе. Схема может быть адаптирована к множеству других приложений.

В основе концепции ШИМ/АИМ умножителя лежит тот факт, что усредненное за один период значение импульсного сигнала равно площади импульса, деленной на период повторения импульсов. Если амплитуда каждого прямоугольного импульса будет пропорциональна напряжению, а ширина пропорциональна току, площадь прямоугольника будет пропорциональна напряжению, умноженному на ток. Если период повторения импульсов намного больше, чем период измеряемой частоты, мы вправе считать, что за время между двумя импульсами напряжение и ток существенно не изменяются. За выходом ШИМ/АИМ следует фильтр нижних частот, который удаляет частоту ШИМ и ее гармоники, восстанавливая требуемое среднее значение сигнала.

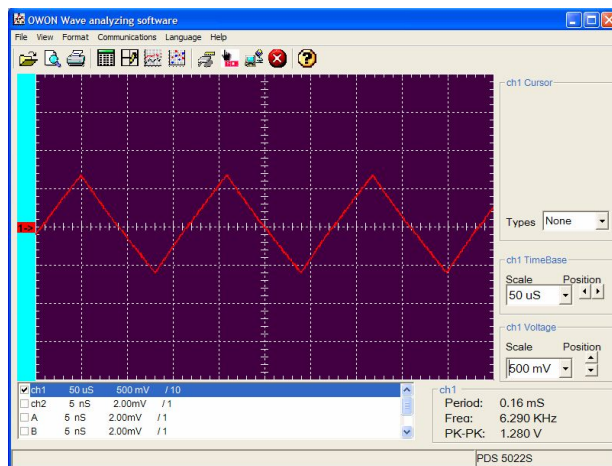
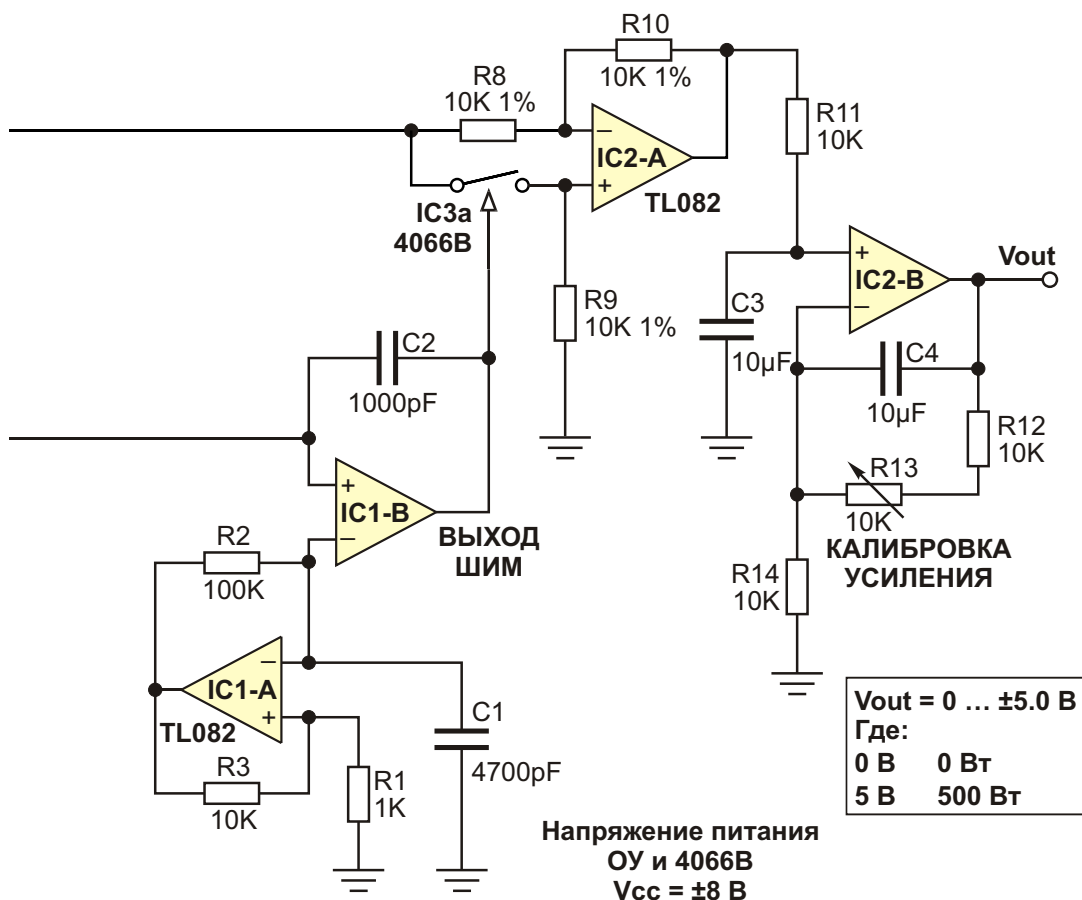


Рисунок 2. Осциллограмма сигнала на входе (–) микросхемы IC1-B.

В схеме использованы два трансформатора: понижающий трансформатор TR1, с выхода которого берется низковольтный сигнал напряжения, и трансформатор тока TR2, вырабатывающий низкоуровневый, полностью гальванически изолированный токовый сигнал.



ОУ IC1-A, включенный как компаратор, генерирует достаточно линейные треугольные импульсы с частотой примерно 6 кГц (Рисунок 2). Столь значительная передискретизация, при которой частота выборки в 100 раз превышает частоту сигнала 60 Гц и в 50 раз теоретическую частоту Найквиста, требуется для того, чтобы снизить ошибку до величины менее 1% от полной шкалы. Для приемлемой линейности отклика размах треугольного сигнала от пика до пика должен удовлетворять двум критериям. Во-первых, для того чтобы коэффициент заполнения импульсов ШИМ мог достигать 100%, он не должен быть меньше максимального пикового напряжения, получаемого с выхода трансформатора тока T2. Во-вторых, он должен быть, по крайней мере, на 10% меньше, чем $\pm V_{CC}$.

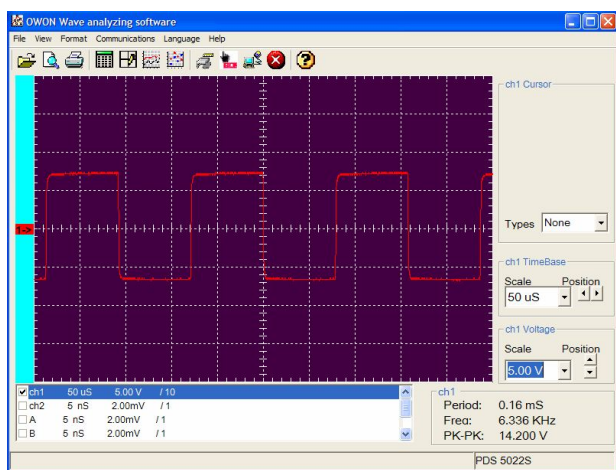


Рисунок 3. Осциллограмма сигнала на выходе микросхемы IC1-B.

На ОУ IC1-B сделан генератор, формирующий симметричные относительно нуля прямоугольные импульсы с коэффициентом заполнения, зависящим от мгновенного значения сигнала на выходе трансформатора тока (Рисунок 3). Конденсатор C2 необходим для обострения фронтов импульсов выходного напряжения. Для того, чтобы прямоугольные импульсы ШИМ имели оптимальные параметры, операционные усилители должны иметь скорость нарастания не менее 10 В/мкс. Когда мгновенное значение сигнала на выходе трансформатора тока T2 равно нулю, коэффициент заполнения импульсов на выходе IC1-B будет равен 50%. По мере роста сигнала датчика тока от нуля до уровня полной шкалы, коэффициент заполнения увеличивается от 50% до 100%. При умень-

шения токового сигнала от нуля до отрицательного уровня полной шкалы, коэффициент заполнения изменяется от 50% до 0%.

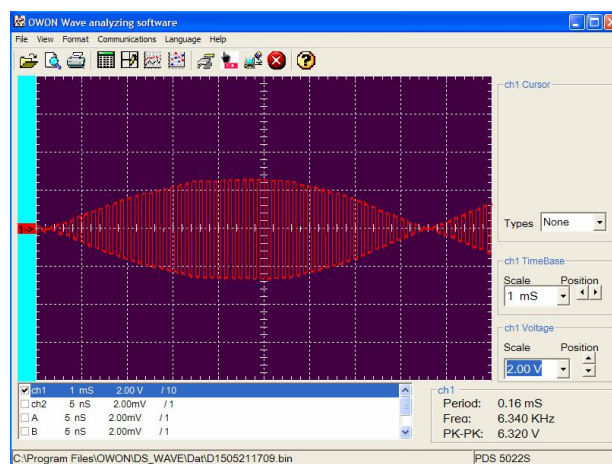


Рисунок 4. Осциллограмма сигнала на выходе микросхемы IC2-A.

ОУ IC2-A, ключ IC3-A и окружающие их резисторы образуют четырехквадрантный умножитель [1] в виде усилителя с коэффициентом усиления либо +1 (при замкнутом ключе), либо -1 (при разомкнутом ключе). Ключ управляется сигналом ШИМ с выхода IC1-B; он закрывается при положительном уровне сигнала на выходе IC1-B, и открывается при отрицательном уровне. Показанный на Рисунке 4 результирующий сигнал на выходе IC2-A является копией сигнала ШИМ на выходе IC1-B (коэффициент заполнения пропорционален току), за исключением амплитуды, которая пропорциональна напряжению.

Последним каскадом схемы является фильтр нижних частот на микросхеме IC2-B, удаляющий из выходного сигнала как частоту ШИМ 6 кГц и ее гармоники, так и модулирующую частоту 60 Гц. В результате на выходе схемы формируется усредненный сигнал ШИМ, соответствующий среднему значению мощности переменного тока 60 Гц. **РЛ**

Ссылки

1. Maxim Integrated, App. Note 4502, "Single IC PWM Modulator has 2% Linearity", Ahmad Ayar, Aug 10, 2010.
2. Maxim Integrated, App. Note 4281, "Advanced Power Line Monitoring Requires a High Performance Simultaneous Sampling ADC", Joseph Shtargot, Sept. 26, 2008
3. EDN Design Ideas, "Two IC-Circuit Combines Digital and Analog Signals to Make Multiplier Circuit", Rick Mally, Jan. 2013

Модифицированная схема зарядового насоса извлекает энергию из цифрового сигнала

Luca Bruno и Duilio Pozzoni

EDN

Описанный в этой статье удвоитель напряжения представляет собой модифицированный зарядовый насос Диксона. В отли-

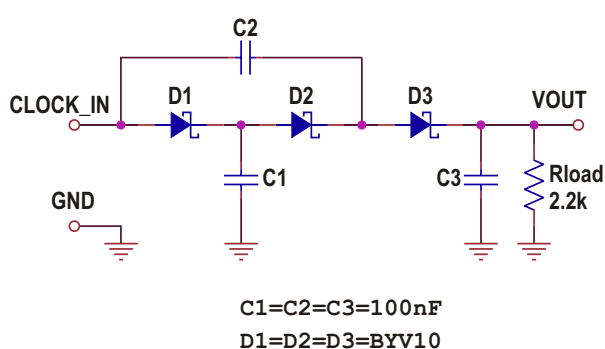


Рисунок 1. Удвоитель напряжения.

чие от базовой схемы, предлагаемое решение не нуждается в постоянном входном напряжении, а формирует выходное напряжение только из импульсного сигнала.

Схема на Рисунке 1 работает как зарядовый насос, в котором конденсатор C1 заряжается при высоком уровне входных импульсов, а в паузах разряжается через диод D2 в конденсатор C2. В свою очередь C2 разряжается через диод D3 в конденсатор C3 в то время, когда уровень входного сигнала высокий.

В отсутствие нагрузки на выходе схемы будет удвоенное пиковое входное напряжение за вычетом прямого падения напряжения на трех диодах – в сумме порядка 0.75 В. Выходное напряжение устанавливается в течение десяти периодов тактовой частоты, достигая примерно 60% от окончательного значения уже после двух импульсов. Установившееся значение напряжения зависит от тока нагрузки и пиковой амплитуды входных импульсов, поэтому, если вам потребуется стабильное выходное напряжение, придется добавить микросхему регулятора.

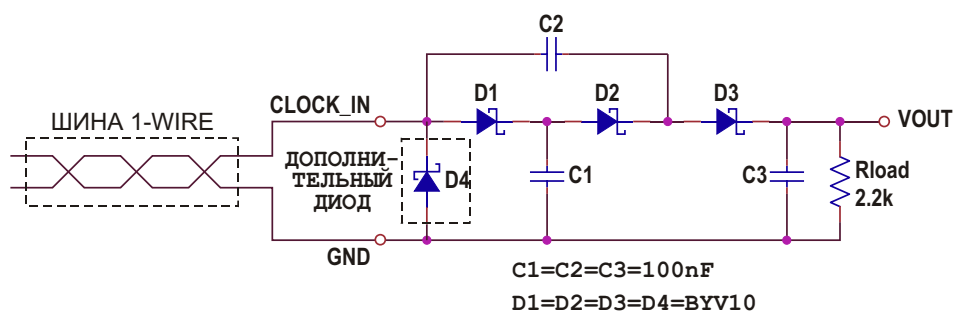


Рисунок 2. Для подавления звона, возникающего на фронтах входных импульсов, в схему добавлен диод D4.

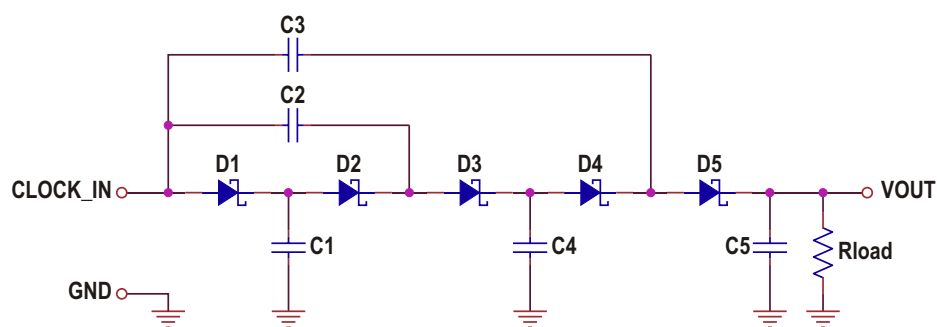


Рисунок 3. Утроитель напряжения

Чтобы выбрать емкости конденсаторов для вашего приложения, можете воспользоваться следующей формулой:

$$C = \frac{I_{LOAD} \cdot T_{LOW}}{V_{R(PIK-PIK)}},$$

где

I_{LOAD} – ток нагрузки,

T_{LOW} – длительность паузы между импульсами,

V_R (пик-пик) – максимально допустимая пиковая амплитуда пульсаций выходного напряжения.

Схема была испытана с RC-генератором, сделанным на основе микросхемы инвертирующего триггера Шмитта 74HC14 и работающим на частоте 200 кГц при напряжении питания 5 В (Рисунок 2). Результаты измерений для случая, когда генератор подключался к входу удвоителя напряжения витой парой длиной 10 м, представлены ниже в таблице.

R_{LOAD}	V_{OUT}	V_R (пик-пик)
Без нагрузки	9 В	0 В
2.2 кОм	8 В	120 мВ

D4 уменьшает звон, возникающий на спадающих фронтах входных импульсов.

Получая энергию от любой цифровой линии данных, эта схема может использоваться для получения повышенного напряжения в удаленных микромощных приложениях без использования местных батарей, например, в сети однопроводного интерфейса 1-Wire.

Если же вам потребуется еще более высокое напряжение питания, можно дополнить схему так, чтобы получить N-кратное умножение. На Рисунке 3 показан преобразователь, умножающий напряжение в три раза.

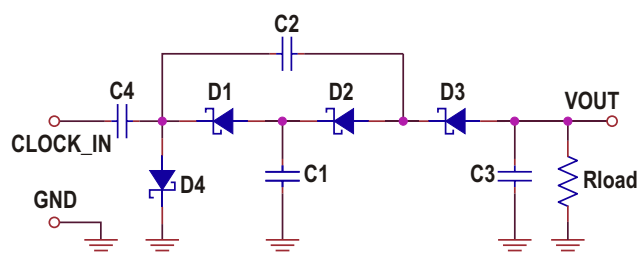


Рисунок 4. Удвоитель с отрицательным выходным напряжением.

Можно получить также отрицательное напряжение, для чего нужно изменить полярность включения всех диодов и развязать вход по постоянному току. На Рисунке 4 изображена схема удвоителя с отрицательным выходным напряжением, в которой цепь C4, D4 обрезает входные пиковые уровни до нуля. Аналогично можно получить более высокое отрицательное напряжение, модифицировав схему на Рисунке 3. **РЛ**

Генератор гармонических колебаний с низкими нелинейными искажениями на КМОП инверторах

Al Dutcher

EDN

В этой статье предлагается простая, дешевая и компактная схема широкодиапазонного источника гармонических колебаний с низким уровнем нелинейных искажений для конструирования и отладки аудио схем. Хотя стабильность синусоидального сигнала, который можно получить методом прямого цифрового синтеза, существенно выше, а гармоник и других побочных частотных компонентов в нем меньше, этот, в определенной степени, «ретро» подход позволяет разработчикам оттачивать свои навыки моделирования, используя бесплатный симулятор LTSpice компании Linear Technology. Генератор содержит частотозадающую цепь и оригинальный амплитудный ограничитель, предотвращающий насыщение схемы, искажение сигнала и возникновение гармоник.

Во многих генераторах звуковой частоты используется классическая топология с полосовым фильтром на основе моста Вина и цепями, содержащими лампы накаливания, термисторы или полевые транзисторы с р-п переходом, необходимые для автоматического изменения коэффициента обратной связи и ограничения амплитуды.

Однако чувствительные к амплитуде резисторы вносят небольшую задержку, которая может стать причиной пульсаций амплитуды во время стабилизации генератора. Кроме того, «мягкие» характеристики ограничителя требуют использования частотно-зависимых компонентов, отслеживающих и поддерживающих амплитуду постоянной во

всем диапазоне частот генерации. Диодные ограничители имеют более мягкие характеристики, не позволяющие усилителю уходить в «жесткое» ограничение и, кроме того, они не вносят задержки огибающей. Частотная характеристика фильтра на основе моста Вина спадает относительно медленно, что не дает возможности адекватно ослаблять гармонические составляющие, порождаемые ограничением сигнала. Вследствие этого разработчики большинства высококачественных генераторов стараются избегать использования жестких ограничителей.

На Рисунке 1 изображена схема генератора гармонических колебаний с нестандартным использованием логических элементов. Основанный на топологии с обратной связью по параметрам режима, объединяющей в одной схеме фильтры нижних и верхних частот и полосовой фильтр, этот генератор опирается на пиковые характеристики двухполюсного фильтра нижних частот (ФНЧ) с докритическим затуханием, значительно увеличивающего уровень основной гармоники. Фильтр нижних частот обеспечивает спад уровней гармоник со скоростью -12 дБ на октаву. Петля обратной связи с изменяемыми параметрами образована двумя интеграторами и суммирующим усилителем, сдвигающим фазу на 180° . Каждый из двух интеграторов добавляет почти по -90° дополнительного фазового сдвига, и, таким образом, вся петля обратной связи, внося фазовый сдвиг чуть меньше 360° или 0° и

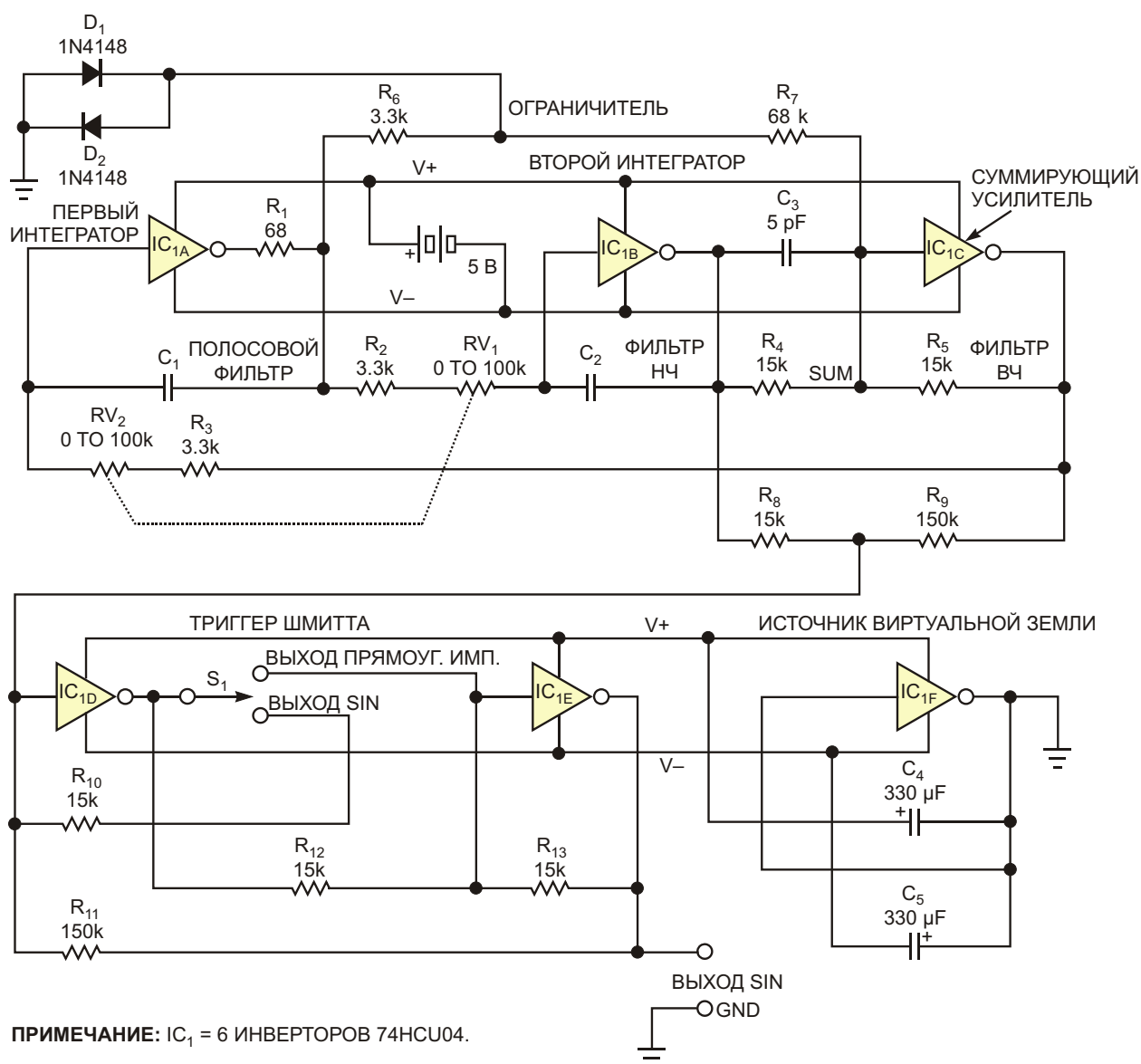


Рисунок 1. Сделайте источник синусоидального сигнала из шести быстродействующих КМОП инверторов и небольшого количества пассивных компонентов.

имея единичное усиление, обеспечивает генерацию схемы.

В качестве усилительных элементов замкнутого контура выбраны небуферизованные КМОП инверторы 74НСU04, благодаря которым схема получилась простой, полоса пропускания широкой, а логические пороги самоустанавливающимися. Коэффициент усиления каждого инвертора относительно невелик и равен примерно 15. Работая в линейном режиме класса А, инверторы не создают искажений типа «ступенька», в результате чего возникающие гармоники имеют амплитуды, быстро спадающие с ростом порядка. В корпусе 74НСU04 содержится

шесть инверторов, что позволяет сделать генератор на одной микросхеме.

Чтобы понять, как работает схема, примем суммирующий узел на входе IC_{1C} за точку начала отсчета фазы. Суммирующий усилитель IC_{1C} обеспечивает первый сдвиг фазы на 180° (инверсию сигнала). Каждый из усилителей-интеграторов IC_{1A} и IC_{1B} имеет добротность, определяющую усиление порядка 15, и добавляет –86° в общий фазовый сдвиг 180°, в результате чего их вклад составляет 180° – 86° = 94°. Суммарный сдвиг фаз, создаваемый этими тремя каскадами, равен 180° + 94° + 94° = 8°. Таким обра-

зом, до «идеальных 0° », необходимых для возникновения генерации, схеме не хватает сдвига фаз на 8° . Общая добротность схемы, равная примерно 7.5, обеспечивает усиление и фильтрацию основной частоты порядка 17 дБ, однако самовозбуждения схемы при фазовом сдвиге 8° не происходит.

Чтобы получить необходимый для самовозбуждения генератора фазовый сдвиг, равный ровно 360° , используется небольшая часть сигнала полосового фильтра, работающего при фазовом угле $180^\circ + 180^\circ - 86^\circ = -86^\circ$. Сочетание добротности схемы, равной 7.5, и четырехкратного ослабления сигнала с промежуточного выхода полосового фильтра определяет адекватные значения усиления и фазового сдвига, необходимые для возникновения генерации. Благодаря симметричной конфигурации внутренних транзисторов схема КМОП инвертора стремится поддерживать логический порог на уровне половины ее напряжения питания. Однако проводимость N-канального МОП транзистора выше, чем у его P-канального двойника, из-за чего логический порог слегка смещается в сторону отрицательной шины питания. В связи с тем, что при использовании инвертора для ограничения амплитуды колебаний такой дисбаланс привел бы к асимметрии сигнала, в схему добавлена пара включенных встречно-параллельно диодов D_1 и D_2 типа 1N4148, выполняющих функцию симметричного ограничителя и не позволяющих инверторам искажать выходной сигнал полосового фильтра.

При мягком ограничении уровень третьей гармоники выходного сигнала составляет -17 дБ, что снижает требования к параметрам фильтра. Отклик фильтра достигает максимального значения 17 дБ на частоте генерации, а ФНЧ обеспечивает подавление третьей гармоники на 20 дБ при идеальном общем подавлении -54 дБ. На практике усиление и пороговые характеристики КМОП устройств отклоняются от идеальных, в результате чего нелинейные искажения гармонических сигналов на выходе ФНЧ в такой схеме могут достигать 1%, что, впрочем, для предполагаемой области применения вполне приемлемо. Значительно улучшить характеристики генератора могла бы замена КМОП инверторов операционными усилителями.

Фильтр верхних частот (ФВЧ) формирует первый входной сигнал интегратора, а два

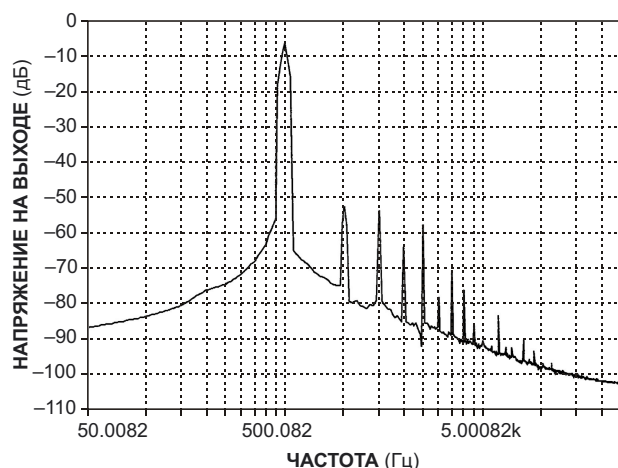


Рисунок 2. В спектре выходного сигнала генератора уровни второй и третьей гармоник как минимум на 45 дБ меньше основной частоты.

включенных последовательно интегратора сдвигают фазу на 180° для всех частотных компонентов, и, кроме того, ослабляют гармоники сигнала в N^2 раз, где N обозначает номер гармоники. Вычитание части сигнала ФВЧ, содержащего созданные диодными ограничителем гармоники, из сигнала ФНЧ еще больше снижает уровень паразитных компонентов в выходном сигнале. R_8 и R_9 образуют компенсационный делитель 10:1 обеспечивающий дополнительное снижение уровня гармоник на 6 дБ при коэффициенте нелинейных искажений выходного сигнала 0.5%. На Рисунке 2 показаны уровни гармоник при основной частоте выходного сигнала равной 500 Гц.

Генерация возникнет при единичном усилении, когда реактивные сопротивления интеграторов будут равны сопротивлениям резисторов интеграторов, а ее частота будет равна

$$\frac{1}{2 RC}$$

где

$$R = (RV_1 + R_2) = (RV_2 + R_3) \text{ и}$$

$$C = C_1 = C_2.$$

При $C = 10$ нФ и R , изменяющемся от 8 до 80 кОм, выходная частота схемы будет изменяться от 200 Гц до 2 кГц. Согласованность изменения сопротивлений в интеграторах обеспечит связанность управляющих секций. Для перестройки частоты вы можете исполь-

зовать сдвоенный стерео аудио потенциометр с сопротивлением 100 кОм. Чтобы перекрыть звуковой диапазон от 2 Гц до 200 кГц, потребуется добавить двухсекционный переключатель диапазонов (не показанный на схеме), который позволит выбирать соответствующие пары конденсаторов из ряда значений 1 мкФ, 100 нФ, 10 нФ, 1 нФ и 100 пФ. В принципе, можно подобрать согласованные пары термостабильных керамических конденсаторов, однако конденсаторы с пленочным диэлектриком обеспечат более высокую стабильность частоты. Корректирующий конденсатор C_3 улучшает равномерность АЧХ в области верхних частот. В типичной рабочей полосе частот неравномерность амплитудной характеристики не выходит за пределы 1 дБ.

Один из трех оставшихся инверторов (IC_{1F}) используется в качестве источника виртуальной земли, деля пополам плавающее напряжение питания 5 В, получаемое от батареи из четырех никель-кадмиевых или никель-металлогидридных аккумуляторов типоразмера АА. Средний ток, потребляемый от аккумуляторов, составляет 50 ... 60 мА. И, наконец, последние два инвертора IC_{1D} и

IC_{1E} коммутируются переключателем S_1 таким образом, чтобы подключить либо буферный усилитель с единичным усилением для гармонического сигнала, либо триггер Шмитта для формирования прямоугольных импульсов. Резистором R_{11} устанавливается уровень гистерезиса триггера Шмитта. Для упрощения сборки схемы воспользуйтесь беспаячной макетной платой, а микросхему 74HCU04 выберите в корпусе DIP.

Конструируя схему, учитывайте, что 74HCU04 имеет значительное усиление на высоких частотах, поэтому чрезмерно длинные выводы могут стать причиной паразитной генерации, подавить которую помогает резистор R_1 , снижающий коэффициент усиления в очень широком диапазоне частот. Уменьшив номиналы компонентов, вы легко заставите схему генерировать на высоких частотах, и хотя ее стабильность уступает LC-генератору, диапазон рабочих частот этой схемы весьма широк. **РЛ**

Материалы по теме

1. [Datasheet NXP 74HCU04](#)

Выключатель питания с нулевым потреблением мощности на основе нефиксируемой кнопки

Anthony Smith

EDN

Слаботочные выключатели без фиксации, подобные монтируемым на плату тактовым кнопкам, дешевы, доступны и отличаются большим разнообразием размеров и стилей. В то же время кнопки с фиксацией часто имеют большие габариты, они дороже, а диапазон их конструктивных вариантов относительно ограничен. Это может оказаться проблемой, если вам потребуется миниатюрный недорогой выключатель для фиксации питания нагрузки. В статье предлагается схемное решение, позволяющее придать кнопке с самовозвратом функцию фиксации.

Ранее были предложены конструкции, схемы которых основывались на дискретных компонентах [1] и микросхемах [2], [3]. Однако ниже будет описана схема, которой для выполнения тех же функций потребуется всего пара транзисторов и горсть пассивных компонентов.

На Рисунке 1а приведен вариант схемы включения питания для случая нагрузки, подключенной к земле. Схема работает в режиме «переключателя»; это значит, что первое нажатие включает питание нагрузки, второе выключает, и так далее.

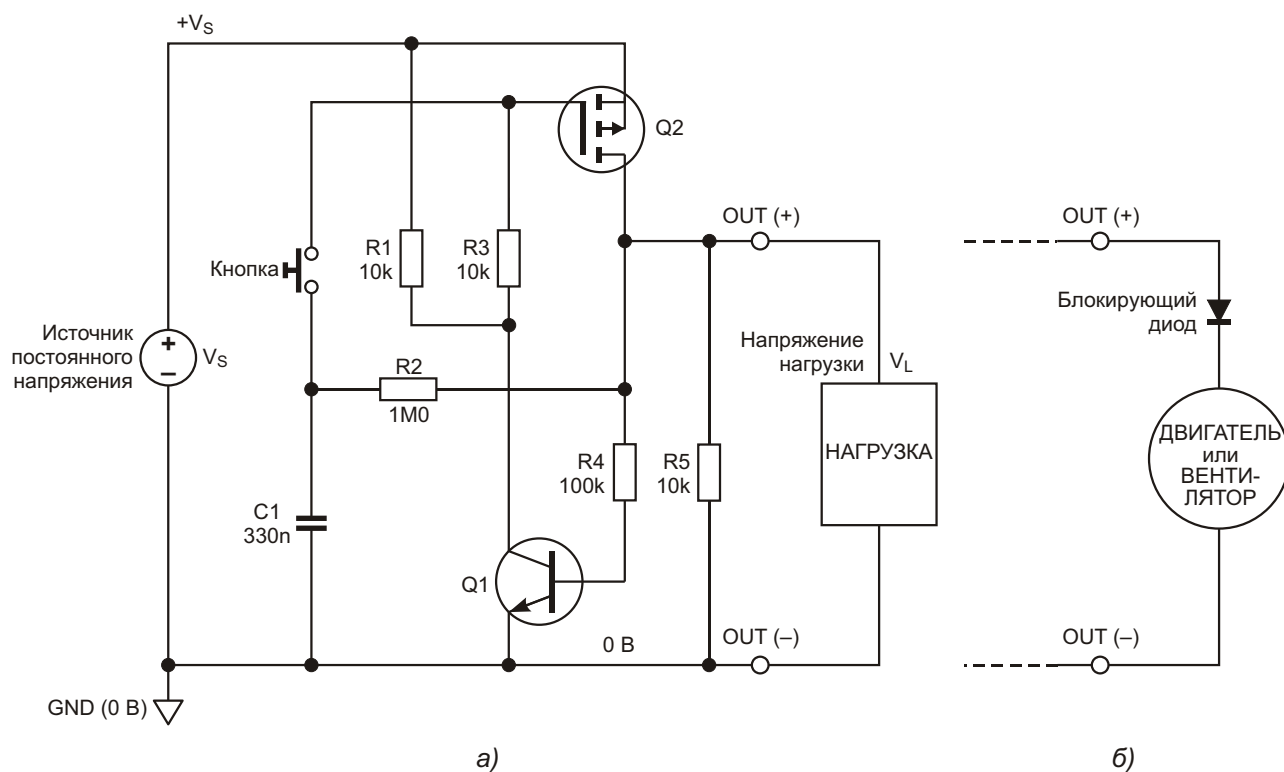


Рисунок 1. Эта схема превращает кнопку без фиксации в выключатель питания.

Чтобы понять принцип работы схемы, представим, что источник питания $+V_S$ только что подключен, конденсатор $C1$ в исходном состоянии разряжен, и транзистор $Q1$ выключен. При этом резисторы $R1$ и $R3$ оказываются включенными последовательно и подтягивают затвор P-канального MOSFET $Q2$ к шине $+V_S$, удерживая транзистор в закрытом состоянии. Сейчас схема находится в «деблокированном» состоянии, когда напряжение нагрузки V_L на контакте OUT (+) равно нулю.

При кратковременном нажатии нормально разомкнутой кнопки затвор $Q2$ подключается к конденсатору $C1$, разряженному до 0 В, и MOSFET включается. Напряжение нагрузки на клемме OUT (+) немедленно увеличивается до $+V_S$, через резистор $R4$ транзистор $Q1$ получает базовое смещение и открывается. Вследствие этого $Q1$ насыщается и через резистор $R3$ подключает затвор $Q2$ к земле, удерживая MOSFET открытым, когда контакты кнопки разомкнуты. Теперь схема находится в «зафиксированном» состоянии, когда оба транзистора открыты, нагрузка получает питание, а конденсатор $C1$ заряжается до напряжения $+V_S$ через резистор $R2$.

После повторного кратковременного замыкания переключателя напряжение на конден-

саторе $C1$ (теперь равное $+V_S$) окажется приложенным к затвору $Q2$. Поскольку напряжение затвор-исток $Q2$ теперь близко к нулю, MOSFET выключается, и напряжение нагрузки падает до нуля. Напряжение база-эмиттер $Q1$ также опускается до нуля, закрывая транзистор. В результате при отпущенной кнопке ничто не удерживает $Q2$ в открытом состоянии, и схема возвращается в «деблокированное» состояние, когда оба транзистора выключены, нагрузка обесточена, а $C1$ разряжается через резистор $R2$.

Шунтирующий выходные зажимы резистор $R5$ устанавливать необязательно. При отпущенной кнопке конденсатор $C1$ разряжается на нагрузку через резистор $R2$. Если импеданс нагрузки очень велик (то есть, соизмерим с величиной $R2$), или нагрузка содержит активные устройства, такие, скажем, как светодиоды, напряжение нагрузки во время выключения $Q2$ может оказаться достаточно большим, чтобы через резистор $R4$ открыть транзистор $Q1$ и не позволить схеме выключиться. Резистор $R5$ при выключении $Q2$ подтягивает клемму OUT (+) к шине 0 В, обеспечивая быстрое выключение $Q1$ и давая схеме возможность надлежащим образом перейти в закрытое состояние.

При правильном выборе транзисторов схема будет работать в широком диапазоне

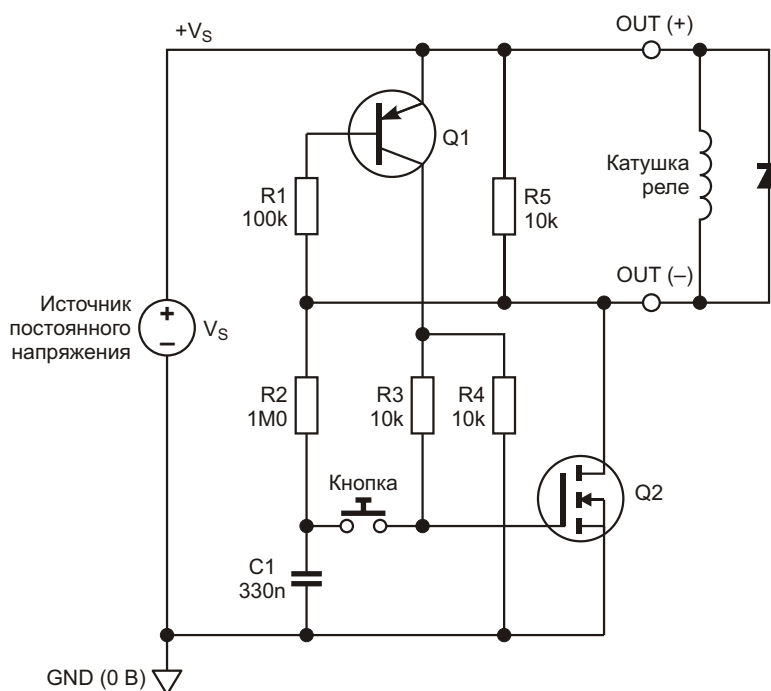


Рисунок 2. Схема, видоизмененная для нагрузки, подключенной к положительной шине питания.

напряжений и может использоваться для управления такими нагрузками, как реле, соленоиды, светодиоды и т. д. Однако не забывайте, что некоторые работающие на постоянном токе вентиляторы и моторы продолжают вращаться и после выключения питания. Это вращение может создавать противоЭДС, достаточно большую, чтобы открыть транзистор Q1 и не позволить схеме выключиться. Решение проблемы показано на Рисунке 16, где последовательно с выходом включен блокировочный диод. В этом случае также можно добавить в схему в резистор R5.

На Рисунке 2 изображена еще одна схема, предназначенная для нагрузок, подключенных к верхней шине питания, таких, например, как показанное в этом примере электромагнитное реле.

Обратите внимание, что Q1 был заменен р-п-р транзистором, а на месте Q2 теперь находится N-канальный MOSFET. Эта схема работает точно так же, как схема описанная выше. Здесь R5 выполняет функцию подтягивающего резистора, соединяющего выходной контакт OUT (-) с шиной $+V_S$, когда транзистор Q2 выключается, и обеспечивающего быстрое закрывание Q1. Как и в предыдущей схеме, резистор R5 является необязательным компонентом, и устанавливается только при некоторых типах нагрузки, упомянутых выше.

Заметим, что в обеих схемах постоянная времени C1, R2 выбирается исходя из требуемого подавления дребезга контактов. Обычно нормальной считается величина от 0.25 с до 0.5 с. Меньшие постоянные времени могут привести к неустойчивой работе схемы, в то время как большие увеличивают время ожидания между замыканиями контактов кнопки, за которое должен произойти достаточно полный заряд и разряд конденсатора C1. При указанных на схеме значениях C1 = 330 нФ и R2 = 1 МОм номинальная величина постоянной времени равна 0.33 с. Обычно этого бывает достаточно, чтобы устранить дребезг контактов и переключить нагрузку за время порядка пары секунд.

Обе схемы предназначены для фиксации и отпуска ключа в ответ на кратковременные замыкания контактов. Однако каждая из них проектировалась таким образом, чтобы

гарантировать правильную работу даже при сколь угодно длительном нажатии кнопки. Рассмотрим схему на Рисунке 2, когда транзистор Q2 закрыт. Если кнопка нажимается для выключения схемы, затвор подключается к потенциалу 0 В (поскольку конденсатор C1 разряжен), и MOSFET закрывается, давая возможность общей точке резисторов R1 и R2 подключиться к шине $+V_S$ через резистор R5 и импеданс нагрузки. Одновременно Q1 также выключается, в результате чего затвор Q2 оказывается соединенным с шиной GND через резисторы R3 и R4. Если кнопку сразу же отпустить, C1 просто зарядится через резистор R2 до напряжения $+V_S$. Однако если оставить кнопку замкнутой, напряжение затвора Q2 будет определяться потенциалом делителя, образованного резисторами R2 и R3+R4. Считая, что при разблокированной схеме напряжение на контакте OUT (-) приблизительно равно $+V_S$, для напряжения затвор-исток транзистора Q2 можно записать следующее выражение:

$$V_{GS} = \frac{V_S}{\frac{R2}{R3 + R4}}.$$

Даже если напряжение $+V_S$ будет равно 30 В, результирующего напряжения 0.6 В между затвором и истоком не хватит, чтобы открыть MOSFET вновь. Следовательно, при разомкнутых контактах кнопки оба транзистора будут оставаться выключенными.

Схема на Рисунке 2 фиксируется в открытом состоянии кратковременным замыканием контактов кнопки, когда конденсатор C1 заряжен до напряжения $+V_S$, в результате чего Q2 быстро открывается и потенциал клеммы OUT (-) падает до нуля, а вслед за ним быстро включается Q1. Нажатие кнопки после размыкания контактов позволило бы конденсатору C1 разрядиться до нуля через резистор R2. Однако если кнопка останется нажатой, напряжение на затворе Q2 будет определяться потенциалом, задаваемым делителем R2 и R3. Поскольку Q1 открыт и насыщен, напряжение в точке соединения R3 и R4 на коллекторе Q1 будет близко к $+V_S$, а общая точка резисторов R1 и R2 через транзистор Q2 будет подключена к шине GND.

Поэтому при удержании кнопки в замкнутом состоянии напряжение затвор-исток транзистора Q2 равно

$$V_{GS} = \frac{V_s}{R_2} \frac{R_2}{R_3} = 0.99 V_s .$$

Следовательно, если напряжение питания равно, по крайней мере, пороговому напряжению затвор-исток Q2, оба транзистора Q2 и Q1 будут включены до тех пор, пока контакты кнопки остаются разомкнутыми.

Обе схемы служат примерами недорогого способа фиксации питания нагрузки с

помощью нефиксируемой кнопки. Как и у механического переключателя, мощность, рассеиваемая схемами при отключенной нагрузке, равна нулю. **РЛ**

Ссылки

1. Smith, Anthony H., "[Latching power switch uses momentary-action pushbutton](#)", EDN, October 28, 2004.
2. Schelle, Donald, "[Electronic circuit replaces mechanical push-push switch](#)", EDN, September 28, 2006.
3. Bhandarkar, Santosh, "[Single-IC-based electronic circuit replaces mechanical switch](#)", EDN, March 15, 2007.

Перестраиваемый генератор гармонических сигналов с низкими искажениями и внешней синхронизацией

Alfredo Saab

EDN

При измерениях и калибровке ряда аналоговых приложений, а также в системах общего назначения часто требуются синусоидальные сигналы точной амплитуды и частоты с низким уровнем суммарных нелинейных искажений (THD). В некоторых случаях дополнительно бывает необходимо, чтобы такой генератор мог точно синхронизировать выход с внешним тактовым сигналом. Простые генераторы гармонических колебаний в

той или иной степени отвечают некоторым из перечисленных требований, но поддержание низких нелинейных искажений при постоянной амплитуде является серьезной проблемой, особенно, если выходной и синхронизирующий сигналы должны сохранять синхронизм в широком диапазоне частот.

В изображенной на Рисунке 1 схеме выходной синусоидальный сигнал может синхронизироваться извне в диапазоне трех

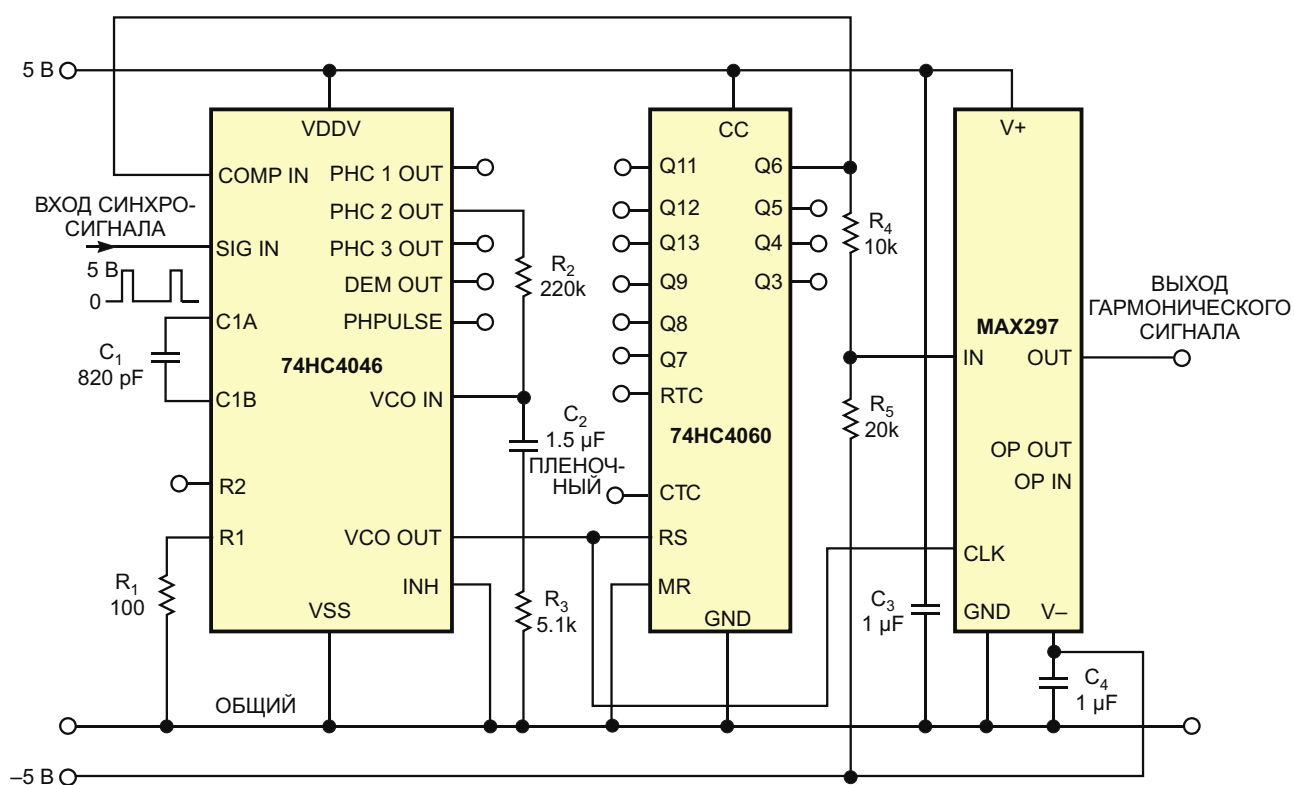


Рисунок 1. Этот построенный на трех микросхемах генератор перекрывает три декады, обеспечивает низкий уровень искажений и может синхронизироваться внешним сигналом.

Таблица 1. Зависимость амплитуды от частоты

Частота (Гц)	Амплитуда (В с.к.з.)
20	1.470
50	1.472
100	1.472
200	1.473
500	1.473
1000	1.473
2000	1.472
5000	1.473
10,000	1.473
20,000	1.472

декад от 20 Гц до 20 кГц, сохраняя низкий уровень THD и постоянство амплитуды (Таблица 1). В качестве синхронизирующего устройства используется выпускаемая NXP микросхема 74HC4046, содержащая узел ФАПЧ (фазовая автоподстройка частоты), ГУН (генератор, управляемый напряжением) и фазочастотный детектор. В ней имеются три фазовых детектора, но в этой схеме используется только один детектор с полосой захвата, равной диапазону перестройки ГУН.

Микросхема двоичного делителя частоты общего назначения 74HC4060, соединяющая выход ГУН (VCO OUT) с входом обратной связи 74HC4046 (COMP IN), имеет коэффициент деления 64. Когда ФАПЧ находится в режиме слежения, на выходе Q6 микросхемы 74HC4060 генерируются прямоугольные импульсы с частотой, равной 1/64 выходной частоты ГУН. Элементы С1 и R1, задающие центральную частоту 74HC4046, определяют диапазон перестройки ГУН от 20 64 Гц до 20,000 64 Гц при изменении управляющего напряжения ГУН от минимального до максимального значения.

Микросхема MAX297 компании Maxim содержит низкочастотный фильтр на пере-

ключаемых конденсаторах, частота среза которого конструктивно заложена равной 1/50 входной тактовой частоты (CLK). На вход IN микросхемы поступает тот же сигнал, что и на вход обратной связи ФАПЧ, а вход тактовой частоты соединен с выходом ГУН. Поскольку соотношение частот синхрои́мпульсов и входного сигнала всегда равно 64, входной сигнал обязательно попадает в полосу пропускания фильтра. В то же время в эту полосу не попадает ни одна из гармоник входного сигнала, так как отношение частоты синхронизации к частоте любой гармоники меньше 50. (Для низшей, второй гармоники это отношение равно 32). THD, вплоть до 32 гармоник, остается ниже 0.1%.

Тот факт, что входной сигнал фильтра является прямоугольным с коэффициентом заполнения 50%, очень полезен для этого приложения, поскольку в последовательности прямоугольных импульсов содержатся только нечетные гармоники основной частоты, и низшей гармоникой оказывается третья, которая находится глубоко в полосе подавления фильтра.

Если вы захотите модулировать синхросигнал по частоте, имейте в виду, что эта задача повлечет за собой необходимость компромисса между скоростью отслеживания синхронизации (или между максимальной частотой и глубиной модуляции) и полосой захвата системы ФАПЧ, устанавливаемой элементами низкочастотного фильтра R2, R3 и C2. Скорость модуляции ограничена указанными на Рисунке 1 номиналами компонентов, так как они оптимизировались для расширения полосы захвата. **РЛ**

Материалы по теме

1. [Dstasheet NXP 74HC4046](#)
2. [Dstasheet NXP 74HC4060](#)
3. [Dstasheet Maxim MAX297](#)

Приставка для обратной переадресации входящего звонка



Витушкин Д. Ф., Узбекистан, Ташкент

Спорить с тем фактом, что мобильная связь все больше вытесняет обычную проводную фиксированную телефонию, сложно. Однако цены на исходящие звонки с сотовых телефонов неоправданно завышены. И многие абоненты, имеющие возможность воспользоваться проводным телефоном, часто перезванивают на мобильные своим друзьям и знакомым с целью экономии. Недаром в народе появилась фраза «Скинуть гудок».



Это делается в том случае, когда у абонента недостаточно средств на счете, и он хочет поговорить за счет входящего звонка. У меня появилась идея «автоматизировать» эту процедуру за счет применения небольшой приставки, подключаемой параллельно телефонному аппарату. Основой приставки, схема которой приведена на Рисунке 1, послужил микроконтроллер младшего семейства Microchip – PIC12F629.

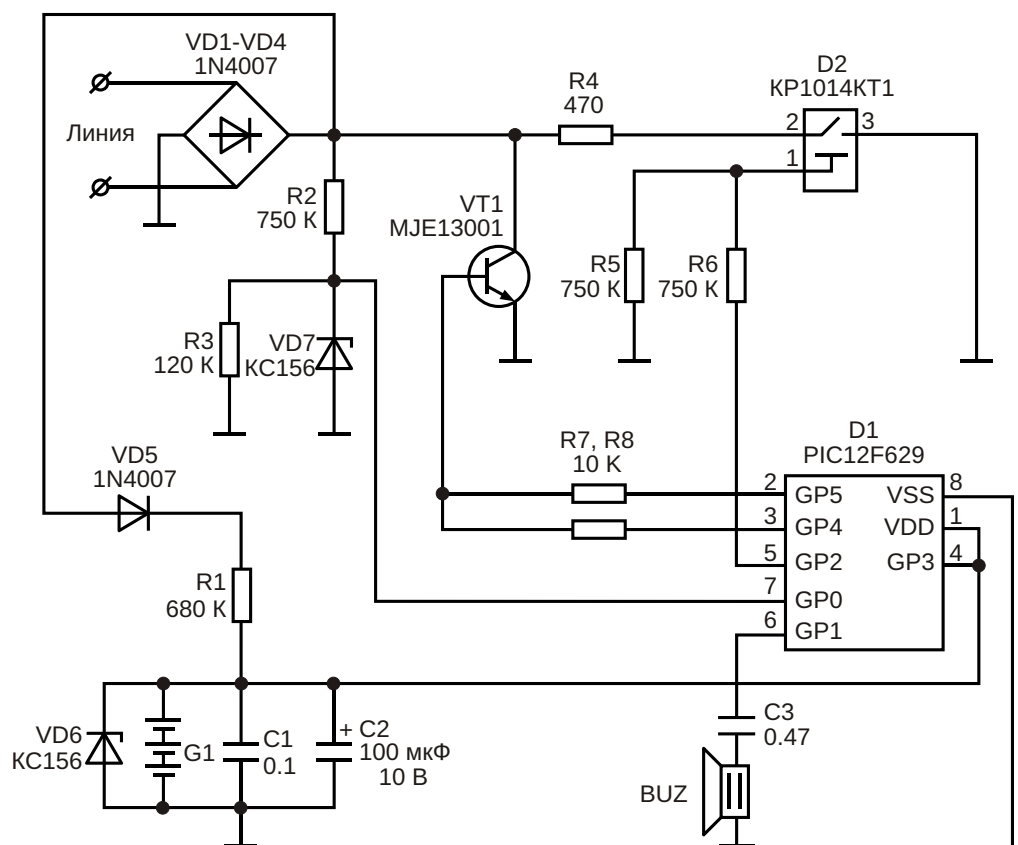


Рисунок 1.

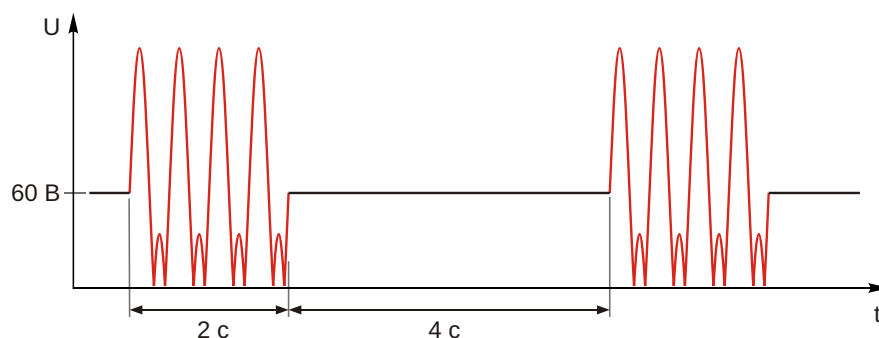


Рисунок 2.

Устройство работает по принципу: позвонил, дождался первого гудка и сбросил. При поступлении такого входящего вызова контроллер устройства начинает набирать в линию заранее запрограммированный номер и затем выдает в линию сигнал, имитирующий вызывные гудки частотой 425 Гц длительностью 1 с и интервалом повторения 4 с. Одновременно с этим приставка информирует о вызове сигналом пьезоизлучателя. Абонент мобильного телефона, ответивший на вызов, слышит у себя в трубке сигнал КПВ (контроль посылки в линию) и ожидает ответа абонента стационарного телефона, который, услышав сигнал приставки, снимает трубку с аппарата, после чего происходит соединение.

Устройство питается от гальванического элемента G1, в качестве которого можно использовать три таблеточные батарейки LR44 (AG3 BUTTON CELL) либо малогабаритный аккумулятор на напряжение 3 ... 5 В. В дежурном режиме аккумулятор подзаряжается малым током (порядка 50 мкА) от параметрического стабилизатора на диоде VD5, резисторе R1, стабилитроне VD6 и емкости C2. Ключ D2 подключает нагрузочный резистор к линии. Порты контроллера GP4 и GP5 формируют DTMF посылки для набора номера в линию и сигнал КПВ (только GP4). Эти сигналы суммируются на резисторах R7, R8 и подаются на базу транзистора VT1, на котором дополнительно усиливаются и подаются в линию. На делителе из резисторов R2, R3 и стабилитрона VD7 построен детектор состояния линии. В его функции входит отслеживание линии на предмет ее занятости и наличия на ней частоты вызывного сигнала. Делитель настраивается таким образом, чтобы при занятии линии телефонным аппаратом (параллельно с приставкой) падение напряжение в его средней точке было равно уровню «лог. 0» микроконтроллера.

После диодного моста форма вызывного сигнала несколько меняется и приобретает вид, показанный на Рисунке 2.

Если анализировать наличие звонка по сигналу с делителя напряжения линии, можно увидеть, что полный период колебания 25 Гц четыре раза проходит через линию отсечки делителя. Таким образом, в течение 100 мс анализа состояния линии при наличии в ней звонкового тока будет зарегистрировано $(100/40) \cdot 4 = 10$ переходов или, при реализации прерывания, 10 прерываний (Рисунок 3). Это и будет являться признаком того, что по линии передается сигнал вызова.

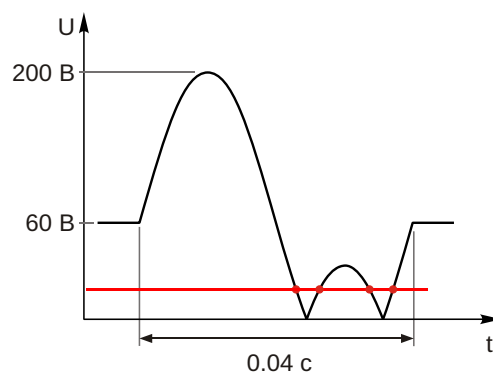


Рисунок 3.

Основную часть времени микроконтроллер приставки находится в режиме сна. При изменении напряжения в линии контроллер просыпается по прерыванию от порта, то есть, по изменению уровня напряжения на детекторе состояния линии, и производит опрос линии в течение 100 мс для определения звонка. Если звонок в линии обнаружен, то приставка проверяет выдержку паузы между первой и второй посылкой вызова. Если вторая посылка вызова придет менее чем через 5 с после первой, звонок игнорируется, и приставка никак себя не проявляет.

Если же после первой посылки вызова в течение 5 с не было зафиксировано повторения звонка, приставка занимает линию и производит набор номера тональным способом. Через 3 с она начинает посылать в линию имитацию сигналов КПВ, а также звуковой сигнал в пьезоизлучатель. При этом отслеживается состояние линии на предмет подъема трубки на параллельном аппарате. Если подъем трубки произошел, приставка прекращает подачу сигналов и освобождает линию. Если трубку никто не поднял, приставка продолжает оповещать абонентов в течение 30 с, после чего уходит в отбой. По окончании разговора напряжение на линии восстанавливается. Приставка вновь производит опрос для обнаружения звонка, проверяет состояние линии и, если звонок не обнаружен, уходит в отбой...

```
movlw    B'10001000'
movwf    INTCON          ; разр. прер. по переполн. таймера TMR0
```

Здесь установлен бит разрешения глобальных прерываний, прерывания от таймера

О программе

Микроконтроллер синхронизируется внутренним тактовым генератором. Реализованы три прерывания, которые используются по мере необходимости: от двух таймеров TMR0 и TMR1 и от порта GP0 – детектора состояния линии. Большую часть времени контроллер находится в спящем режиме и просыпается при изменении состояния линии. Наличие звонка в линии определяется программно. Как было описано выше, производится замер прерываний в течение 100 мс. По количеству определенных переходов можно судить о наличии в линии звонка или его отсутствии.

Для разрешения прерываний от таймеров и от периферии необходимо настроить регистр INTCON. Это можно сделать сразу в подпрограмме инициализации:

```
movlw    B'00000001'
movwf    PIE1            ; разр. прер. по переполн. таймера TMR1
```

TMR0 и прерываний от портов. В прерываниях от таймера TMR1 используется регистр PIE1.

Непосредственно разрешить прерывания от конкретного порта можно в регистре IOCB. При этом нужно помнить, что IOCB находится

в первом банке памяти! Это удобно делать в подпрограмме:

ANALIZ

```
; *** ОПРЕДЕЛЕНИЕ НА ЛИНИИ ЗВОНКА В ТЕЧЕНИЕ 100 мс ***
```

```
clrf     RING

bsf      STATUS, RP0      ; банк 1
bsf      IOCB, 0          ; вкл. прерыв. от GP0 (наблюдаем за линией)
bcf      STATUS, RP0      ; банк 0

movlw    .200
movwf    TEMP1

movlw    .170
movwf    TEMP2

decfsz   TEMP2
goto     $-1

decfsz   TEMP1
goto     $-5
```

```

bsf      STATUS, RP0      ; банк 1
bcf      IOCB, 0           ; выкл. прерывание от GP0
bcf      STATUS, RP0      ; банк 0

```

Данная подпрограмма разрешает прерывания от порта GP0, задерживая выполнение на время порядка 100 мс. Для реализации задержки используются вложенные циклы.

Обработку прерываний от таймеров можно продемонстрировать следующей подпрограммой:

; ФОРМИРОВАНИЕ СИГНАЛА "7" 852 Гц x 1209 Гц

N_7

```

movlw    .90
movwf    TEMPL
movwf    TMR0

movlw    .146
movwf    TEMPH
movwf    TMR1L

movlw    .255
movwf    TMR1H

bcf      INTCON, 2
bcf      PIR1, 0

bsf      INTCON, 5
bsf      INTCON, 6

call     ZAD

return

```

Биты **INTCON, 5** и **INTCON, 6** разрешают прерывания от таймеров, а биты **INTCON, 2** и **PIR1, 0** являются флагами прерываний от этих таймеров. При обработке прерываний они должны быть сброшены программно.

При обнаружении прерывания производится вход в подпрограмму обработки прерываний. Поскольку подпрограмма обрабатывает все прерывания (и от таймеров, и от

портов), необходимо дополнительно опросить служебные регистры для определения конкретного источника. Первым делом необходимо сохранить контекст при выходе из прерывания, то есть значения регистров W и STATUS.

Если определено прерывание от порта, то необходимо прочитать порт, чтобы исключить несоответствие и сбросить флаг прерывания:

; ВХОД В ПЕРЫВАНИЕ ОТ ПОРТА GP3 И ПО ПЕРЕПОЛНЕНИЮ ТАЙМЕРОВ

PER

```

movwf    W_TEMP           ; сохраняем значение W и STATUS
swapf    STATUS, W
movwf    STATUS_TEMP

btfsc    INTCON, 0         ; если прерывание от порта
goto     WWW

```



```

    btfsc    PIR1,0
    goto     WWW

    bcf      INTCON,2

    btfsc    PIR1,0
    bcf      PIR1,0

    movfw    TEMPL
    movwf    TMR0

    btfss    GPIO,4          ; если порт в "0"
    goto     $+2

    goto     $+3

    bsf      GPIO,4          ; уст. в "1"

    goto     $+2

    bcf      GPIO,4          ; уст. в "0"

    goto     WWWW

WWW
    bcf      PIR1,0

    btfsc    INTCON,2
    bcf      INTCON,2

    movfw    TEMPH
    movwf    TMR1L

    movlw    .255
    movwf    TMR1H

    btfss    GPIO,5          ; если порт в "0"
    goto     $+2

    goto     $+3

    bsf      GPIO,5          ; уст. в "1"

    goto     $+2

    bcf      GPIO,5          ; уст. в "0"

    goto     $+4

WWWW
    movf     GPIO,0
    bcf      INTCON,0        ; сбросим флаг прерывания от портов
    incf     RING

    btfsc    FLAG,0          ; если "1"
    goto     START1          ; трубка была снята, уходим в отбой

```

```

swapf    STATUS_TEMP,W    ; восстанавливаем значение W и STATUS
movwf    STATUS
swapf    W_TEMP,F
swapf    W_TEMP,W

retfie

```

В этой подпрограмме также по разрешению нулевого бита регистра FLAG происходит принудительный переход в начальную точку программы.

Переменная **RING** – счетчик числа входов в прерывания, по ее значению определяется наличие либо отсутствие в линии звонка:

```

movf     RING,W
sublw    .7                ; вычитаем W из константы
btfss    STATUS, C         ; если результат <0
goto     $+6               ; переходим на обработку звонка

```

Простая операция вычитания значения RING из константы 7 изменяет (или не изменяет) бит «C» регистра STATUS, после проверки которого осуществляется переход на ту или иную подпрограмму. В данном случае, при наличии в линии звонка после вычитания

из числа 7 значения RING, примерно равного 10, получаем отрицательный результат, который обращает бит «C» в ноль.

Подпрограмма для определения длительности звонковых посылок выглядит следующим образом:

```

; ***** ПАУЗА В 5 СЕКУНД *****
; В ТЕЧЕНИЕ ЭТОГО ВРЕМЕНИ ЗВОНКА БЫТЬ НЕ ДОЛЖНО

```

```

movlw    .50
movwf    TEMP3

call     ANALIZ

movf     RING,W
sublw    .7                ; вычитаем W из константы
btfss    STATUS, C         ; если результат <0...т.е. звонок определен
goto     IGNOR             ; игнорируем звонок

decfsz   TEMP3
goto     $-.6

goto     OTVET             ; звоним обратно

```

Здесь организован цикл общей длительностью 5 с, внутри которого осуществляется вызов подпрограммы ANALIZ, с периодичностью в 100 мс опрашивающей линию для выявления наличия вызывного сигнала. Далее определяем ее наличие или отсутствие простым математическим действием (через STATUS). При этом если появление

звонка произойдет внутри цикла (то есть, до истечения 5 с), производится переход на подпрограмму игнорирования. Если звонок не был обнаружен в течение всего цикла выполнения подпрограммы, происходит переход на подпрограмму ответного вызова. Ответный вызов происходит из следующего блока:

OTVET:

```

call     NABOR

```

```

bsf      FLAG,0          ; уст. признак ожидания снятия трубки

bsf      STATUS, RP0     ; банк 1
bsf      IOCB,0          ; вкл. прерывание от (GP0)
bcf      STATUS, RP0     ; банк 0

call     SOUND

bsf      STATUS, RP0     ; банк 1
bcf      IOCB,0          ; выкл. прерывание от (GP0)
bcf      STATUS, RP0     ; банк 0

goto     START1

```

Вначале следует подпрограмма набора номера в линию:

```

; НАБОР НОМЕРА
NABOR

```

```

bsf      GPIO,2          ; занять линию

call     ZAD
call     ZAD
call     N_7
call     N_7
call     N_7
call     N_7
call     N_7
call     N_7
call     N_7
return

```

Здесь происходит обращение к подпрограмме формирования двухчастотной посылки стандарта DTMF. В ознакомительной версии программы реализован набор только одной цифры – «7».

Далее программа устанавливает сигнальный бит в регистре FLAG (этим она дает возможность выхода из прерывания

при занятии линии параллельным аппаратом при ответе), разрешает прерывания от порта и начинает генерировать сигналы в линию и пьезоизлучатель. Формирование частот для линии и пьезоизлучателя реализовано без использования прерываний простыми вложенными циклами. Например:

```

; ФОРМИРОВАНИЕ СИГНАЛА "КПВ" 425 Гц длительностью 1 с

```

```

KPV

```

```

movlw    9                ; Длительность тона
movwf    TEMP2            ;

movlw    .100             ;
movwf    TEMP3            ; 1 секунда

```

```

movlw    .34                ; Длительность полупериода
movwf    TEMP

movlw    .10
movwf    TEMP1

decfsz   TEMP1
goto     $-1

decfsz   TEMP                ; 1.168 миллисекунды
goto     $-5

btfss    GPIO,4             ; ЕСЛИ ПОРТ В "0"
goto     $+2

goto     $+3

bsf       GPIO,4             ; УСТ. В "1"
goto     $+2

bcf       GPIO,4             ; УСТ. В "0"
decfsz   TEMP3
goto     $-.15

decfsz   TEMP2
goto     $-.19

bcf       GPIO,4             ; уст. в "0"

return

```

Внутренним циклом формируется время одного полупериода рабочей частоты, внешними циклами – длительность сигнала.

Аналогично задаются паузы для временных интервалов между сигналами:

```
; ***** ПАЗА - 3 с *****
```

PAUSE_3:

```

movlw    .75
movwf    TEMP

movlw    .100
movwf    TEMP1

movlw    .130
movwf    TEMP2

```

```

decfsz    TEMP2
goto      $-1

decfsz    TEMP1
goto      $-5

decfsz    TEMP
goto      $-.9

return

```

В заключение необходимо отметить, что для подключения подобных устройств к сетям ГТС требуется их обязательная сер-

тификация. Поэтому материал предоставлен исключительно в ознакомительных целях. **РЛ**

Загрузки

Исходный текст программы для приставки в MPLAB. Вариант для тонального набора	
Прошивка в формате hex. Вариант для тонального набора	

Поскольку во многих регионах все еще действуют АТС, не поддерживающие тоновый набор номера, в качестве новогоднего бонуса предлагается вариант прошивки для импульсного набора. Программирование номера производится путем его записи в энергонезависимую память (EEPROM) контроллера.

Одиннадцатизначный номер, включая префикс выхода на межгород, код города и семизначный номер (например, 0-591-1343940), записывается, начиная с ячейки 0000h по 000Ah, включительно. Если необходимо внести, например, семизначный номер, его следует записывать в память, начиная с ячейки 0000h.



Исходный текст программы для приставки в MPLAB. Вариант для импульсного набора	
Прошивка в формате hex. Вариант для импульсного набора	



РАДИОЛОЦМАН

Журнал для тех, кто интересуется электроникой

Если Вам
небезразличны темы:

- ▶ микроконтроллеры
- ▶ автоматизация
- ▶ силовая электроника
- ▶ светотехника
- ▶ САПР
- ▶ измерения

или Вы являетесь носителем
передовых знаний в других
областях электроники и готовы их
популяризировать -

приглашаем к сотрудничеству!

ЕЖЕМЕСЯЧНЫЙ ЖУРНАЛ
научно-технический



www.remserv.ru



ЕЖЕМЕСЯЧНЫЙ ЖУРНАЛ
НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ



Журнал выходит с 1998 года

ООО «СОЛОН-Пресс»

123001, г. Москва, а/я 82

Тел./факс: 8 (495) 617-39-64
(495) 617-39-65

www.remserv.ru

E-mail: rem_serv@solon-press.ru

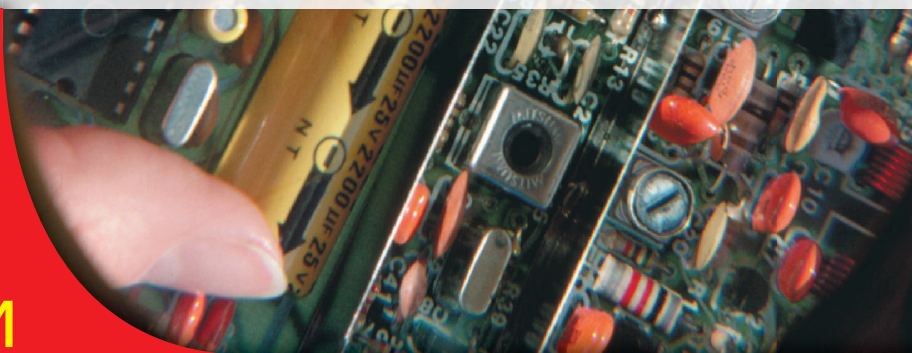
Подписные индексы:

по каталогу Роспечати: на год — 82435,

на полугодие — 79249

по объединенному каталогу
прессы России — 38472

Настоящее и будущее электроники



Только в нашем журнале уникальная информация по темам:

- ✓ компоненты и технологии
- ✓ автоэлектроника
- ✓ телефония
- ✓ теле-, аудио- и видеотехника
- ✓ силовая электроника
- ✓ бытовая и офисная техника
- ✓ будни сервиса
- ✓ новости производителей
- ✓ измерительная техника и оборудование
- ✓ фототехника

Рекомендации по ремонту техники
Эксклюзивные высококачественные схемные материалы

Уважаемые читатели!

Вы можете оформить подписку на наш журнал в редакции с любого месяца

СТОИМОСТЬ ПОДПИСКИ

для физических лиц
на 2016 год — 3600 руб.,
на полугодие — 1800 руб.

для юридических лиц
на 2016 год — 4800 руб.,
на полугодие — 2400 руб.

Для этого Вам необходимо перевести (желательно, через Сбербанк) на счет редакции, согласно банковским реквизитам, необходимую сумму с обязательным указанием Вашего почтового адреса (в том числе почтового индекса) и оплачиваемых номеров журнала

Наши банковские реквизиты

ПОЛУЧАТЕЛЬ ООО «СОЛОН-Пресс», ИНН 7724905367 КПП 772401001.

РАСЧЕТНЫЙ СЧЕТ 40702810200070360021 в АКБ «РосЕвроБанк» (АО) г. Москва.

КОРР. СЧЕТ 30101810445250000836, БИК 044525836

Материалы, опубликованные в журнале за 2015 год

Новости электронной техники

№ стр.

LG выпустит 4K-телевизор на квантовых точках	1	2
Уже в продаже 65-дюймовые Ultra HD-телевизоры Philips серии 9800 на базе ОС Android™	1	2
LG получила 41 награду на международной выставке CES 2015	2	2
«Умная сковородка» Pantelligent	2	2
Инновационная бытовая техника Samsung для кухни на выставке CES 2015	2	3
Материнские платы на базе процессора «Эльбрус-2СМ» для отечественных ПК и серверов	2	4
Завод LG Electronics в России – стабильный рост производства	3	2
В мобильных гаджетах реализована технология идентификации по радужной оболочке глаз	3	4
На суперкомпьютере создали виртуальный клон человека	3	4
Microsoft показал на MWC 2015 универсальную клавиатуру в новом дизайне	3	4
«Ростелеком» объявил о запуске нового тарифа со скоростью доступа в Интернет до 200 Мбит в секунду	3	4
«Светобоязнь» одноплатного компьютера Raspberry Pi 2	3	6
Человек научился управлять беспилотником силой мысли	3	6
Новинки аудио- и видеотехники компании LG	4	2
Международная выставка «Новая Электроника-2015»	4	3
LG Electronics представила новые модели холодильников, стиральных и посудомоечных машин 2015 года	5	2
Выставка «ЭкспоЭлектроника» 2015 – заслуженный успех	5	3
Объявлен список лучших новинок потребительской техники 2015 года	5	5
Поздравляем юбиляра!	6	2
Новый флагманский смартфон LG G4	6	2
Российские многослойные гибридные ИС нового поколения	6	3
Минкомсвязи узаконило стандарты 802.11ac и 802.11ad в России	6	4
AwoX StriimLIGHT – «умные» лампочки с интегрированным динамиком	6	4
В России создают государственный сегмент сети Интернет	6	5
LG Display показала телевизор толщиной менее миллиметра	6	5
POWERbot – самый мощный робот-пылесос от Samsung	6	5
Жидкая антенна для мобильных устройств	6	6
Борцы за чистоту рождаются в Венгрии	7	2
Создан первый в мире ЖК телевизор с разрешением 10K	7	3
Налобный стимулятор мозга Thync улучшит настроение владельца	7	4
Прозрачный OLED-дисплей от SAMSUNG	7	4
Торговые сети учатся продвигать энергоэффективную бытовую технику	8	2
Умная крышка проверит свежесть продуктов	8	3
AOC U3277PQU и «AOC Q3277PQU» – 32-дюймовые мониторы с разрешением UHD и QHD	8	4
Ультратонкие телевизоры SONY на Android TV уже в России	8	4
Уровень брака при производстве памяти 3D NAND достигает 50%	9	2
В «умных» часах Apple обнаружили «китайские» болезни	9	2
Orange Pi PC – одноплатный компьютер стоимостью \$15	10	2
Популярный учебник о микропроцессорах MIPS на русском языке доступен для скачивания	10	2
iPhone 6 на водородной батарее работает неделю без подзарядки	10	3
Создан конденсатор на углеродных трубках	10	3
Монитор потребления электроэнергии TED-5000	11	2
PM1633a – самый емкий в мире жесткий диск	11	2
Первый в мире реактивный дрон, напечатанный на 3D-принтере	12	3
FES Watch – часы из «электронной» бумаги	12	3
Камера «Pentax 645Z IR» работает и в инфракрасном диапазоне	12	3
SOS 20k – портативный солнечный аккумулятор емкостью 20 000 мА·ч	12	4
R2-D2 – полноразмерный дроид-холодильник	12	4
Как превратить розу в электронный прибор?	12	5
МТС начала продавать чайники и утюги с SIM-картами	12	5

Будни сервиса

Кадры решают все: Технический Образовательный Центр Samsung отметил год работы	1	3
Лаборатория LG на базе МГСУ подводит первые итоги работы	2	5

Уникальный учебный центр «Бош Термотехника» в Москве впервые принял журналистов	4	5
Сервисный центр Keysight расширил список поверки средств измерений	5	7
Samsung Service — «обслуживаем быстро, качественно и в формате, удобном клиенту»	9	4

Телевизионная техника

П. Потапов	Система питания ТВ шасси SAMSUNG GBP23/26/32/37/40xxx (часть 2). Схемотехника и ремонт блоков питания BN44-00157A, BN44-00158A, BN44-00167B и BN44-00191A	1	4
В. Ершова	Postal programmer — «умный» программатор. Описание работы с видеопроцессорами фирмы Genesis Microchip Inc.	2	6
П. Потапов	Система питания ТВ шасси SAMSUNG GBP23/26/32/37/40xxx (часть 3). Схемотехника и ремонт блоков питания BN44-00157A, BN44-00158A, BN44-00167B и BN44-00191A	2	10
В. Ершова	Postal programmer — «умный» программатор. Работа с видеопроцессорами Philips UOC-III (Hercules), UOC-TOP (Painter/Fighter), LOC-I/II, UOC-V.	3	7
Н. Елагин	Архитектура и сервисный режим ТВ шасси PHILIPS VES2.2E LA (VESTEL 17MB95S-1)	3	11
Г. Романов	Устройство и ремонт ЖК телевизора «LG 22LT360C» на шасси LD2AA (часть 1)	4	6
Г. Романов	Устройство и ремонт ЖК телевизора «LG 22LT360C» на шасси LD2AA (часть 2)	5	8
В. Ершова	Postal programmer — «умный» программатор. Работа с видеопроцессорами Realtek серий RTD2120/2122, RTD2660/2662 и восстановление ПО устройств	5	13
Л. Ларионов	ТВ шасси PHILIPS VES2.2E LA (VESTEL 17MB95S-1). Схемотехника и ремонт блоков питания IPS61-2 и 17IPS19-5	5	17
В. Ершова	Postal programmer — «умный» программатор. Работа с видеопроцессорами Novatek, Myson и восстановление программного обеспечения устройств	6	8
Н. Елагин	Устранение типовой неисправности ЖК телевизоров Samsung серий UE32F5xxx и UE32F6xxx	6	11
В. Ершова	Postal programmer — «умный» программатор. Эмуляция инфракрасных пультов дистанционного управления.	7	6
В. Петров	Схемотехника, ремонт и регулировка Smart-телевизоров «Samsung UExxD» 6-й серии (часть 1)	7	12
В. Петров	Схемотехника, ремонт и регулировка Smart-телевизоров «Samsung UExxD» 6-й серии (часть 2)	8	6
В. Петров	Схемотехника, ремонт и регулировка Smart-телевизоров «Samsung UExxD» 6-й серии (часть 3)	9	8
В. Ершова	Postal programmer — «умный» программатор. Работа с микроконтроллерами Weltrend и восстановление ПО устройств	10	4
Л. Ларионов	Схемотехника и ремонт блока питания LGP4750-13PL2 (EAX64905501(2.2)) ЖК телевизоров LG на шасси LD31B.	10	6
Н. Елагин	ЖК телевизоры PHILIPS на базовом шасси TPM8.31A LA (часть 1). Обзор архитектуры шасси, сервисные режимы и регулировки.	11	3
Н. Елагин	ЖК телевизоры PHILIPS на базовом шасси TPM8.31A LA (часть 2). Обзор архитектуры шасси, сервисные режимы и регулировки.	12	6
В. Петров	Схемотехника плазменных SMART-телевизоров SAMSUNG 8-й серии	12	12

Видеотехника

В. Федоров	Устройство и ремонт цифрового СТВ ресивера «GS CI-7101S»	1	16
В. Федоров	Устройство и ремонт цифрового СТВ приемника «COSHIP CSD-01/IR»	2	17
В. Федоров	Устройство и ремонт цифровых СТВ приемников «LUMAX SG-2000X» и «REDLINE RL-2005 FTA» (часть 1)	6	15
В. Федоров	Устройство и ремонт цифровых СТВ приемников «LUMAX SG-2000X» и «REDLINE RL-2005 FTA» (часть 2)	7	25
В. Федоров	PCI-плата «TT budget S-1401» — цифровой спутниковый ТВ ресивер	8	14
В. Федоров	Устройство и ремонт цифровых кабельных и эфирных ресиверов SAMSUNG серий DCB/DTB 9401 и DCB/DTB-B260	9	14
Ю. Петропавловский	Эволюция и устройство видеокамер высокой четкости. Особенности и ремонт видеокамер HDV компании JVC (часть 1).	9	24
Ю. Петропавловский	Эволюция и устройство видеокамер высокой четкости. Особенности и ремонт видеокамер HDV компании JVC (часть 2).	10	17
В. Федоров	Устройство и ремонт цифрового СТВ приемника «SkyWay 6000».	11	10
Ю. Петропавловский	Эволюция и устройство видеокамер высокой четкости. Особенности и ремонт HDV-видеокамер «Sony HDR-FX1/HVR-Z1» с 3-матричными ПЗС-датчиками изображения (часть 1)	12	20

Аудиотехника

Н. Пчелинцев	Знакомимся: автозвук, что мы о нем знаем	6	25
А. Седов	Портативная CD-аудиосистема «Philips AZ1880/12» (часть 1)	8	24
А. Седов	Портативная CD-аудиосистема «Philips AZ1880/12» (часть 2).	9	35

Оргтехника

А. Печеровый	Инженерное меню Android-устройств на платформе MediaTek.	1	25
Г. Романов	Монитор «LG FLATRON W1942S» на шасси LM57G	1	32
В. Печеровый	Лазерный принтер «BROTHER HL-2130» (часть 1). Разборка, профилактика, замена узлов.	2	32
А. Конягин	Контроллер задней подсветки ЖК дисплеев BIT3713. Архитектура, функционирование и диагностика	3	21
В. Печеровый	Лазерный принтер BROTHER HL-2130 (часть 2). Разборка, профилактика, замена узлов	3	25

А. Конягин	Источник питания МФУ «Xerox Phaser 3100MFP»	4	15
В. Печеровый	Методика заправки картриджа «HP CF280A/X»	4	18
А. Конягин	Применение драйвера MOSFET- и IGBT транзисторов IR4427 в источниках бесперебойного питания	5	31
Г. Романов	Устройство и ремонт ЖК монитора «AOC e950Swda» (часть 1)	6	31
А. Конягин	О светопропускании LCD-панелей	6	39
	Apple Watch — а что внутри и можно ли ремонтировать?	6	41
В. Печеровый	Ремонт лазерного принтера «Brother HL-2130»	6	43
Г. Романов	Устройство и ремонт ЖК монитора «AOC e950Swda» (часть 2)	7	31
В. Печеровый	Разборка, профилактика и замена узлов лазерного принтера «Canon i-SENSYS LBP6020» (часть 1)	8	33
В. Печеровый	Разборка, профилактика и замена узлов лазерного принтера «Canon i-SENSYS LBP6020» (часть 2)	9	42
В. Печеровый	Ремонт лазерного принтера «Canon i-SENSYS LBP6020»	10	29
В. Печеровый	Профилактика и ремонт узла термозакрепления лазерных принтеров «HP LJ5000/5100»	11	20
Г. Романов	ЖК монитор «LG FLATRON L222WS» (часть 1)	11	30
Г. Романов	ЖК монитор «LG FLATRON L222WS» (часть 2)	12	25
В. Печеровый	Заправка картриджа MLT-D108S для принтеров «Samsung ML-1640/1641/1645/2240/2241»	12	31

Бытовая техника

В. Гринченко, А. Ростов	Электронные модули «Invensys AT003» стиральных машин АТЛАНТ	1	45
В. Гринченко, А. Ростов	Электронный модуль стиральных машин «DAEWOO DWD-F1011»	2	43
М. Болотин	О ремонте минимойки «Kärcher K4.650»	3	37
В. Гринченко, А. Ростов	Электронные модули «Invensys AC001» стиральных машин АТЛАНТ 8-й серии	3	39
А. Ростов, В. Гринченко	Full-версия электронного модуля двухкамерных холодильников Hotpoint-Ariston/Indesit	4	27
А. Волков, В. Козаченко, А. Ростов	Электронный модуль WAVE стиральных машин WHIRLPOOL (часть 1)	5	33
А. Волков, В. Козаченко, А. Ростов	Электронный модуль WAVE стиральных машин WHIRLPOOL (часть 2)	6	51
В. Долгов	Коды ошибок бытовых газовых котлов (часть 1)	6	56
В. Долгов	Коды ошибок бытовых газовых котлов (часть 2)	7	40
А. Ростов, В. Гринченко	Электронный модуль MDL 48k стиральных машин CANDY с сушкой (часть 1)	7	44
А. Ростов, В. Гринченко	Электронный модуль MDL 48k стиральных машин CANDY с сушкой (часть 2)	8	44
	Пакет SkyProg Programmer для программирования электронных модулей стиральных машин CANDY	8	49
А. Ростов	Эволюция систем управления современных холодильников (часть 1)	9	52
В. Долгов	Коды ошибок бытовых газовых котлов (часть 3)	10	37
А. Ростов	Эволюция систем управления современных холодильников (часть 2)	10	41
В. Гринченко, А. Ростов	Электронный модуль EWM2100 стиральных машин ELECTROLUX/ZANUSSI/AEG (часть 1)	11	37
В. Федоров	Устройство и ремонт сварочных инверторов «TELWIN TECHNOLOGY 175, 188CE/GE, 210»	12	40
В. Гринченко, А. Ростов	Электронный модуль EWM2100 стиральных машин ELECTROLUX/ZANUSSI/AEG (часть 2)	12	49

Автоэлектроника

Н. Пчелинцев	Электронные системы управления работой основных узлов автомобилей Opel Astra J	2	53
М. Болотин	Особенности ремонта часов с ЖК дисплеем на автомобилях Toyota	4	39
А. Печеровый	Диагностика электронных блоков управления двигателями современных автомобилей с помощью Android-устройств	4	40
Н. Пчелинцев	Электрооборудование и ЭСУД автомобиля Daewoo Gentra	5	41
Н. Пчелинцев	Диагностика и ремонт ЭСУД автомобиля FIAT DOBLO Panorama (часть 1)	10	52
Н. Пчелинцев	Диагностика и ремонт ЭСУД автомобиля FIAT DOBLO Panorama (часть 2)	11	48

Измерительная техника. Оборудование

Самое точное в отрасли контрольно-измерительное решение для приемников USB 3.1 от компании Keysight Technologies	1	55
Новый импульсный источник питания экономного класса «Актаком APS-5310»	1	55
Анализатор звука APx555 Audio Precision устанавливает новый стандарт точности	2	58
TekSmartLabTM TSL3000A — беспроводное управление приборами в учебных лабораториях от Tektronix	2	58
Новые двухпортовые векторные анализаторы цепей формата PXI компании Keysight Technologies с полосой пропускания 26,5 ГГц	2	59
Бюджетные осциллографы InfiniVision 3000T серии X с емкостным сенсорным экраном и функцией запуска по выделенной области	2	60
U7243B — решение компании Keysight Technologies для тестирования передатчиков USB 3.1	3	50
IT-8.RHT — новый термогигрометр российского производства	3	50
Анализатор мощности MDA800 электроприводов и асинхронных двигателей компании Teledyne LeCroy	3	51
Новые комбинированные источники питания/измерители «Keysight N6785A/N6786A»	4	45

Цифровые мультиметры «Keysight 34465A/34470A»	4	46
Новые осциллографы Infiniium серии V от компании Keysight Technologies	4	47
LCR-600 – высокоточный измеритель LCR с частотой тест сигнала до 100 кГц.	5	50
Бюджетный генератор сигналов произвольной формы и стандартных функций «Tektronix AFG1022»	5	50
Осциллограф реального времени «Tektronix DPO70000SX ATi» с полосой пропускания 70 ГГц	5	51
Генератор РЧ сигналов «Tektronix TSG4100A»	5	52
Измеритель импеданса «Keysight E4982A» работает в широком диапазоне частот	6	60
Новый измеритель электрической мощности «АКИП-2501»	6	60
Новые высокочастотные генераторы специальной формы «АКТАКОМ AWG-4083/4123/4163»	7	50
CMW290 – бюджетный радиокommunikационный тестер для ремонтных и сервисных мастерских	7	50
GDS-71000B – новый уровень осциллографов экономического класса	7	52
АКИП-6101/1 – новый бюджетный измеритель параметров RLC с частотой до 10 кГц	8	52
AFC-2125 – универсальный бюджетный частотомер	8	52
АКТАКОМ АММ-3142 – портативный цифровой LC-измеритель	9	60
Ультратомпактные USB-генераторы GW Instek с диапазоном частот 35 МГц...4,4 ГГц.	9	60
GOM-7804 и GOM-7805 – новые миллиметры с разрешением 1 мкм	10	59
Первые российские анализаторы сигналов SPN9003A/SPN9026A изготовлены на базе технологий и комплектующих Keysight Technologies	10	59
Семейство ручных анализаторов FieldFox – первые в отрасли ручные комбинированные анализаторы с диапазоном частот 50 ГГц	10	60
Аккумуляторная смотровая камера «BOSCH GOS 10,8 V-Li Professional»	11	54
Тепловизионный влагомер «FLIR MR160»	12	54
SmartScore – многоплатформенный 30 МГц USB-осциллограф с открытой документацией	12	54
Новая серия генераторов РЧ сигналов Rigol	12	55

Компоненты и технологии

Ю. Петропавловский	Особенности и параметры ОУ, компараторов и усилителей PGA/SGA производства Microchip	1	56
	INA225 – новый прецизионный токовый монитор	1	62
	Миниатюрный GPS-приемник компании OriginGPS	1	62
	VEMD5010X01, VEMD5110X01 – низкопрофильные р-и-п-фотодиоды с большой фоточувствительной областью	2	61
	OKI FITT – технология производства 30-слойных плат для 1000-выводных БИС	2	61
	TPS7A8300 – 2A LDO-регулятор с уровнем шума 6 мкВ	2	62
	1 Вт светодиоды XNOVA Cube с углом излучения 170°	2	62
	MCP14A005X и MCP14A015X – MOSFET-драйверы с новой архитектурой	3	50
	TMPM470FDFG и TMPM475FDFG – новые универсальные микроконтроллеры от Toshiba	3	50
Ю. Петропавловский	Микросхемы фирмы Sanken для экономичных квазирезонансных источников питания	3	52
	Батарейки Blue Spark – напечатанные вольты	4	48
	Микросхема LED-драйвера Microchip HV9805	4	49
	STM32F091 – микроконтроллер начального уровня на базе ядра ARM Cortex-M0	4	49
	TCS3490 – датчик цвета для портативных устройств	4	50
	RN2483 LoRa WAN – модуль Microchip для сетей IoT	4	50
Ю. Петропавловский	Микросхемы для источников питания и драйверов светодиодов компании Analog Devices	4	51
	BTS5200-4EKA – 4-канальный драйвер семейства PROFET™+ для автоэлектроники.	5	53
	UCC28880 – бестрансформаторный AC/DC-преобразователь питания	5	53
	IPM – интеллектуальные силовые модули от ROHM Semiconductor	5	54
Ю. Петропавловский	Современные операционные усилители компании Analog Devices	5	55
	SMA130 – новый трехосевой акселерометр для автоэлектроники	6	61
	SCT30N120 и SCT20N120 – революционные MOSFET транзисторы на основе карбида кремния	6	61
	LMZ2050x – DC/DC модули в корпусе Nano	6	62
	ZAMC4100 – интеллектуальный контроллер силовых приводов с интегрированными драйверами	6	62
Ю. Петропавловский	Эволюция беспроводных решений и ВЧ/СВЧ микросхем компании Analog Devices	7	53
	2EDN752x/2EDN852x – новая серия 5 А двухканальных драйверов затвора нижнего плеча для управления MOSFET- и GaN-транзисторами	7	60
	88MZ300 – лучшая в отрасли беспроводная SnK нового поколения	7	61
	PV1050 – новый контроллер для сбора энергии окружающей среды	7	61
	DS54J60, ADS54J54, LMN640 – самые быстрые в мире 16-битный АЦП, 4-канальный 14-битный АЦП и усилитель с регулируемым усилением	7	62
Ю. Петропавловский	Современные энергоэффективные MOSFET-транзисторы и решения для источников питания компании Infineon Technologies	8	54
	СнК BCM453 для спутниковых ТВ приставок с поддержкой стандарта DVB-S2X	8	62

DA9312 — контроллер питания для портативных устройств	9	61
DC/DC-преобразователь LT8494 с током потребления 7 мА	9	61
Сверхскоростной диод DSR8F600 для схем коррекции коэффициента мощности	9	62
Новые драйверы IR71xxS для MOSFET- и IGBT транзисторов на 700 В	9	62
IGBT-модули SLLIMM™ второго поколения от компании STMicroelectronics	10	62
AT21CS01, AT21CS11 — инновационные 2-выводные EEPROM с паразитным питанием	10	62
Ю. Петропавловский МЭМС-продукты компании Analog Devices	11	55
CMX994A, CMX994E — приемники прямого преобразования	11	62
NCN5110, NCN5121, NCN5130 — приемопередатчики шины KNX для систем «умного» дома	12	56
LTC4282 — контроллер «горячей» замены для систем управления питанием с токами до 100 А	12	56
BNO-055 — «умный» сенсор движений компании Bosch Sensortec	12	57

Схемы на вкладке

Монтажная и принципиальная электрическая схемы смартфона «Nokia Lumia 720» (RM-885)	1
Принципиальная электрическая схема зарядного устройства шуруповерта «Hitachi UC18YG»	1
Принципиальная электрическая схема DVD-проигрывателя «Samsung DVD-K350 XER»	2
Принципиальная электрическая схема телевизионного шасси Philips VES2.2E LA (VESTEL 17MB95S-1)	3
Принципиальная электрическая схема ЖК телевизора «LG 22LT360C» на шасси LD2AA	4
Принципиальная электрическая схема цифровых спутниковых ресиверов Alfa Gold. Модели: AD-7300Plus, AD-7000 2CI	5
Принципиальная электрическая схема ЖК монитора «AOC e2043Fs»	5
Принципиальная электрическая схема DECT-телефонов «Panasonic KX-TCD586RUS» и «Panasonic KX-TCA158RUS»	6
Принципиальная электрическая схема CD-ресивера «ALPINE CDE-120R/RM/RR»	6
Принципиальная электрическая схема CD-ресивера «ALPINE CDE-120R/RM/RR»	7
Принципиальная электрическая схема ЖК монитора «Acer V243HQ/V233HZ»	7
Принципиальная электрическая схема источника бесперебойного питания «UPS 2200VA PowerCom King Pro»	7
Принципиальная электрическая схема автомобильного FM/AM/DVD-мультимедиацентра «Clarion VRX578RUSB»	8
Схемы HDV-видеокамер JVC	9
Принципиальная электрическая схема смартфона «LG Optimus L7» (P700)	10
Принципиальная электрическая схема телевизионного шасси PHILIPS TPM8.31A LA. Платы SSB, Keyboard Control и IR/LED BOARD (часть 1)	11
Принципиальная электрическая схема телевизионного шасси PHILIPS TPM8.31A LA. Платы SSB, Keyboard Control и IR/LED BOARD (часть 2)	12
Принципиальная электрическая схема БП SAMSUNG BN44-00159	12
Принципиальная электрическая схема HDV-видеокамер «Sony HDR-FX1/HVR-Z1»	12
Принципиальная электрическая схема блока питания 40E081C5 ЖК телевизора «TCL L32E5020E»	12

Издательство «СОЛОН-ПРЕСС» представляет

Эта книга предназначена для разработчиков электронной аппаратуры, планирующих начать работать с микроконтроллерами серии STM8S и любителей, увлекающихся созданием устройств на микроконтроллерах.

Книга содержит описание микроконтроллера серии STM8S: описание работы периферийных модулей и их регистров, описание видов памяти, битов конфигурации, систем прерываний, энергосбережения, тактирования и других.

Цена наложенным платежом — 420 руб.

Как купить книгу

Заказ оформляется одним из двух способов:

1. Пошлите открытку или письмо по адресу: 123001, Москва, а/я 82.
2. Оформите заказ на сайте www.solon-press.ru в разделе «Книга-почтой» или «Интернет-магазин».

Бесплатно высылается каталог издательства по почте.

При оформлении заказа полностью укажите адрес, фамилию, имя и отчество получателя.

Желательно указать дополнительно телефон и адрес электронной почты. С полным перечнем

и описанием книг можно ознакомиться на сайте www.solon-press.ru

Телефон: 8 (495) 617-39-64, 8 (495) 617-39-65.

Цены для оплаты по почте наложенным платежом действительны до 31.03.2016.



Валерия Ершова (г. Москва)

Postal programmer — «умный» программатор.

Описание работы с видеопроцессорами фирмы Genesis Microchip Inc.

Копирование, тиражирование и размещение данных материалов на Web-сайтах без письменного разрешения редакции преследуется в административном и уголовном порядке в соответствии с Законом РФ.



Видеопроцессоры фирмы Genesis Microchip Inc. (далее — Genesis) используют для хранения программного кода внешнюю Flash-память. Основная область применения этих процессоров — компьютерные мониторы и телевизоры. Процессоры ранних выпусков используют параллельную Flash-память (general purpose), а более новые — последовательную SPI-Flash (8 выводов). В обоих случаях программно-аппаратный комплекс Postal предоставляет возможность работать внутрисхемно с памятью видеопроцессоров через доступные внешние разъемы (VGA или HDMI), не вскрывая аппарат.

Общие сведения

Фирма Genesis Microchip Inc. была поглощена в 2007 году ST Microelectronics, однако в эксплуатации находится много устройств на выпущенных ранее процессорах, и они продолжают поставляться со статусом NRND (не рекомендовано для нового дизайна). Тем не менее, производство чипа GM5621 находится в активном статусе [1]. Не-

смотря на солидный возраст, чипы от Genesis великолепно обрабатывают изображение. Но нас интересует исключительно ремонт устройств, использующих эти процессоры. В данном случае имеется в виду ремонт, связанный со сбоями программного обеспечения (ПО).

Процессоры от Genesis имеют весьма разную архитектуру. Ядро процессора (обычно оно встроено в чип) может быть типа 8051 или 80186, также на чипе имеется ЭСППЗУ (EEPROM) с базовым ПО, позволяющее иногда не использовать внешнюю Flash-память, а только EEPROM с конфигурацией. Такой режим называется «standalone», то есть чип работает как бы сам. Второй режим называется «User» (режим пользователя), выбор этого режима происходит после подачи питания на процессор. Используя встроенную память, чип проверяет на соответствие определенные данные во внешней памяти (сигнатуру) и выбирает соответствующий режим. Если сигнатура подходит, то происходит старт с нулевого адреса внешней памяти Flash. Программ-

ные процедуры, обеспечивающие перезапись внешней памяти Flash (а именно это нам и нужно), имеются в обоих режимах, однако нетрудно догадаться, что работа с режимом «standalone» будет более предсказуема. Тем не менее, трудности все равно возникают.

Краткое описание оригинальной программы фирмы Genesis

Оригинальная программа от производителя GProbe работает под ОС Windows и предназначена для чтения и записи внутренних регистров чипов Genesis с использованием различных коммуникационных интерфейсов. Физически это соединение параллельного или последовательного порта компьютера с соответствующими выводами чипа через схему согласования уровней сигналов. Программно же используются специализированные протоколы, основанные на интерфейсе I²C и стандартном последовательном протоколе на разных скоростях.

При установке и запуске программы GProbe возникает ложное впечатление ее «мощности», которое создается большим количеством ручных настроек и разных окон с информацией. Однако на самом деле она позволяет посылать лишь 18 команд и использовать пакетные файлы, заранее написанные на придуманном макроязыке (оперируя тем же количеством команд). Причем все параметры необходимо установить вручную, а для этого еще надо овладеть «фирменной» терминологией, прочитав довольно большое описание (User Guide). Практически, для записи внешней Flash-памяти необходим пакетный файл, подстроенный



Рис. 1. Внешний вид процессора фирмы Genesis

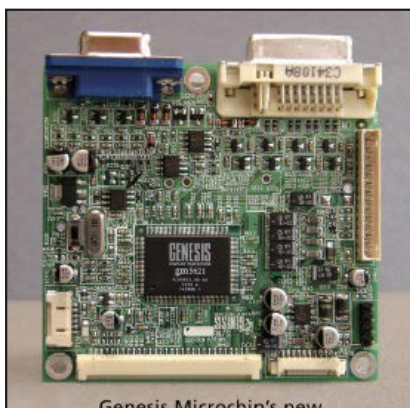


Рис. 2. Внешний вид платы монитора на процессоре Genesis

вручную под конкретный чип (и еще понадобится драйвер для загрузки в чип). Программатор Postal совместим с этими файлами и имеет лучший функционал, поэтому подробное описание процесса внутрисхемного программирования будет исходить из его возможностей.

Программатор Postal как замена для GProbe

На момент написания статьи работа с чипами Genesis поддерживается только версией для параллельного порта. Подключение программатора Postal к чипу происходит по I²C-совместимому протоколу, обычно через соответствующие контакты разъема VGA. Для выбора режима сначала нужно в группе «Select Mode» выбрать «Philips», затем нажать кнопку «Settings» и в диалоге настройки выбрать «Genesis via I2C». В выпадающем меню обычно выбирают «Genesis FLASH», т.к. команды доступа к EEPROM, как правило, не работают на новых чипах. Можно поставить галку «Stop UOC», если на этой же I²C-шине находится процессор фирмы Philips, тогда будет подана команда ввода чипа Philips в отладочный режим, иначе он помешает обмену с чипом Genesis. Далее проверяют правильность установки порта и скорости и возвращаются к главному экрану программы кнопкой OK.

Разными чипами Genesis используются различные протоколы (I²C-совместимые), программатор Postal определяет их автоматически, также можно заранее выбрать протокол вручную кнопкой «Status». Далее для работы с чипом нажимают кнопку «Set ISP». Логика работы этой кнопки в случае чипов Genesis довольно сложна и требует детального описания.

Сначала проверяется ответ на I²C-адрес 6Е с контролем его передачи. Если операция

неуспешна, то делается вывод, что чип обесточен и нужно ожидать подачи питания, при этом в цикле подается команда «Force Standalone», чтобы «поймать» чип на раннем старте. Если чип Genesis исправен, то этот шаг всегда успешен.

Далее подается команда «Debug On» с попыткой определить протокол. Если с первого раза не получилось, делается попытка уточнения протокола и снова подается команда «Debug On». Далее, независимо от результата (чип уже может быть в отладочном режиме), производится попытка чтения сигнатуры чипа (на самом деле для разных чипов разные команды и разные регистры). Если попытка unsuccessful, то выполняется останов, иначе по таблице сигнатур устанавливаются необходимые начальные данные. После этого делается попытка загрузки исполняемого кода в ОЗУ чипа (в терминологии Genesis — драйвер), затем старт кода. Если сигнатура неизвестна, то загружается код для чипа с SPI-Flash (т.к. их много разновидностей). Результат операции выводится в окно лога.

Если операция успешна — чип находится в ISP-режиме и готов к работе с внешней памятью Flash. При этом кнопка «Status» меняет свое назначение и можно вручную выставить размер (обычно для чтения). Также замечено, что загружаемый исполняемый код не всегда подходит для чипа. Например, один драйвер разрешает только чтение, а другой — только запись. Чтобы загрузить альтернативный вариант, нужно на странице настроек «Misc»

выбрать желаемый номер из выпадающего списка «GNSS, IAP alter» и полностью повторить подключение.

Очень часто загружаемый код работает только на запись, поэтому верификация также невозможна, поскольку делается обратным чтением. Многие команды (в том числе и для проверки контрольных сумм) просто не реализованы программистами фирмы Genesis и существуют только в документации.

Программатор Postal способен также обрабатывать пакетные файлы от GProbe (batch в терминологии Genesis). Для этого файл должен иметь расширение «.txt», в этом случае он открывается в стандартном диалоге, и программа спросит, нужна ли обработка файла как пакетного от GProbe. Если ответ утвердительный, то файл обрабатывается встроенным парсером построчно, выполняя команды с параметрами. Однако, несмотря на совместимость с оригинальным форматом, присутствуют и различия в синтаксисе при написании команд пакетного файла. Ниже приводится полное описание синтаксиса, используемого программатором Postal.

Перед открытием пакетного файла сначала желательно вручную установить протокол кнопкой «Status», иначе будет запущена процедура его автоматического определения (то есть будут посылаться лишние команды, которые могут повлиять на результат при нестандартных условиях).

Далее обработка идет построчно, комментарии в файле могут быть после символов «//», такая строка дальше не обрабатывается, прописные буквы приводятся к строчным.

Всего из строки считываются 4 подстроки, то есть сама команда и 3 возможных параметра к ней, разделенные пробелами.

Если строка начинается с «0x», то предполагается команда «regread», либо «regwrite» — если обнаружен знак «=» без пробелов и найден параметр для записи.

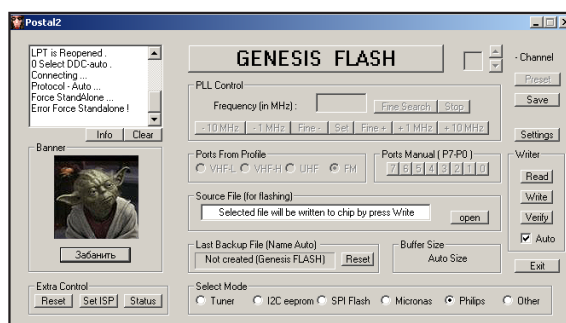


Рис. 3. Вид окна программы в режиме Genesis

Название команды выводится в окно лога. Далее название команды последовательно сверяется со следующим списком команд, который программа умеет выполнять:

- «connect» — выполняется, но не имеет смысла для программатора Postal, т.к. протокол ставится заранее;
- «delay» — выполняется Sleep на заданное число миллисекунд (мс);
- «setdelay» — использует два параметра: первый — «короткий» тайм-аут для установки пауз между операциями, второй — длинный таймаут, ожидание, например, при стирании (устанавливается в мс);
- «setbuffer» — использует 2 параметра: первый — начальный адрес в ОЗУ чипа, второй — размер буфера в байтах. Команда не посылается в чип, а просто устанавливает параметры для других команд;
- «forcesa» — в отличие от GProbe Postal посылает команду «force standalone» до успеха или таймаута, одиночная команда не имеет смысла;
- «regread» — один параметр адреса регистра, результат выводится в окно лога;
- «regwrite» — 2 параметра: первый — адрес регистра, второй — данные для записи;
- «ramwrite», «ramwrite2» — в качестве параметра служит имя файла, если файл имеет расширение «.hex», то адрес старта содержится в нем, иначе еще один параметр — адрес ОЗУ, с которого начнется загрузка файла напрямую (как «.bin»). В основном используется «.hex», т.к. запись выполняется обычно фрагментами в разные адреса без стирания промежутков (из-за чего невозможно конвертировать в бинарный файл для этой цели);
- «ramread» — холостая команда, не используется;
- «debugon» — включение отладочного режима;
- «debugoff» — выключение отладочного режима;
- «reset» — может иметь один параметр, без параметра используется старый набор регистров. Выполняется программный сброс без потери содержимого ОЗУ;
- «flashid» — выполняется строго по спецификации, но никогда ничего нужного не показывает. Результат выводится в окно лога;
- «flashcrc» — имеет 2 параметра: первый — начальный адрес (в адресном пространстве чипа), второй — размер области для подсчета контрольной суммы. Предположительно, команда не работает (не проверялась). Результат выводится в окно лога;
- «flasherase» — без параметров, чип в окно лога отвечает либо «OK», либо «Failed»;
- «run», «runcode» — один параметр, стартовый адрес;
- «appstest», «appstestparam» — это очень интересные команды, они предназначены для режима «User» (реализуются производителем конечного продукта). Например, с их помощью можно внутрисхемно перезаписать EEPROM, если знать как. Команда «appstestparam» используется только в случае, если требуется много параметров для команды «appstest». Для команды «appstestparam» используется 2 параметра: первый — «ParamIndex», второй — «ParamValue». После этого (отдельной строкой) подается команда «appstest» с одним обязательным параметром «ParamIndex», однако параметров у «appstest» может быть 2 или 3 — тогда сначала автоматически подается «appstestparam», где второй параметр (строки от «appstest») используется в качестве «ParamValue», «ParamIndex»=1. Если имеется еще параметр, то подается еще «appstestparam», где третий параметр используется в качестве «ParamValue», «ParamIndex»=2. После этого автоматически подается команда «appstest» с параметром «ParamIndex» (первый параметр после самой команды);
- «loaddriver» — устаревшая команда, использующая один параметр — имя файла с расширением «.dev». Работает аналогично команде ramwrite для hex. Файл «.dev» содержит несколько блоков с заголовком, в котором есть адрес загрузки в чип и размер последующих бинарных данных (самодельный аналог hex-файла). Сама загрузка в чип происходит командой ramwrite для бинарного режима;
- «i2cread» — не реализовано и не работает (нигде);
- «i2cwrite» — то же (не поддерживается чипами);
- «nvramread» — устаревшая команда, имеет 3 параметра: первый равен нулю (начальный адрес для чтения всегда ноль), второй — сколько читать в байтах, третий — имя файла, куда записать. Фактически, команда аналогична кнопке «Read» в режиме Genesis EEPROM;
- «nvramwrite» — устаревшая команда, имеет 2 параметра: первый — имя файла с данными для записи (только бинарный формат), второй всегда равен нулю (начальный адрес для записи), размер записи определяется размером файла. Фактически, команда аналогична кнопке «Write» в режиме Genesis EEPROM;
- «flashread» — имеет 3 параметра: первый — адрес в адресном пространстве чипа, с которого начнется чтение (нужно знать карту памяти чипа, куда что отображается). Второй параметр — сколько нужно прочесть. Третий — имя файла, куда будет записываться прочитанное, если задано расширение «hex» — бинарные данные будут соответственно конвертированы;

- «filecrc» — имеет 1, 2 или 3 параметра: первый — имя файла для обработки, второй (если есть) — смещение в файле, с которого начинать, третий (если есть) — сколько обсчитывать (по умолчанию — до конца файла);
- «flashwrite», «fastflashwrite» — имеют 1 или 2 параметра: первый — имя файла для записи, второй (необязательный) — адрес в адресном пространстве чипа, с которого начнется запись. Если второго параметра нет, то используется адрес из hex-файла, либо предустановленный по умолчанию, в любом случае адрес старта показывается в логге. Если второй параметр установлен — то он перекрывает полученный из hex-файла адрес. Файл записывается целиком, но не весь сразу, а порциями, установленными заранее командой «setbuffer».

Таким образом, программатор Postal полностью поддерживает пакетные файлы от GProbe («batch» в терминологии Genesis). Лишние строки в файле (если оригинальный batch) можно закрыть знаком комментария «//».

Зачем же писать пакетные файлы, если можно просто нажать кнопку в программе (программатор Postal имеется в виду)? Дело в том, что выбираемый программой встроенный алгоритм может не подойти к конкретному чипу, тогда допустимо написать маленький пакетный файл и использовать его вместе с кнопками (либо автономно). Например, подключение в ISP проходит успешно, но чтение происходит не с того адреса (предустановленный не подходит). Тогда отдельно для чтения можно запустить файл, состоящий всего из одной строки. Можно также комбинировать разные режимы, например, в режиме Genesis FLASH (при нажатии кнопки «Set ISP») код (драйвер) загружается в чип, а в режиме Genesis EEPROM — нет, то есть можно загрузить свой, написав текстовый файл и подав необходи-

мый файл с кодом. На всякий случай уточним, что программатор Postal хранит загружаемый код для чипов Genesis в теле программы, в случае использования пакетного файла для загрузки кода в ОЗУ нужно иметь внешний файл («драйвер»).

Для упрощения можно считать, что программатор Postal (программа) для чипов Genesis выполняет некий пакетный файл внутри себя (отличие — автоматические действия с обработкой ошибок). В общем случае последовательность действий такая — сначала чип Genesis переводится в отладочный режим (команда «debugon»), затем в ОЗУ загружается код для работы с flash (иначе команда «flashwrite» не работает), после этого происходит работа с внешней памятью flash. В процессе также подаются команды для установки регистров, если необходимо для конкретного чипа. Пример пакетного файла Genesis:

```
// adjusting delay may make batch
file work!!!
debugon
```

```
SetBuffer 0x2000 0x800
delay 2000
Reset 0
```

```
//!!!Enable following delay if batch
file failed at above position
//delay 500
```

```
// Move the stack to the end of
RAM area to make room for ISP
driver
RAMWrite reset_stack_V11.hex
Run 0x500
delay 100
```

```
// SPI flash driver
RAMWrite isptemp_spi_V14.hex
```

```
Run 0x500
delay 100
```

```
//!!!Enable both setDelay before and
after flashErase if batch file failed
//SetDelay has the same capability
which set short and long delay
timeout in gProbe connection
configuration dialog
//syntax: setDelay shortTimeout
LongTimeout
```

```
SetDelay 1000 9000
```

```
FlashErase
```

```
SetDelay 1000 3000
```

```
// Change this line to point to a file
in a different location, if needed
fastFlashWrite D:\Mendel\
mendel17.hex
```

```
// to reset the monitor after
programming the flash using DDC2BI
ONLY:
```

```
// Un-comment the following three
lines (PLEASE — FOR DDC2BI PORT
SELECTED ONLY)
//0x8000=1
//0x8003=0
//0x8027=1
```

Информация по структуре и командам пакетных файлов Genesis может быть полезна при нестандартной ситуации, а также для энтузиастов и особенно при ремонте большого количества однотипных аппаратов на базе Genesis, требующих перепрограммирования микросхемы flash. Если же сложностей не возникло, то физическое подключение программатора и работа с файлами происходят стандартно, так же, как описано в предыдущих статьях (например, в [3]).

За всеми будущими улучшениями программы можно наблюдать на техническом форуме МОНИТОР [2].

В следующих номерах Р&С будут рассмотрены другие возможности и режимы работы программатора Postal3 и версии для параллельного порта (LPT).

Интернет-источники:

1. <http://www.st.com/web/en/catalog/mmc/FM128/CL1746/SC583>

2. <http://monitor.net.ru/forum/postal23-info-317755.html>

3. Валерия Ершова. Postal programmer — «умный» программатор. Прошивка ТВ процессоров фирмы MStar и восстановление ПО на практических примерах. — Ремонт & Сервис, № 12, 2014.

Виталий Печеровый (г. Орел)

Методика заправки картриджа «HP CF280A/X»

Копирование, тиражирование и размещение данных материалов на Web-сайтах без письменного разрешения редакции преследуется в административном и уголовном порядке в соответствии с Законом РФ.



В статье описана методика заправки картриджа «HP CF280A/X», применяемого в линейке популярных моделей принтеров серии «HP LaserJet Pro 400 (M401/M425)», и некоторые особенности выполнения данной операции.

Предупреждение. Автор не несет ответственности за возможные отрицательные последствия самостоятельной заправки, поэтому, если вы не уверены в своих силах, обратитесь к специалисту.

Особенности картриджа и необходимые инструменты

Картридж «HP CF280A/X» применяется в лазерных принтерах «HP LaserJet Pro 400 (M401/M425)» формата А4 компании HP. Картридж CF280X отличается от CF280A увеличенным объемом заправочного бункера и, соответственно, большим ресурсом. Ресурс картриджа CF280A при 5% заполнении составляет 2700 страниц, а ресурс CF280X — 6900 страниц при аналогичном заполнении.

В настоящее время для картриджа CF280A/X в продаже доступны совместимые расходные материалы и запчасти (фотобарабан, вал первичного заряда, чистящее лезвие, магнитный вал) от разных производителей. Конкретные рекомендации по выбору производителя тонера, фотобарабанов и других запчастей дать сложно.

Для заправки картриджа CF280A/X применяют совместимый тонер, предназначенный для картриджей линейки принтеров HP LJ P2035/P2055, который может поставляться как в упаковке от производителя, так и сторонних фирм. При возможности выбора автор отдает предпочтение упа-

ковке от производителя. Для заправки картриджа CF280A необходимо 140...150 г тонера, а для картриджа CF280X — 290...300 г.

Для выполнения работ по заправке и восстановлению картриджа CF280A/X необходим следующий набор инструмента и расходных материалов:

1. Крестовая отвертка №2.
2. Плоская отвертка – 2 шт. (ширина лезвия 3 и 5 мм).
3. Пинцет.
4. Небольшие утконосы.
5. Небольшие бокорезы.
6. Микродрель (шуруповерт) с набором сверл.
7. Скальпель или узкий острый нож.
8. Крючок для извлечения ролика первичного заряда (не обязательно).
9. Кисть.
10. Приспособление для засыпки тонера в бункер.
11. Безворсовая салфетка.
12. Тальк для присыпки ракеля и фотобарабана (не обязательно).
13. Тонер для принтеров «HP LJ P2035/P2055» в количестве 150 или 300 г (в зависимости от типа заправляемого картриджа).
14. Бумага, служащая подстилкой на рабочий стол.
15. Полиэтиленовый пакет или лоток, изготовленный из плотной бумаги, для отработанного тонера.
16. Пылесос для тонера.
17. Респиратор (желательно).
18. Электропроводящая смазка.
19. Чип для заправляемого картриджа (при необходимости в информации о состоянии расходных материалов).

Также может возникнуть необходимость в запасных частях (фотобарабан, дозирующее лезвие и т.д.) и расходных материалах (смазки для пар «пластик-пла-

стик», «пластик-металл», изопропиловый спирт, ацетон и т.д.) в зависимости от выполняемых работ.

В заправочном бункере картриджа CF280A/X не предусмотрено отверстие для заправки картриджа тонером. Поэтому заправка выполняется через зазор между лезвием подбора (уплотняющим лезвием) магнитного вала и корпусом заправочного бункера до установки дозирующего лезвия или между уплотняющим и дозирующим лезвием после установки последнего. Для засыпки тонера в заправочный бункер картриджа удобно использовать приспособление в форме раструба прямоугольной формы. Раструбы изготавливают из металлической фольги (латунь, медь) толщиной 0,2...0,3мм. С противоположной стороны раструба вклеивают резьбовую часть крышки от банки с применяемым тонером. Раструбы изготавливают из металлической фольги (латунь, медь) толщиной 0,2...0,3мм. С противоположной стороны раструба вклеивают резьбовую часть крышки от банки с применяемым тонером. Подробно изготовление приспособления было рассмотрено в [1].

Перед очисткой картриджа пылесосом высыпают содержимое бункера отработки и остатки тонера из заправочного бункера в полиэтиленовый пакет или лоток, изготовленный из плотной бумаги. При высыпании тонера не следует допускать поднятия облака частиц тонера в воздухе. В случае использования для отработанного тонера полиэтиленового пакета его помещают в картонную коробку подходящих размеров и заворачивают края на внешнюю поверхность коробки. Для защиты дыхательных путей во время выполнения заправки настоятельно рекомендуется пользоваться респиратором.

Для очистки элементов картриджа используют специализированный пылесос, предназначенный для обслуживания оргтехники. Использование бытового пылесоса

допустимо только при использовании дополнительного фильтра, установленного между насадкой и штатным фильтром бытового пылесоса. В качестве дополнительного фильтрующего элемента применяют фильтр от специализированного пылесоса или воздушный автомобильный фильтр. Фильтр помещают в герметичный контейнер с входным и выходным патрубками для подключения шлангов. Изготовление и установка фильтра детально описаны в [2].

При использовании бытового пылесоса с установленным дополнительным фильтром рекомендуется пользоваться насадкой от пылесоса 3М или аналогичной, изготовленной самостоятельно. Насадка изготавливается из щелевой насадки от бытового пылесоса и тонкостенной пластмассовой трубки. Изготовление насадки заключается в закреплении тонкостенной трубки в насадке пылесоса с последующей герметизацией соединения с помощью герметика или термокля, это подробно описано в [3].

Для удобства извлечения ролика первичного заряда используют крючок, изготовление которого было рассмотрено в [2].

Перед выполнением заправки желательно установить картридж в устройство (принтер) и распечатать пробную страницу или встроенный тест. Анализируя качество полученной распечатки, определяют объем работ и запчасти, необходимые для восстановления картриджа.

Разборку рассматриваемого картриджа на две половины можно выполнить несколькими способами. В рассматриваемой статье описаны два таких способа.

Разборка картриджа на две половины (первый способ)

Предупреждение. При выполнении операций исключают попа-

дание на светочувствительную поверхность фотобарабана яркого света и механические повреждения элементов картриджа.

1. Располагают картридж фотобарабаном вниз (чип расположен с левой стороны вверх).

2. Запоминают расположение пружины (1 на рис. 1) привода шторки (2) фотобарабана. Открывают шторку, плоской отверткой извлекают ее правую ось (3 на рис. 1) из посадки в корпусе и перемещают правую сторону шторки вверх до выхода ее за пределы корпуса картриджа. Затем перемещают шторку вправо, вынимают ее левую ось из посадочного отверстия (4 на рис. 1) и снимают шторку фотобарабана с картриджа.

3. Располагают картридж фотобарабаном к себе вверх, шестерня фотобарабана расположена с правой стороны.

4. С левой стороны между корпусом картриджа и торцевой частью фотобарабана (1 на рис. 2) вставляют узкую плоскую отвертку и выталкивают металлическую ось вра-

щения фотобарабана на величину, необходимую для захвата утконосами. Захватывают ось утконосами и извлекают ее из картриджа. При извлечении оси фотобарабана не допускают повреждения пластмассы корпуса картриджа.

5. Нажимают на дальнюю (1 на рис. 3) и ближнюю (2) стороны картриджа и фиксируют их в разведенном положении пластиковой пластиной (3) толщиной 4,0...4,5 мм, установленной с правой стороны между половинками картриджа. Увеличение зазора между половинками картриджа необходимо для свободного демонтажа фотобарабана.

6. Приподнимают левую сторону фотобарабана вверх, до выхода торца барабана за пределы боковины корпуса картриджа, затем осторожно перемещают фотобарабан влево до выхода хвостовика его привода из посадочного отверстия и снимают фотобарабан с картриджа. При извлечении фотобарабана удерживают через безворсовую салфетку и не допускают повреждения его светочувствитель-

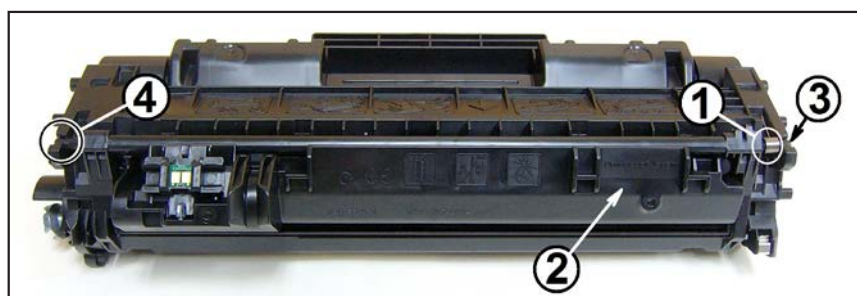


Рис. 1



Рис. 2

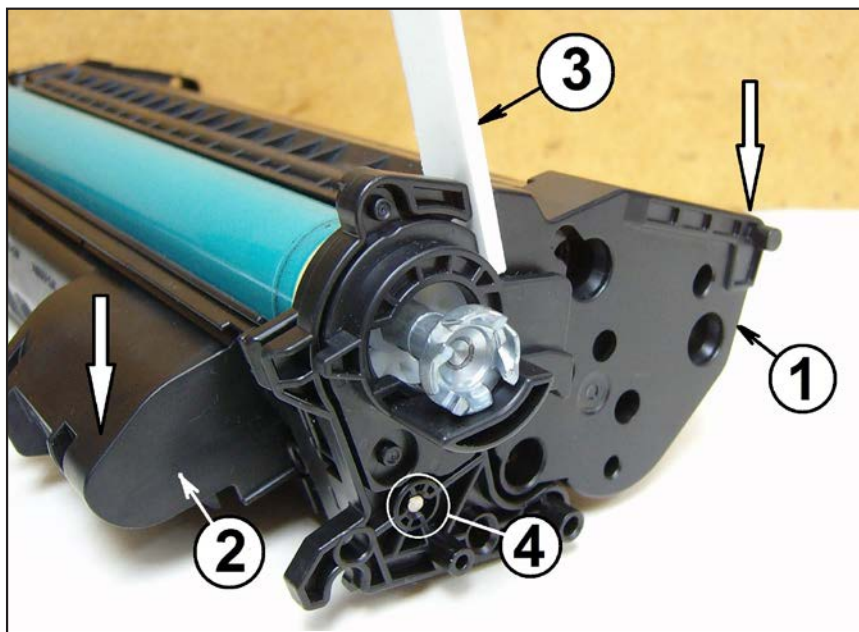


Рис. 3

ного слоя, а также уплотняющего лезвия бункера отработки. После демонтажа фотобарабана снимают пластиковую пластину, установленную ранее между половинами картриджа для увеличения зазора.

Для перемещения вверх левой стороны фотобарабана удобно использовать Г-образный крючок, изготовленный из стальной проволоки диаметром около 1,5 мм, длина загнутой части 4 мм, угол загиба 80...85 градусов. Крючок вставляют после извлечения оси между торцевой поверхностью фотобарабана и корпусом картриджа загнутой частью параллельно торцевой части фотобарабана до центра отверстия, расположенного на нем. Поворачивая крючок, вставляют загнутую часть крючка в отверстие фотобарабана, перемещают крючок вместе с левой стороной фотобарабана вверх до возможности захвата барабана пальцами.

7. Пинцетом или крючком захватывают за металлическую ось вал первичного заряда и аккуратно извлекают его из корпуса картриджа. При использовании крючка сначала извлекают из бушинга один конец вала и выводят его из корпуса картриджа. Удерживая вал заряда за

металлическую ось рукой, крючком извлекают второй конец вала.

Предупреждение. При извлечении (установке) вала первичного заряда не следует прикасаться к его рабочей поверхности, а удерживать только за металлическую ось.

8. С левой стороны на уровне упора пружины бушинга вала заряда у основания ракеля расположено отверстие (1 на рис. 4) диаметром около 0,9 мм. Используя выталкиватель или иголку соответствующего диаметра и утконосы, через отверстие (1 на рис. 4) выталкивают левый штифт из корпуса картриджа на величину, необходимую для последующего захвата инструментом (бокорежами). Далее захватывают штифт бокорежами и извлекают его из корпуса картриджа.

9. С правой стороны картриджа возле штифта расположены углубления (4 на рис. 3), дающие возможность захватить и извлечь штифт. Утконосами захватывают правый штифт и извлекают его из картриджа.

10. Придерживая половину с бункером отработки (ближняя) и ото-

двигая половину с заправочным бункером (дальняя), разъединяют корпус картриджа на две половины.

Разборка картриджа на две половины (второй способ)

Примечание. При разборке по второму способу снятие фотобарабана и вала первичного заряда выполняют после разделения картриджа на две половины.

1. Снимают защитную шторку фотобарабана (операции 1-2 разборки первым способом).

2. Располагают картридж фотобарабаном к себе вниз (чип расположен с левой стороны вверх).

3. С правой стороны расположено прямоугольное углубление. На месте углубления, расположенного с правой стороны картриджа, сверлом диаметром 2,0...2,5 мм высверливают пластмассу корпуса (1 на рис. 5) до основания штифта. Освободить основания штифта можно также узкой плоской отверткой с предварительно заточенным лезвием.

4. Выталкивают правый штифт из корпуса картриджа плоской отверткой (ширина лезвия меньше диаметра высверленного отверстия) на величину, необходимую для захвата штифта инструментом.

5. Утконосами захватывают второй штифт, извлекают его из картриджа и разделяют картридж на две половины (операции 9 и 10 разборки первым способом).

6. Плоской отверткой выталкивают ось фотобарабана на величину, необходимую для захвата инструментом, захватывают утконосами и извлекают ее из корпуса. Далее последовательно снимают фотобарабан и вал первичного заряда.

Автор отдает предпочтение первому способу разборки, при котором исключена возможность повреждения посадочного места штифта, расположенного на стороне оси вращения фотобарабана.



Рис. 4

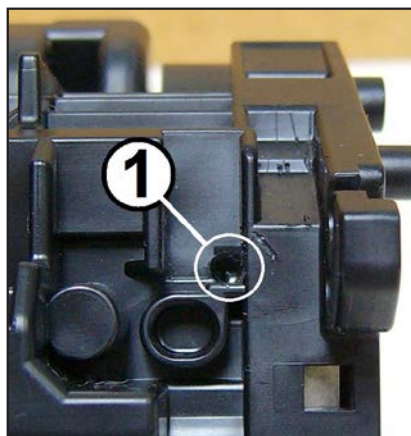


Рис. 5

Последующие операции будут выполняться с первой и второй половинами картриджа. В первой половине расположен бункер отработки, вал первичного заряда, чистящее лезвие (ракель) и уплотняющее лезвие (лезвие подбора тонера) бункера отработки. Во второй половине находятся бункер для заправки с активатором тонера, редуктор привода активатора, магнитный вал, дозирующее лезвие и уплотняющее лезвие магнитного вала.

Разборка и очистка первой половины картриджа

1. Откручивают два самореза (1 и 2 на рис. 6) крепления чистящего лезвия (3), закрывающего бункер отработки и, удерживая его за металлическую часть утконосами, снимают с корпуса. При снятии (установке) исключают повреждение уплотняющего лезвия (4 на рис. 6) бункера отработки.

2. Высыпают тонер из бункера отработки в полиэтиленовый пакет или бумажный лоток (для продления ресурса фильтра пылесоса), вычищают пылесосом бункер отработки, уплотнения чистящего лезвия и фотобарабана. При необходимости очищают (протирают салфеткой) корпус первой половины картриджа. При очистке бункера отработки не следует прикасаться насадкой пылесоса к рабочей кромке уплотняющего лезвия.



Рис. 6

При выполнении разборки картриджа первым способом для сокращения времени при последующих заправках, при желании, выполняют доработку первой половины картриджа. Доработка заключается в рассверливании отверстия, через которое выталкивали штифт, расположенный на стороне оси фотобарабана, до диаметра 1,5...2 мм. Сверление производят с внешней стороны через посадочное отверстие штифта. Для исключения повреждения посадочного отверстия в корпусе картриджа перед сверлением в отверстие вставляют тонкостенную трубку, внешний диаметр которой немного меньше диаметра отверстия, а внутренний больше диаметра сверла, которым будет выполняться сверловка. При сверлении исключают проворачивание трубки в корпусе картриджа. После сверловки снимают заусенцы и тщательно очищают от стружки половинку картриджа. После выполнения доработки, при последующих

заправках, штифт легко удаляется выталкивателем, диаметр Г-образной части которого меньше диаметра рассверленного отверстия, а длина составляет 16...18 мм. При разборке вторым способом вышеприведенная доработка не нужна.

Также при желании возможна доработка посадочного места оси вращения фотобарабана. Она заключается в удалении пластмассы корпуса картриджа, закрывающего буртик оси фотобарабана, на участках длиной около 3 мм, диа-

метрально расположенных по окружности. После доработки ось захватывают утконосами и извлекают из картриджа без предварительного выталкивания ее отверткой для последующего захвата инструментом.

Сборка первой половины картриджа

1. Осматривают уплотняющее лезвие бункера отработки (лезвие подбора) и при наличии деформации или повреждения рабочей кромки уплотняющее лезвие подлежит замене.

2. Осматривают уплотнители по краям бункера отработки между корпусом картриджа и фотобарабаном, а также между корпусом и чистящим лезвием. При осмотре обращают внимание на качество приклейки уплотнений к корпусу и состояние их рабочих поверхностей. При обнаружении повреждений производят замену уплотнителей.

3. Очищают чистящее лезвие пылесосом и протирают безворсовой салфеткой. Внимательно осматривают рабочую кромку лезвия. Повреждения, деформации, потеря эластичности полиуретана или отрыв его от металла недопустимы. При выявлении дефектов чистящее лезвие заменяют.

4. Наносят тальк или тонер (припудривают) на рабочую кромку чистящего лезвия. Нанести тальк (тонер) на рабочую кромку можно путем ее погружения в тальк (тонер). Для этого на лист бумаги насыпают немного талька, распределяют его полоской, длина которой немного превышает длину чистящего лезвия, и погружают в нее рабочую кромку последнего. Контролируют качество нанесения (отсутствие непокрытых участков на рабочей кромке чистящего лезвия) визуально.

5. Устанавливают на место чистящее лезвие и закручивают саморезы крепления. При установке не допускают стирания нанесенного ранее талька (тонера) с рабочей кромки лезвия.

6. Очищают от загрязнений и старой смазки бушинги вала первичного заряда.

7. Удаляют старую смазку с металлической оси вала первичного заряда, протирают безворсовой салфеткой его рабочую поверхность и осматривают ее. При обнаружении механических повреждений или невозможности удаления загрязнений и, учитывая качество полученной распечатки, принимают решение о необходимости его замены.

8. Наносят тонкий слой электропроводящей смазки на левый (черный) бушинг и тонкий слой смазки на правый (белый) бушинг. Устанавливают вал первичного заряда на место.

Очистка и установка фотобарабана

Предупреждение. При выполнении операции исключают попа-

дание яркого света на светочувствительный слой фотобарабана.

1. При необходимости с помощью пылесоса и кисти очищают пластмассовую шестерню фотобарабана и хвостовик его привода от тонера и загрязнений. При очистке фотобарабан удерживают через безворсовую салфетку и не допускают прикосновения к светочувствительному слою барабана руками или насадкой пылесоса.

2. Удерживают фотобарабан за шестерню и аккуратно, без сильного нажима протирают его поверхность безворсовой салфеткой. Осматривают фотобарабан, обращая внимание на механические повреждения и износ светочувствительного слоя. При обнаружении механических повреждений или повышенного износа и, учитывая качество распечатки, полученной перед заправкой, производят замену фотобарабана. При замене фотобарабана обязательно заменить и чистящее лезвие.

3. Для исключения повреждения поверхности фотобарабана и чистящего лезвия, при первом проворачивании после заправки, припудривают тальком или тонером его рабочую поверхность по длине полоской шириной 15...20 мм.

4. Наносят тонкий слой смазки на пластмассовую ось фотобарабана в зоне контакта с посадочным отверстием, расположенным в корпусе, и устанавливают фотобарабан на место в порядке, обратном снятию. Припудренную полосу располагают по чистящему лезвию. Большая часть полосы (ориентировочно 3/4 от ширины) должна быть расположена до чистящего лезвия по ходу вращения фотобарабана при работе.

5. Наносят тонкий слой электропроводящей смазки на металлическую ось фотобарабана в зоне контакта с контактной пластиной, расположенной в его корпусе, и устанавливают ось на место.

6. Прокручивают фотобарабан на 2-3 оборота, проворачивая хвостовик его привода по направлению вращения при работе. При вращении чистящее лезвие очищает барабан от присыпки. Усилие вращения барабана должно быть равномерно, заедания при вращении фотобарабана недопустимы. При первом прокручивании фотобарабана необходимо следить за чистящим лезвием и не допускать его заворота. Резкое увеличение усилия, необходимое для прокрутки фотобарабана, свидетельствует о начале заворота полиуретана чистящего лезвия, что указывает на плохое припудривание рабочей поверхности, или на неправильное расположение припудренной полосы относительно чистящего лезвия при установке фотобарабана. Для устранения дефекта повторяют операции 3-6.

7. При необходимости протирают внешнюю поверхность первой половины картриджа и для исключения засветки фотобарабана помещают эту половину в темное место.

Разборка и очистка второй половины картриджа

Боковые крышки второй половины картриджа закреплены пластмассовыми заклепками, оплавленными после сборки. При разборке картриджа оплавленную часть пластмассовых заклепок срезают острым узким ножом (скальпелем) по внешнему уровню поверхности боковых крышек. При сборке картриджа вместо заклепок применяют саморезы с плоской головкой и длиной резьбовой части около 5 мм в количестве 4 шт., сверло диаметром ориентировочно 2/3 от диаметра самореза и шуруповерт.

Перед очисткой обращают внимание на равномерность покрытия тонером оболочки магнитного вала. Колебательными движениями равномерно распределяют в бункере остатки тонера и проворачивают шестерню привода магнитного

вала по направлению его рабочего вращения на 2-3 оборота. Тонер должен равномерно покрывать рабочую поверхность оболочки. Типовыми дефектами являются неравномерность слоя тонера — наплывы, проплешины и кольцевые канавки. Наплывы свидетельствуют о деформации дозирующего лезвия. Канавки обычно возникают, если под дозирующее лезвие попадает мусор (крупные частицы тонера) или имеют место повреждения оболочки магнитного вала в виде кольцевых канавок. Проплешины появляются при износе оболочки магнитного вала, деформации дозирующего лезвия или при почти полной выработке тонера.

Приведем порядок разборки второй половины картриджа:

1. Располагают вторую половину картриджа магнитным валом к себе дозирующим лезвием вверх (шестерня привода магнитного вала расположена с левой стороны).

2. С правой стороны удаляют оплавленную часть двух пластмассовых заклепок (1 на рис. 7) крепления правой боковой крышки (2).

3. По центру заклепок (1) сверлят отверстия глубиной 5,5...6,5 мм под саморезы крепления боковой крышки, устанавливаемые при сборке картриджа. Заклепку (2) рассверливают на глубину около 1,5 мм сверлом диаметром 4,0 мм.

4. Последовательно вставляют плоскую отвертку между боковой крышкой и корпусом в районе заклепок и снимают боковую крышку с картриджа.

5. Располагают вторую половину картриджа магнитным валом вверх, дозирующим лезвием к себе и фиксируют ее в таком положении. Одним из вариантов фиксации может быть пластмассовая пластина (1 на рис. 8), вставленная в пазы (2), расположенные на выступе для извлечения картриджа с устройства.

6. Запоминают местоположение магнитного вала (3). С левой сто-

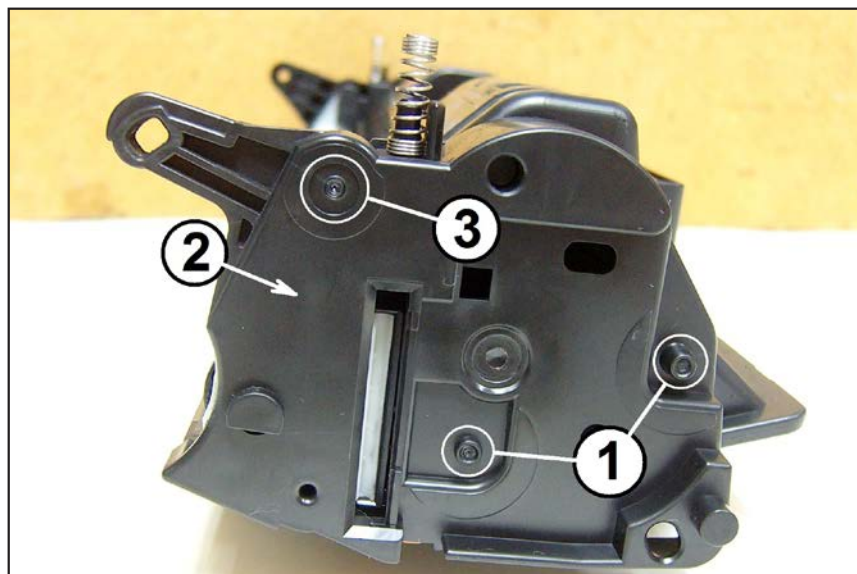


Рис. 7

роны снимают пластину (4) крепления магнитного вала и черную дистанционную втулку (5). Перемещают магнитный вал влево, вынимают правую сторону вала с правой пластины (6) и снимают вал с картриджа. С правой стороны снимают с картриджа белую дистанционную втулку (7) и шестерню (8) привода магнитного вала.

7. Откручивают два самореза (1 и 2 на рис. 9) крепления дозирующего лезвия и снимают с корпуса заправочного бункера пластмассовые накладки (3 и 4), предварительно запомнив их расположение. Далее снимают дозирующее лезвие (5). При снятии дозирующее лезвие удерживают только за ме-

таллическое основание и перемещают параллельно корпусу бункера, что необходимо для исключения повреждений пластмассовых ориентирующих выступов, расположенных возле саморезов крепления дозирующего лезвия.

8. Высыпают остатки тонера из заправочного бункера в бумажный лоток или полиэтиленовый пакет и пылесосом тщательно очищают заправочный бункер, магнитные уплотнители вала, а также уплотнитель дозирующего лезвия, расположенный под ним. При очистке исключают прикосновения насадкой пылесоса к уплотняющему лезвию и к уплотнителю дозирующего лезвия. При необходимости очи-



Рис. 8

щают корпус второй половины картриджа.

9. Очищают от загрязнений правую боковую крышку и пластину (1 на рис. 10) от старой электропроводящей смазки.

Примечание. При сильном загрязнении шестерен редуктора и невозможности их очистки выполняют разборку редуктора.

Разборка редуктора

1. Располагают вторую половину картриджа редуктором к себе. Удаляют оплавленную часть трех пластмассовых заклепок (1 и 2 на рис. 11) крепления крышки (3) редуктора.

2. По центру заклепок (1) сверлят отверстия глубиной 5,5...6,5 мм под саморезы крепления крышки при сборке картриджа. Заклепку (2) рассверливают на глубину около 1,5 мм сверлом диаметром 4,0 мм.

3. Последовательно вставляют плоскую отвертку между крышкой редуктора и корпусом в районе заклепок и снимают крышку редуктора с картриджа.

4. Снимают с картриджа шестерни редуктора и пластину крепления магнитного вала, предварительно запомнив их местоположение (рис. 12). Шестерню привода активатора тонера (1 на рис. 12) очищают от загрязнений без демонтажа.

5. Очищают пластину, шестерни и оси вращения шестерен от загрязнений. Наносят тонкий слой смазки для пластика на зубья и оси шестерен. Устанавливают шестерни на место в порядке, обратном снятию.

6. Очищают крышку редуктора от загрязнений, устанавливают ее на место и закручивают два самореза крепления в ранее просверленные отверстия (1 на рис. 11).

Очистка магнитного вала

Предупреждение. При выполнении операций не допускают при-



Рис. 9

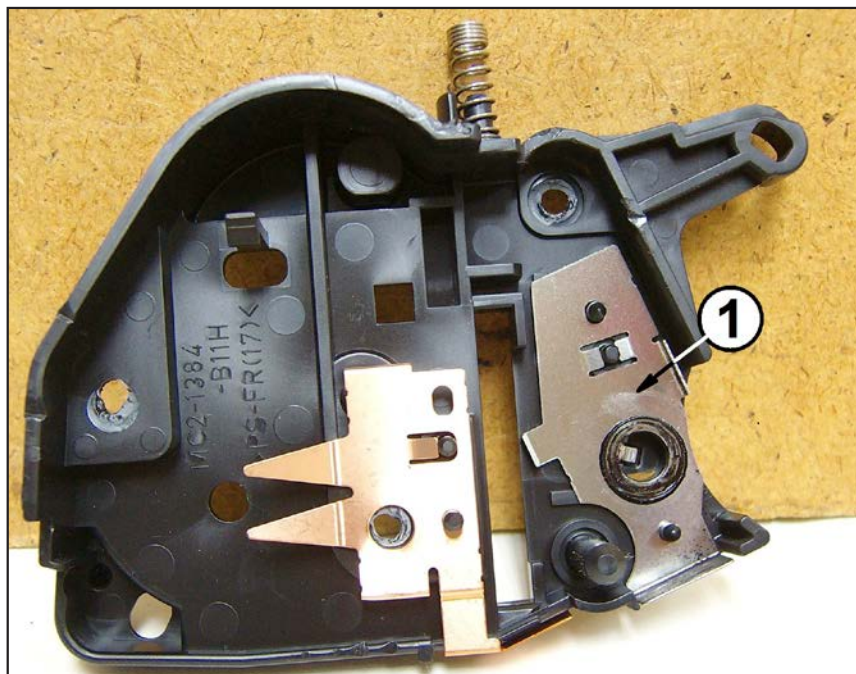


Рис. 10

косновений к рабочей поверхности оболочки магнитного вала. Оболочку магнитного вала допускается удерживать руками за участки не рабочей поверхности.

1. Очищают пылесосом оболочку магнитного вала, дистанционные втулки и шестерню привода от тонера и загрязнений.

2. Очищают контактную пружину, расположенную на торце магнитного вала, и протирают оболочку магнитного вала безворсовой салфеткой. В случае обнаружения налипшего тонера на оболочке магнитного вала для его удаления возможно применение ацетона.

3. Осматривают оболочку магнитного вала. При выявлении дефектов и учитывая качество покры-

тия тонером оболочки магнитного вала перед очисткой, а также качество распечатки, полученной перед заправкой, производят замену оболочки магнитного вала в следующей последовательности:

- удерживают оболочку (1 на рис. 13) магнитного вала, нажимают на выступающую часть сердечника со стороны шестерни привода и выталкивают распорную втулку (2) в сборе с контактной пружиной (3) из оболочки магнитного вала. При снятии втулки не допускают деформации контактной пружины;
- вынимают из оболочки магнитный сердечник (4) и при необходимости очищают его от загрязнений;

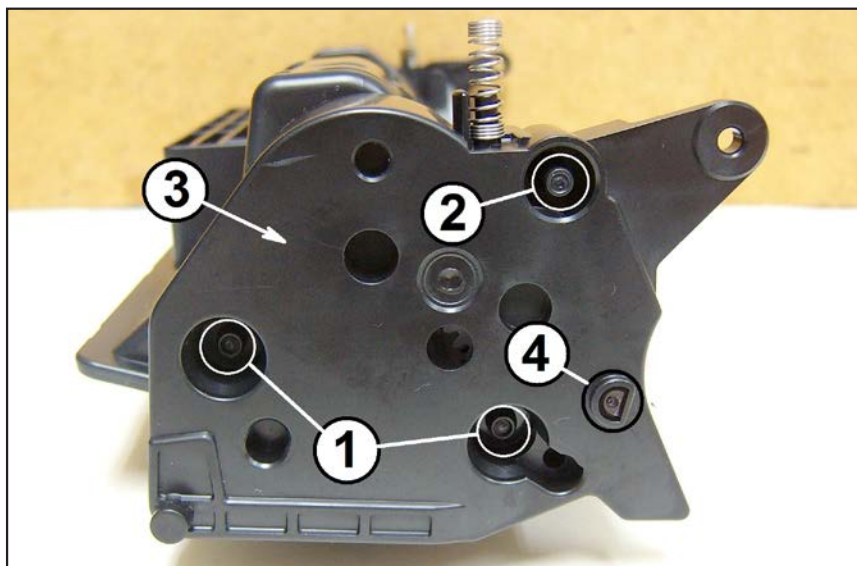


Рис. 11

- очищают распорную втулку и контактную пружину от загрязнений и старой электропроводящей смазки;
- наносят тонкий слой смазки на хвостовики магнитного сердечника в местах посадки на него оболочки магнитного вала и распорной втулки;
- последовательно вставляют сердечник в новую оболочку и устанавливают на место распорную втулку.

При установке распорной втулки, для предотвращения повреждения пружины, желательно использовать оправку. В качестве оправки используют втулку длиной 10...15 мм с внутренним диаметром 11 мм или подшипник качения, имеющий диаметр внутреннего кольца 11 мм.

Заправка тонером и сборка второй половины картриджа

Примечание. Заправку картриджа выполняют через зазор между уплотняющим и дозирующим лезвиями магнитного вала.

1. При необходимости очищают уплотнитель дозирующего лезвия от тонера безворсовой салфеткой,

смоченной изопропиловым спиртом. Последовательно устанавливают на место дозирующее лезвие, правую и левую пластмассовые накладки и закручивают саморезы крепления дозирующего лезвия.

При установке не допускают повреждения дозирующего и уплотняющего лезвий, а также ориентирующих выступов.

2. Устанавливают активатор тонера в заправочном бункере на максимальном удалении от дозирующего лезвия. Для установки поворачивают шестерни редуктора по направлению рабочего вращения.

3. Интенсивно встряхивают банку с тонером и устанавливают на нее приспособление для засыпки тонера, описанное в начале статьи.

4. Располагают половину картриджа зазором между дозирующим и уплотняющим лезвиями магнитного вала вверх и при желании, для удобства выполнения заправки, фиксируют ее любым способом, например, с помощью пластины (см. выше). Аккуратно засыпают тонер через зазор в заправочный бункер, равномерно распределяя его по длине зазора.

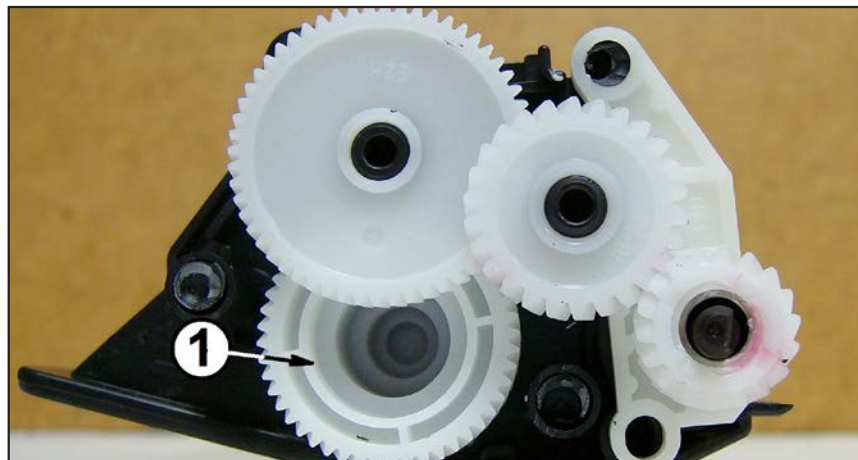


Рис. 12

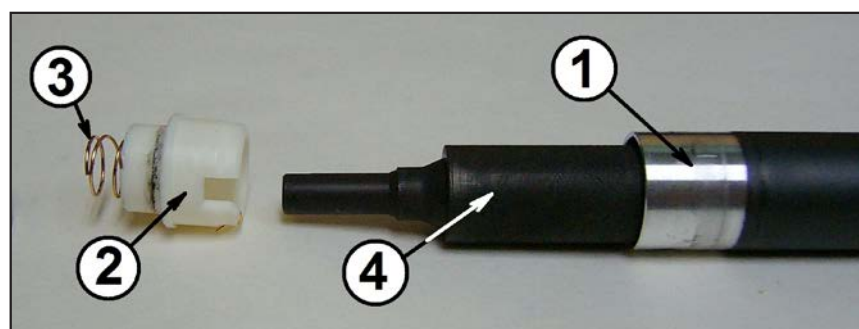


Рис. 13

5. Устанавливают на место шестерню привода магнитного вала, черный бушинг и магнитный вал в порядке, обратном снятию. Проверяют совпадение профиля отверстия (4 на рис. 11) на крышке редуктора с профилем торца сердечника магнитного вала. При совпадении профиля сердечник магнитного вала садится в отверстие крышки и фиксируется от проворачивания. Устанавливают на место пластину крепления магнитного вала, боковую крышку и закручивают два самореза крепления крышки в ранее просверленные отверстия (1 на рис. 7).

Заключительные операции по заправке

1. Проворачивают шестерню привода магнитного вала по направлению его вращения при работе на 2-3 оборота. Покрытие тонером оболочки магнитного вала должно быть равномерным.

2. Соединяют половинки картриджа и, удерживая их, совмещают от-

верстия штифтов, устанавливают штифты и проверяют фиксацию половинок картриджа между собой.

3. Располагают картридж горизонтально и, вращая хвостовик привода фотобарабана, прокручивают его на 1-2 оборота по направлению вращения при работе. Заедания при вращении барабана недопустимы.

4. Устанавливают на место шторку фотобарабана в порядке, обратном ее снятию. При установке обращают внимание на правильность установки возвратной пружины и проверяют работу шторки. При принудительном открытии под воздействием пружины шторка должна легко возвращаться в закрытое положение. При необходимости протирают внешнюю поверхность картриджа салфеткой или очищают пылесосом.

5. При необходимости в информации о состоянии расходных материалов выполняют замену чипа. Новый чип устанавливают на термоленты.

Устанавливают картридж в устройство и распечатывают пробную страницу (или встроенный тест). Визуально проверяют качество полученной распечатки.

При выполнении всех операций, для исключения возможных повреждений элементов картриджа, необходимо соблюдать осторожность и не применять чрезмерную физическую силу.

Литература

1. Печеровый В.В. Методика заправки картриджей hp CB540A, CB541A, CB542A, CB543A. Ремонт & Сервис. № 11, 2010, с. 39-50.

2. Печеровый В.В. Методика заправки картриджа EP-27 для принтеров и МФУ CANON. Ремонт & Сервис. № 10, 2009, с. 36-44.

3. Печеровый В.В. Методика заправки картриджа hp4129X(часть 1)» Ремонт & Сервис. № 1, 2010, с. 40-44.

4. Печеровый В.В. Методика заправки картриджа hp Q2613A/X». Ремонт & Сервис. №5, 2010, с. 34-42.

Издательство «СОЛОН-ПРЕСС» представляет

В книге рассмотрены популярные модели современных ЭЛТ и ЖК мониторов известных производителей: Daewoo, LG Electronics, Philips, Rolsen, Rover, Samsung Electronics и ViewSonic.

По каждой модели приводятся принципиальная схема, подробное описание работы всех ее составных частей и, конечно, типовые неисправности и методика их поиска и устранения.

Кроме того, по нескольким моделям приведена методика регулировки узлов, которая необходима после их ремонта.

В приложении приводится описание SoftJig - программно-аппаратного комплекса, предназначенного для регулировки основных параметров мониторов. Кроме того, приводятся инженерные меню некоторых моделей мониторов и ремонт наиболее распространенных моделей инверторов, используемых для питания ламп подсветки ЖК панелей.

Книга предназначена для специалистов, занимающихся ремонтом оргтехники, а также для радиолюбителей и обычных пользователей, интересующихся этой темой.

Цена наложенным платежом — 360 руб.

Как купить книгу

Заказ оформляется одним из двух способов:

1. Пошлите открытку или письмо по адресу: 123001, Москва, а/я 82.
2. Оформите заказ на сайте www.solon-press.ru в разделе «Книга-почтой» или «Интернет-магазин». Бесплатно высылается каталог издательства по почте.

При оформлении заказа полностью укажите адрес, фамилию, имя и отчество получателя. Желательно указать дополнительно телефон и адрес электронной почты. С полным перечнем и описанием книг можно ознакомиться на сайте www.solon-press.ru

Телефон: 8 (495) 617-39-64, 8 (495) 617-39-65.

Цены для оплаты по почте наложенным платежом действительны до 31.07.2015.



Василий Федоров (г. Липецк)

PCI-плата «ТТ budget S-1401» — цифровой спутниковый ТВ ресивер

Копирование, тиражирование и размещение данных материалов на Web-сайтах без письменного разрешения редакции преследуется в административном и уголовном порядке в соответствии с Законом РФ.



Цифровая PCI-плата «ТТ-budget S-1401» фирмы Technotrend представляет собой СТВ ресивер стандарта DVB-S и предназначена для применения в персональных IBM-совместимых компьютерах.

«ТТ-budget S-1401» позволяет принимать открытые FTA ТВ и РВ программы, а также программы, скремблированные в различных системах криптографии как со стандартным (SD), так и с высоким (HD) разрешением. Также карта предназначена для доступа к спутниковому Интернету.

Автор приводит принципиальную электрическую схему карты, которая раньше нигде не публиковалась, а также методику ремонта этого устройства.

Основные характеристики

PCI-карта «ТТ-budget S-1401» (далее «S-1401», внешний вид показан на рис. 1) используется для приема цифровых ТВ и РВ программ, передаваемых в стандарте DVB-S [1] в SD- и HD-качестве, а также для доступа к высокоскоростному СТВ Интернету. Карта обеспечивает преобразование входного сигнала DVB-S диапазона 950...2150 МГц (L-диапазон) в сигнал транспортного потока TS (Transport Stream) и, далее, с помощью ИМС скалера — в сигнал шины PCI. Карта устанавливается в PCI-слот IBM-совместимого компьютера, который обеспечивает дальнейшую программную обработку высокоскоростного потока данных (до 72 Мбит/с) — демультимплексирование, дескремблирование, декодирование сигналов, сжатых по стандартам MPEG-2/MPEG-4, извлечение сетевых пакетов данных и т.д.

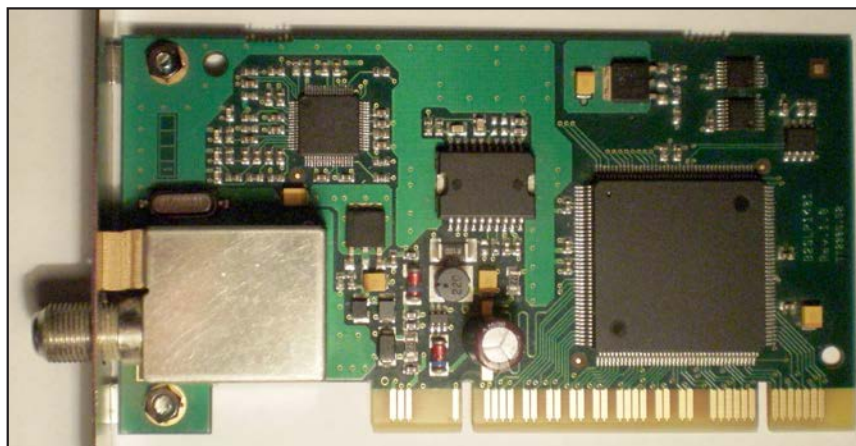


Рис. 1. Внешний вид PCI-карты «ТТ-budget S-1401»

«S-1401» является оптимальным решением для построения высокоскоростных серверов доступа, приема спутникового ТВ. Доступно программное обеспечение (ПО) для работы под управлением ОС Windows 98SE/Me/2000/XP. Карту можно использовать совместно с программами просмотра ТВ ProgDVB, MyTheatre и т.д. С помощью компьютера можно записать ТВ и РВ программы на жесткий диск (HDD).

Карта может выполнять функции абонентского терминала и помимо приема открытых программ обеспечивать прием кодированных программ по какой-либо системе скремблирования (к примеру, CONAX, NAGRAVISION и т.д.). Для этого программа обработки TS-потока, запускаемая на компьютере для просмотра принимаемой программы, содержит программный модуль дескремблера, а компьютер оснащается аппаратным интерфейсом карт-ридера стандарта ISO-7816, в который устанавливаются активированная и оплаченная карта спутникового провайдера.

Для работы карты требуются следующие ресурсы (минимальные требования к аппаратной части компьютера):

- центральный процессор PENTIUM III 1 ГГц;
- PCI-мост, совместимый со спецификацией PCI 2.2;
- оперативная память 256 Мбайт;
- видеокарта с разрешением 800x600 (16 цветов);
- аналоговый аудиовыход.

Программные ресурсы:

- ОС Windows 98/2000/XP;
- DirectX 8.0;
- PHILIPS DVB/BDA Drivers;
- MPEG-2 TS Splitter (Ravisent и т.п.);
- MPEG-2 Decoder (XingDVD Player и т.п.).

Структурная схема

Структурная схема цифровой PCI-карты «S-1401» показана на рис. 2. На вход карты от понижающего конвертора подается сигнал DVB-S в диапазоне 950...2150 МГц с уровнем $-70 \dots -15$ дБм. Прием программ возможен в режимах MCPC (множество программ на одной несущей) и SCPC (одна про-

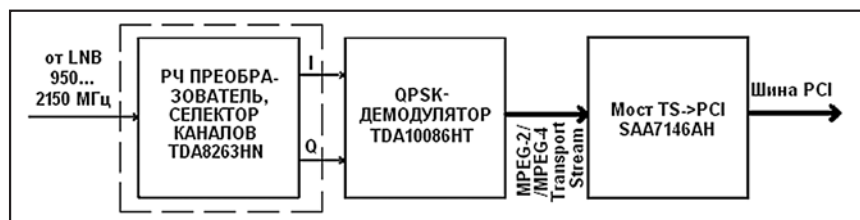


Рис. 2. Структурная схема цифровой PCI-карты «S-1401»

грамма на одной несущей) с произвольной скоростью 1...45 Мбит/с. Входной F-разъем имеет импеданс 75 Ом. Входной РЧ преобразователь и селектор каналов TDA8263HN фирмы NXP обеспечивает настройку карты на несущую частоту требуемого канала. Дополнительно ИМС осуществляет перенос входного сигнала на нулевую

ПЧ, а также выделяет из него I- и Q- составляющие.

Поляризация принимаемого картой сигнала изменяется путем инжекции в кабель снижения внешнего конвертора постоянного напряжения 13,5 или 18 В с максимальным током нагрузки 400 мА, которым он питается. Это напряжение контролирует ИМС

LNBP21PD (на рис. 2 не показана). Поддиапазоны Ки-диапазона переключаются путем подачи в кабель снижения синусоидального немодулированного сигнала частотой 22 кГц и амплитудой около 0,6 В, формируемого этой же ИМС. Внешние дополнительные устройства (поворотные механизмы, переключатели конверторов) управляются путем инжекции в кабель снижения команд, сформированных по протоколам DiSEqC 1.0, 1.1.

Сигналы I- и Q-составляющих с выхода TDA8263HN поступают на ИМС QPSK- демодулятора TDA10086HT (PHILIPS). Демодулятор осуществляет стандартное

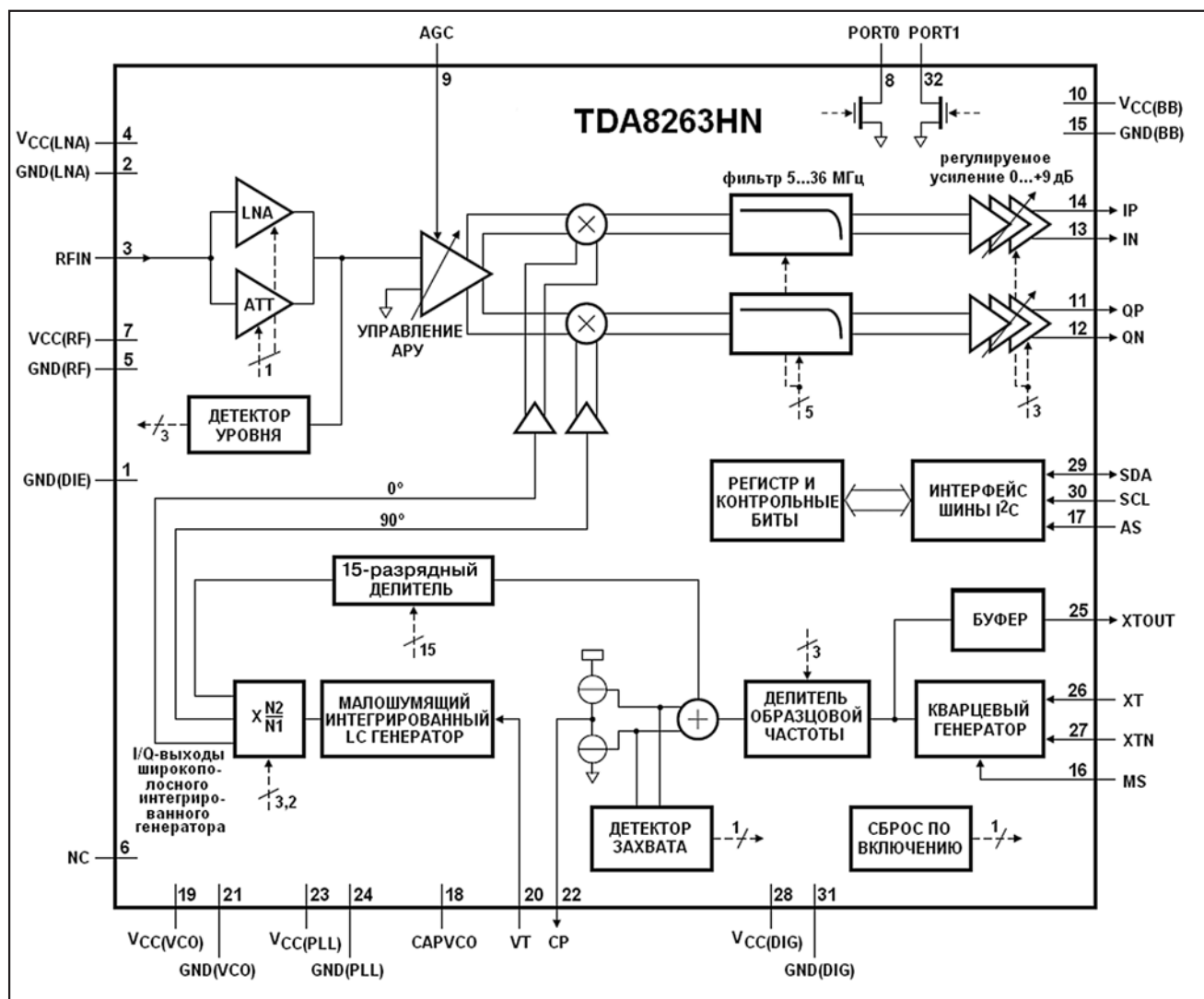


Рис. 3. Структурная схема ИМС TDA8263HN

преобразование сигналов DVB-S в сигналы TS.

Пакеты TS могут содержать мультиплексированные потоки MPEG2 согласно спецификации ISO/IEC 13818-1, пакеты DVB-видео/аудио согласно спецификациям ISO/IEC 13818-2/-3, данные DVB в стандарте ETSI EN 301 192, а также MPE, пайпинг, потоковые, циклические данные и циклические объекты информации.

Поток TS асинхронен по отношению к сигналам шины PCI, поэтому для ввода потока в компьютер используется ИМС моста «TS-PCI» SAA7146AH (PHILIPS). Порты видеосигналов этой ИМС с внутренними буферами включены для передачи TS-потока в буфер, организованный в основной ОЗУ компьютера. ИМС SAA7146AH контролирует ИМС РЧ преобразователя, QPSK-демодулятора и управления понижающим конвертором по интерфейсу I²C. Звуковой интерфейс ИМС в данной карте не используется.

ИМС РЧ преобразователя TDA8263HN

ИМС TDA8263HN была анонсирована в 2004 году и предназначена для работы в цифровых ресиверах, принимающих ТВ программы в стандартах DVB-S и DVB-DSNG. ИМС обеспечивает выбор требуемого канала и РЧ преобразование входного сигнала в сигналы I- и Q-составляющих методом прямого преобразования сигналов QPSK и 8-PSK на нулевой частоте (ZIF). Демодуляция 8-PSK созвездия несущих и высокие электрические характеристики ИМС позволяют применять ее для преобразования цифровых сигналов стандарта DVB-S2. ИМС имеет следующие основные характеристики:

- напряжение питания 3,3 В (не требуется напряжение 30 В для питания управляющих элементов);
- диапазон входных частот 950...2175 МГц;

- широкий диапазон уровней входного сигнала –70...–15 дБм при $R_{вх}=75$ Ом (нормальный режим) и увеличенный до 0 дБм (ослабление на 20 дБ);
- встроенный малошумящий входной усилитель LNA (Low Noise Amplifier);
- регулируемое усиление по входу РЧ в диапазоне 0...55 дБ;
- датчик уровня входного сигнала РЧ;
- линейная схема АРУ (<0,7 дБ/шаг), управляющее напряжение АРУ в диапазоне 0,3...3 В;
- программируемые в диапазоне 5...36 МГц выходные полосовые фильтры 5-го порядка для каналов I и Q;
- интегрированный синтезатор частоты с ФАПЧ (PLL) для гетеродина;
- режимы синхронизации от внешнего генератора или кварцевого резонатора 16 МГц;
- пять частот сравнения петли ФАПЧ в диапазоне 0,125...2 МГц;
- совместимость с 5- и 3,3-вольтовой шиной I²C;
- полная совместимость и легкое подключение к любому семейству QPSK, 8-PSK демодуляторов;
- эргономичный 32-выводный корпус HVQFN32.

ИМС TDA8263HN представляет собой ядро аналоговой части РЧ преобразователя цифрового спутникового ресивера, структурная схема ИМС приведена на рис. 3. Сигнал, приходящий с внешнего конвертора LNB, подается на вход РЧ RFIN. Внутренняя схема представляет собой квадратурный частотный преобразователь с нулевой ПЧ. На выходе преобразователя получают два дифференциальных синфазных (IP/IF), а также два квадратурных (QP/QN) выходных сигнала. Они могут непосредственно использоваться для того, чтобы загрузить цифровым потоком схему спутникового демодулятора и схему декодера SDD (Satellite Demodulator and Decoder).

Частота среза фильтра нижних частот может быть изменена в диапазоне от 5 до 36 МГц в 32 шага. Это позволяет получить большую гибкость на входе SDD. У выходного усилителя имеются 10 коэффициентов усиления для регулирования компенсации частоты среза ФНЧ и при использовании недифференциального выхода.

Усиление входного регулируемого усилителя ИМС перед смесителем управляется через вывод AGC. Детектор уровня входного сигнала работает в широком диапазоне входных уровней РЧ сигнала. Его значение доступно для получения через шину I²C в режиме чтения.

Внутренний преобразователь работает совместно с интегрированным ГУН для покрытия всего диапазона входных частот преобразователя от 950 до 2175 МГц. ГУН формирует синфазный и квадратурный сигналы, которые подаются на два смесителя, на вторые входы которых подается входной сигнал.

ИМС также может синхронизироваться от внешнего источника образцовой частоты, приходящей от схемы SDD.

Общее усиление РЧ преобразователя осуществляется шестью усилителями с фиксированными и переменными коэффициентами усиления. Входной сигнал с помощью LNA и аттенюатора можно фиксировано изменять (–8, 0, 12 дБ), усилитель с АРУ вносит изменение уровня в пределах –37... 24 дБ. Компенсирующие усилители каналов I и Q после смесителей усиливают сигналы на 10,2 дБ. На выходе каналов включены усилители со ступенчатого регулируемым в диапазоне 0...+9 дБ коэффициентом усиления и по два компенсирующих усилителя с коэффициентами усиления 10,2 дБ.

ИМС TDA8263HN контролируется по интерфейсу I²C, 3,3- или 5-вольтовому. Он функционирует на рабочих частотах до 400 кГц в

режиме fast mode. У ИМС имеется четыре управляющих адреса, которые выбираются установкой постоянного напряжения на входе AS (Adress Select). Данная функция предназначена для использования управления несколькими ИМС в мультипрограммных применениях.

ИМС BPSK/QPSK-демодулятора TDA10086HT

ИМС TDA10086HT является последним канальным DVB-S/DSS QPSK-демодулятором фирмы PHILIPS и была разработана ею в 2002 году. Прототипом данной ИМС стала TDA10085HT. При этом обе схемы выпускались в 64-выводных корпусах TQFP, а назначение

их выводов полностью совпадает. Практически единственным отличием TDA10086HT является использование входного сдвоенного 8-битного Flash-АЦП, преобразующего входные сигналы I и Q в цифровой вид (у TDA10085HT используются 6-битные АЦП). Данное решение позволило существенно увеличить качество приема сигналов с низкой скоростью цифрового потока.

ИМС помимо сдвоенного АЦП имеет на своем кристалле когерентный BPSK/QPSK- демодулятор потоков широкого диапазона скоростей передачи и блок, выполняющий функции исправления ошибок, возникающих при передаче. Вход АЦП подключается непосредственно к РЧ преобразователю,

формирующему сигналы I и Q. Схема АЦП работает при частоте выборки до 100 МГц и может обработать входной сигнал в широком диапазоне скоростей потока. Принимаемый сигнал может иметь скорость до 45 МБод. После аналого-цифрового преобразования (рис. 4) осуществляется цифровая фильтрация сигнала с помощью банка каскадных фильтров, а также фильтра побочных полос и фильтров Найквиста. Аналоговый сигнал АРУ формируется для оценки амплитуды принимаемого сигнала и поддержки его на постоянном уровне на входе АЦП.

Восстановление тактовых импульсов производится на удвоенной скорости передачи и достига-

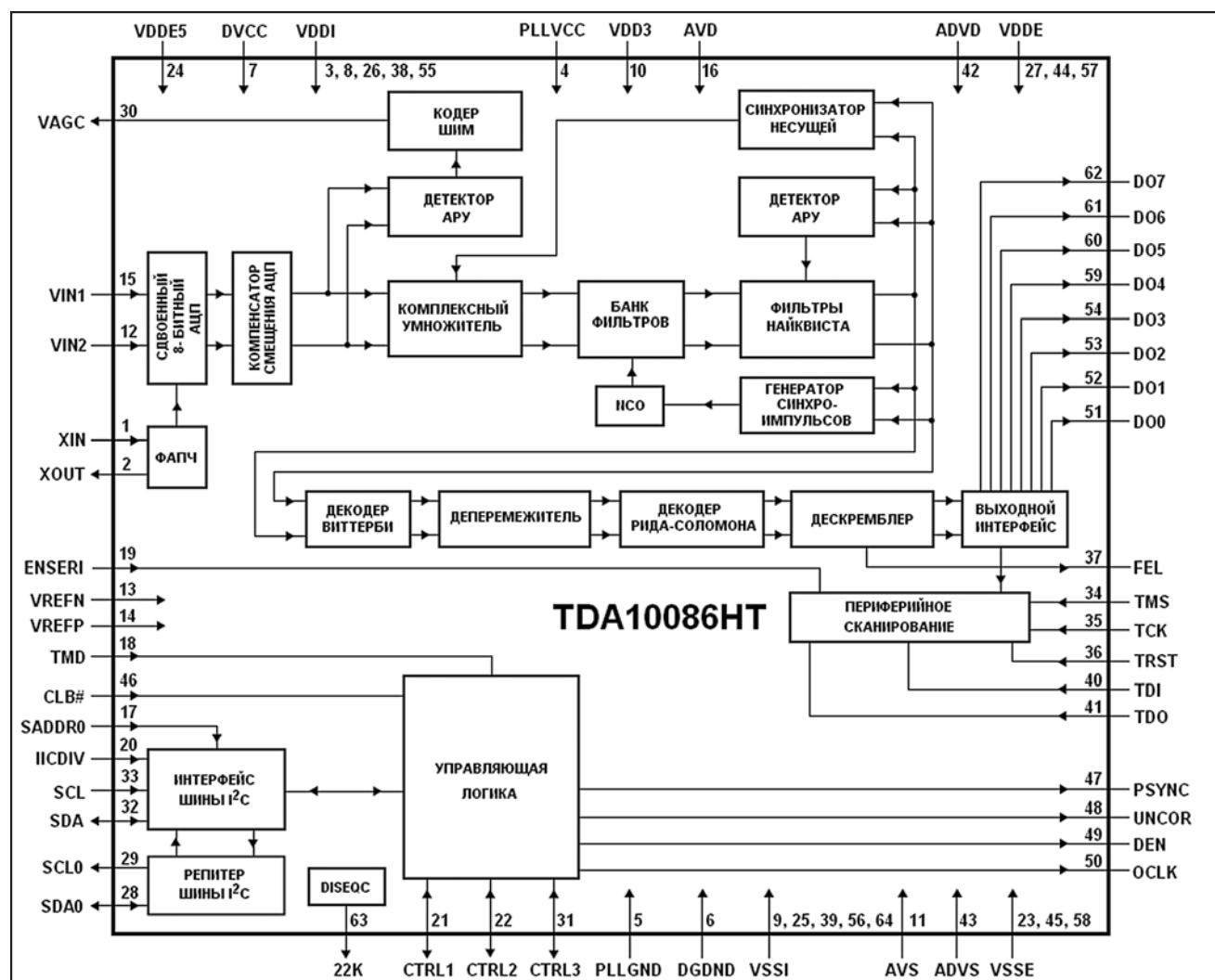


Рис. 4. Структурная схема ИМС SAA7146A

ется путем когерентной демодуляции без использования обратной связи с гетеродином РЧ преобразователя. Обнаружение и коррекция ошибок производится включенными каскадно декодерами Виттерби (внутреннее кодирование) и Рида-Соломона (внешнее кодирование).

ИМС управляется по интерфейсу I²C. Через репитер можно передавать сигналы шины на ИМС РЧ модулятора, включая ИМС каскадно. Кроме того, для управления внешними устройствами (позиционеры, коммутаторы конверторов и т.д.), имеются аппаратные средства поддержки протоколов DiSEqC 1.x с контролем через интерфейс I²C. Линия прерывания может быть запрограммирована на активизацию по факту аппаратного сообщения от узлов ИМС, для индикации их функционирования.

Шина PCI

В 1991 году фирмой INTEL была предложена макетная реализация

шины PCI (Peripheral Component Interconnect), первая версия которой была стандартизирована в 1992 году. Первая версия работала на тактовой частоте 33 МГц и имела разрядность 32 или 64 бита. Устройства, имеющие данную шину, могли работать с сигналами уровня 5 В или 3,3 В. Теоретическая пропускная способность шины составляла 133 Мбайт/с, однако практически она не превышала 80 Мбайт/с. Описываемый в статье приемник функционирует совместно с шиной более поздней спецификации версии 2.2, работающей на тактовой частоте 66 МГц.

Для уменьшения числа контактов в шине PCI было применено мультиплексирование шин адреса и данных (передача по одним и тем же линиям в разные моменты времени). Шина поддерживает несколько арбитров шины (Multiply Bus Master), при этом при передаче данных поддерживается их кодирование и блочная передача. Шина PCI поддерживает автомати-

ческое определение и конфигурирование плат расширения (Plug-n-Play). Спецификация PCI позволяет создавать на одной плате многофункциональные устройства с числом функций до восьми.

Шина PCI 2.2 — версия базового стандарта шины, допускающая подключение карт расширения с уровнями сигналов как 3,3, так и 5 В. 32-разрядные версии этих стандартов являлись наиболее распространенным типом слотов на материнских платах. Позже их вытеснили 64-разрядные устройства. Сделанные в соответствии с этими стандартами карты расширения имеют универсальный разъем. Они способны работать практически во всех более поздних разновидностях слотов шины PCI.

Мультимедийный SPCI-мост SAA7146A

ИМС SAA7146A анонсирована в апреле 1998 года и представляет собой мультимедийный мост-скалер PCI для ввода видеоизо-

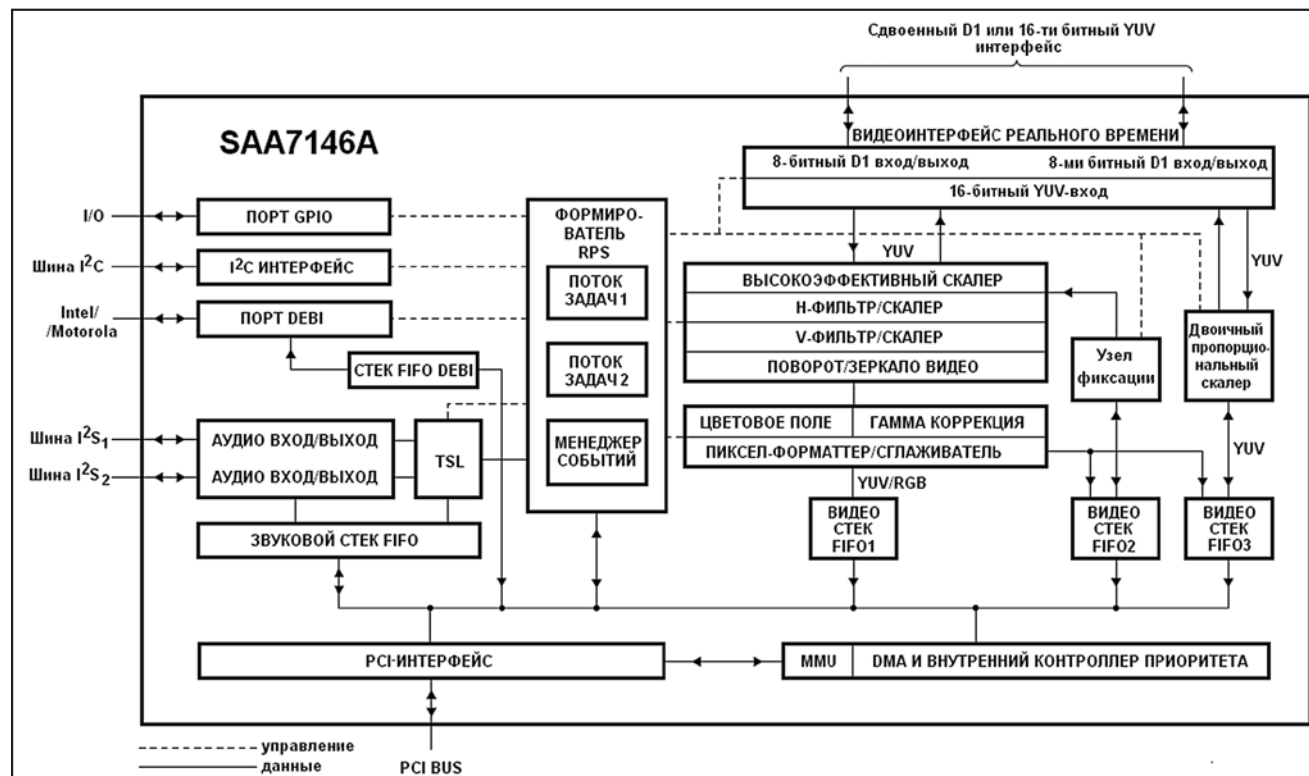


Рис. 5. Структурная схема ИМС SAA7146A

бражений со звуковым сопровождением в компьютерные системы с шиной PCI. ИМС содержит несколько входов, позволяющих связать разнообразные ИМС с шиной PCI. Источником сигнала могут быть аналоговые или цифровые ТВ программы наземного вещания, цифровые СТВ программы, аналоговые сигналы DVD плееров и рекордеров. На рис. 5 показана функциональная блок-схема ИМС, ее основные узлы и порты интерфейсов.

Сдвоенный интерфейс D1 может быть связан с ИМС цифрового декодера (например, SAA7110 или SAA7111A) и ИМС цифрового кодера (например, SAA7185B), видеокодеками сжатия изображения или с совместимым с D1 интерфейсом. Интерфейс поддерживает двунаправленную дуплексную связь по двум полным каналам D1 (CCIR 656) с отдельными синхронизирующими линиями H/V. Частота тактового сигнала и удвоенного синхросигнала ввода последовательности пикселей может достигать 32 МГц. ИМС также поддерживает режим ввода в формате 16-битной параллельной шины YUV для связи с ИМС SAA7110.

Один из двух внутренних видеопроцессоров ИМС — двухмерный скалер HPS (High Performance Scaler). Передискретизация по горизонтали путем интерполяции производится с фазовой точностью как для увеличения, так и для уменьшения количества пикселей. По горизонтали процесс вычисления выполняется в двух функциональных блоках: децимация усреднением окна отсчетов (до 65 точек) и фазолинейная интерполяция. Вертикальная обработка для уменьшения пикселей использует усреднение окна (до 65 точек) или линейную двухточечную интерполяцию.

Скалер также поддерживает функции регулировки яркости, контрастности, насыщенности и «хромакей» (англ. chroma key — цвето-

вой ключ», технология совмещения двух и более изображений или кадров в одной композиции). На выход HPS сигнал может выводиться отформатированным в форматах RGB и YUV. Кроме того, выходной формат для изображений с низкой скоростью потока данных может реконфигурироваться в процессе вывода.

Второй канал обработки видеосигнала (в форматах YUV или 4: 2: 2) идет в обход HPS и соединяет видеоинтерфейс, работающий в реальном времени, с интерфейсом PCI. Он использует второй видеопроцессор — двоичный пропорциональный скалер BRS (Binary Ratio Scaler). Этот канал двунаправленный и имеет возможность преобразовать исходный видеосигнал (при частоте кадров 50 или 60 Гц) в форматы CIF (Common Interchange Format), QCIF (Quarter Common Interchange Format) или QuarterQCIF. Сигналы телетекста, VBI и измерительные строки видеосигнала могут передаваться в обход скалера, не обрабатываясь в каждом поле кадра.

Цифровой звуковой интерфейс I²S в составе ИМС SAA7146A поддерживает различные форматы входных потоков данных. Две независимые интерфейсные схемы управляют звуковыми отсчетами, приходящими кадрами размером до 2 x 128 битов (двунаправленный или однонаправленный вход/выход). К ИМС можно подключить до пяти источников сигнала, например, SAA7360, SAA7366 (АЦП) и SAA7350, SAA7351 (ЦАП).

Периферийный порт (интерфейс) данных DEBI (Data Expansion Bus Interface) позволяет получить 8- или 16-битный параллельный доступ для системной установки и программирования периферийных мультимедийных устройств, подключаемых к SAA7146A. Интерфейс также способен передавать сжатые данные MPEG/JPEG от периферийных ИМС на шину PCI. DEBI поддержи-

вает протоколы, совместимые с Intel (шина ISA) и Motorola (шина процессора 68000) с пиковой скоростью передачи данных до 23 Мбайт/с.

Шина I²C в составе SAA7146A предназначена для конфигурации и управления периферийными ИМС. Ими могут быть однокристалльные декодеры SAA7110 и SAA7111A, кодирующие устройства SAA7185B и SAA7187 или звуковые ИМС.

У интерфейса PCI в составе ИМС SAA7146A есть режимы чтения и записи как ведущее устройство. Интерфейс поддерживает виртуальную адресацию памяти для операционных систем, запускаемых в виртуальном страничном режиме. Интегрированный узел управления памятью MMU (Memory Management Unit) переводит линейную адресацию в физические адреса с помощью таблицы страниц системной памяти, используя программный драйвер. MMU поддерживает до 4 Мбайт виртуального адресного пространства на канал DMA.

SAA7146A может изменять свои программируемые установки, используя формирователь RPS (Register Programming Sequencer), который работает самостоятельно по программе, устанавливаемой пользователем. Менеджер событий формирователя определяет программу, которая управляет внутренними поддерживаемыми оперативными событиями. У SAA7146A есть два RPS-конвейера для того, чтобы оптимизировать управление потоками (например, передача MPEG-потока данных и оперативное масштабирование видеоданных).

ИМС выпускалась в 208-выводном корпусе SQFP.

Конструкция и принципиальная электрическая схема

Принципиальная электрическая схема PCI-карты «S-1401» показана

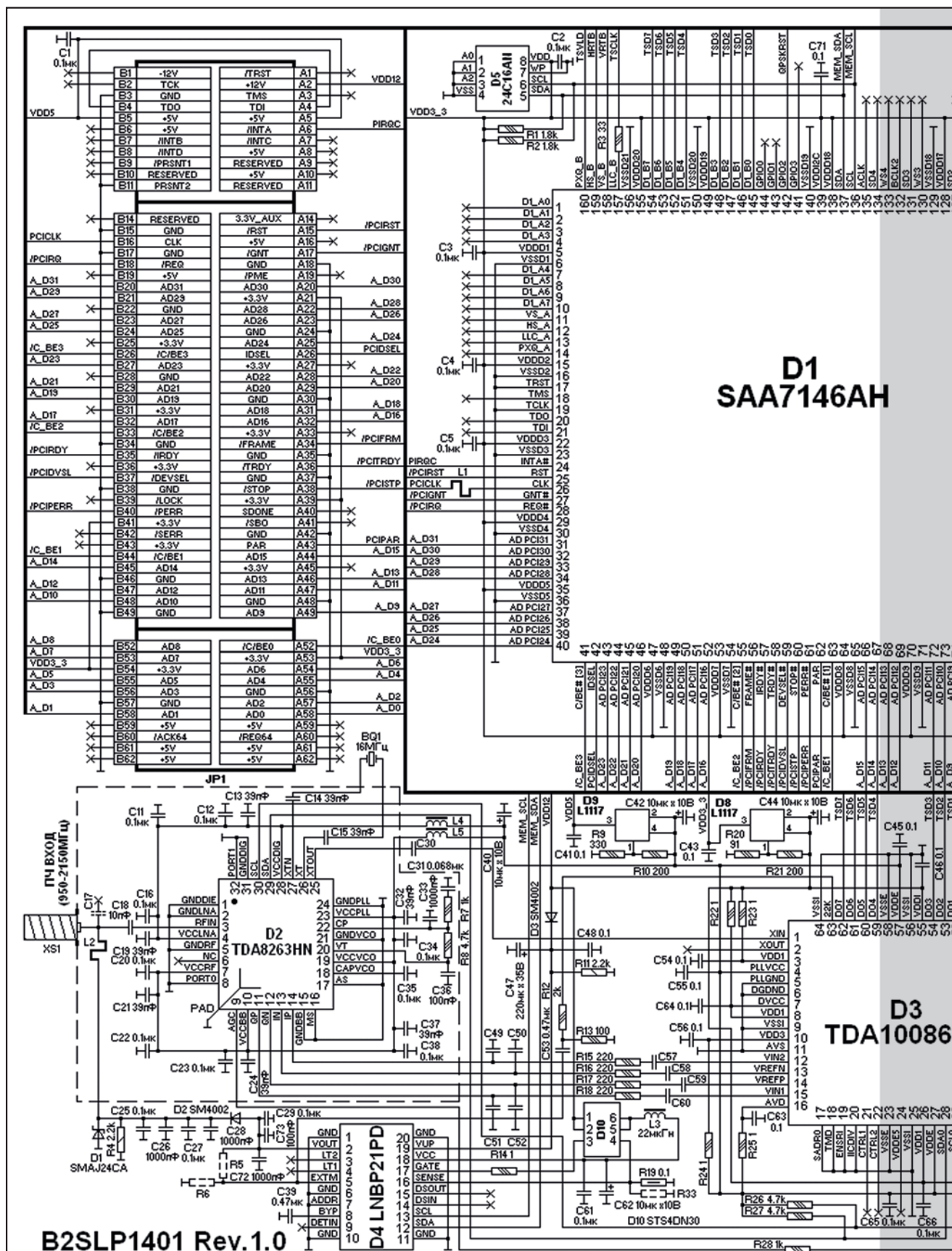


Рис. 6. Принципиальная электрическая схема

на на рис. 6. Поскольку на печатной плате отсутствуют позиционные обозначения элементов, на приведенной схеме они присвоены автором самостоятельно. Расположение элементов на плате показано на рис. 7.

Входные цепи ресивера собраны не в отдельном NIM-модуле, а на основной плате, что позволило снизить производственные расходы. Входной сигнал первой ПЧ подается на F-разъем XS1. Разъем LOOP для подключения второго ресивера у «S-1401» отсутствует. Входной сигнал поступает на ИМС РЧ преобразователя D2, с выхода которого сигналы I и Q поступают непосредственно на ИМС QPSK-демодулятора D3, где оценивается их уровень и формируется напряжение АРУ для регулировки усиления входного сигнала ИМС D2. РЧ преобразователь управляется по шине I²C ИМС D1 через репитер в составе ИМС D3. ИМС D2 синхронизируется кварцевым генератором частотой 16 МГц (BQ1). Этим же сигналом тактируется ИМС D3.

Сигналы I и Q с выхода РЧ преобразователя поступают на ИМС QPSK-демодулятора D3, который обеспечивает полное преобразование цифрового потока в сигнал TS. Ядро D3 питается от линейного стабилизатора D8 напряжением +1,8 В. Периферийные устройства в составе ИМС питаются напряжением +3,3 В от линейного стабилизатора D9. Этим же напряжением питается ИМС РЧ преобразователя D2.

ставе самой ИМС D4 с внешним силовым MOSFET-транзистором D10.

Сигнал TS с выхода QPSK-демодулятора поступает на второй канал обработки видеосигнала ИМС SPCI-моста D1. Канал конфигурируется на передачу данных без их преобразования с использованием канала DMA и стека FIFO. Для адаптации интерфейса видеосигнала к приему сигналов TS-потока используется схема на ИМС D6 (D-триггер защелка) и D7 (двоичный многоразрядный счетчик), которая формирует искусственные кадровые синхроимпульсы. Таким образом, обеспечивается ввод TS-потока в память компьютера с последующей его обработкой программными методами. ИМС ЭСПЗУ D5 выполняет функции идентификации карты, типа включенных в схему РЧ преобразователя и QPSK-демодулятора. Первые шесть ячеек с младшими адресами ИСПЗУ зарезервированы для спецификации шины PCI.

Для инсталляции ресивера в компьютер вставляют карту в свободный PCI-слот материнской платы, к входу ресивера подключают кабель снижения от конвертора с антенной, настроенной на требуемый спутник, и включают компьютер.

После загрузки ОС должно появиться сообщение об обнаружении нового устройства. Устанавливают драйверы и необходимые программы. Стабильно работает один из первых драйверов Driver.com_TT_PCI_2.19h_28_11_2006, его можно свободно найти в Интернете. Он работает с ОС Windows XP и ниже, с ОС поздних версий его работа не проверялась.

Для ремонта PCI-карты «S-1401» потребуется PCI-райзер (удлинитель PCI- слота), а также антенна с конвертором, настроенная на любой спутник, прием которого до-

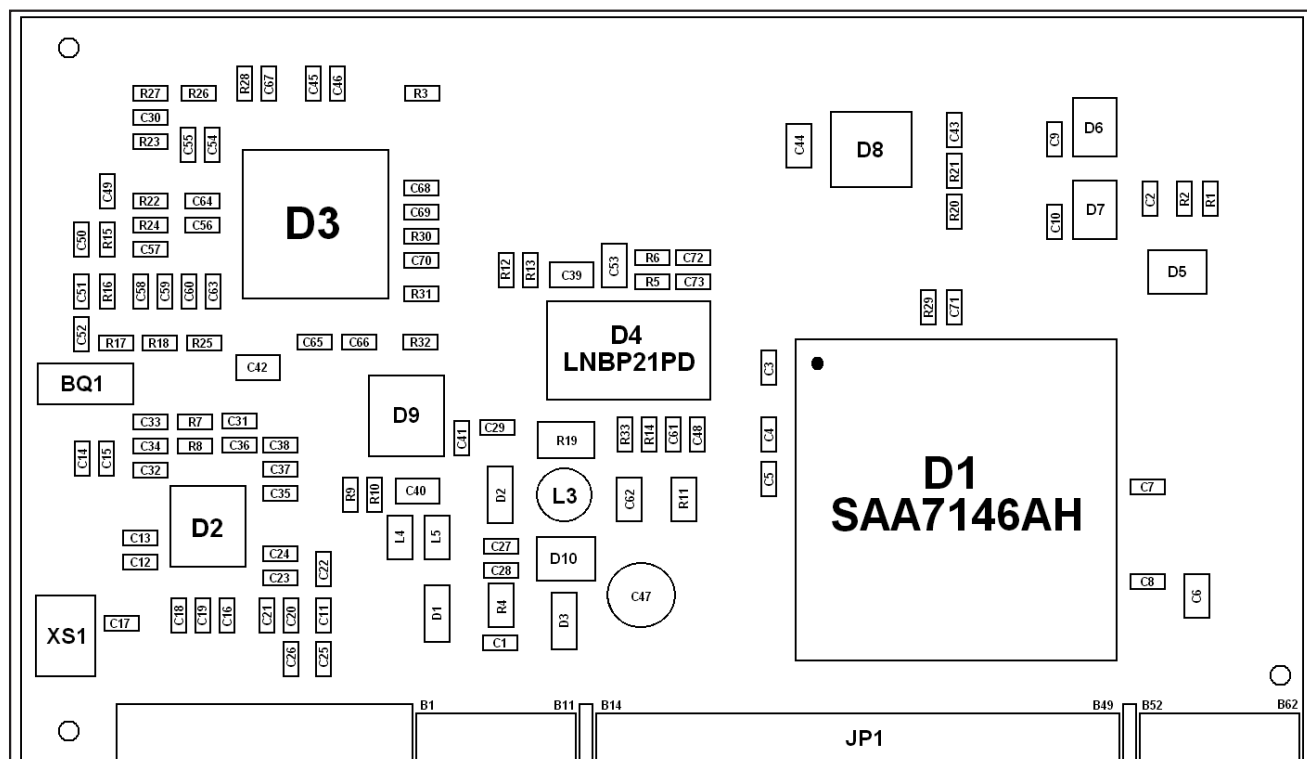


Рис. 7. Расположение элементов на плате PCI-карты «S-1401»

ступен. Перед началом ремонта рекомендуется произвести визуальный осмотр компонентов ремонтируемой карты, проверить отсутствие окислений на плате, нарушений качества пайки.

Компьютер не определяет PCI-карту

В меню «Пуск — Настройка — Панель управления — Производительность и обслуживание — Система — Оборудование — Диспетчер устройств» открывают вкладку и убеждаются в отсутствии в списке оборудования карты. Пропаивают ИМС D1 горячим воздухом. Если карта по-прежнему не определяется, заменяют D1.

PCI-карта определяется компьютером, но программа просмотра каналов показывает отсутствие уровня сигнала и его качества

Наиболее часто встречается неисправность — отсутствие преобразования принимаемого сигнала в РЧ тракте и канале демодулято-

ра. Гораздо реже встречается дефект, при котором периодически пропадает принимаемый сигнал в процессе работы ресивера, либо в процессе работы происходит «рассыпание» изображения или его полный фризинг (заморозка, остановка). Дополнительным признаком при этом является полное отсутствие индикации уровня входного сигнала и его качества на соответствующих индикаторах программы просмотра каналов.

Прежде чем производить ремонт карты, нужно быть уверенным в работоспособности внешнего понижающего конвертора, его соединения с модулем (отсутствие пробоев и замыканий в кабеле снижения) и наличия напряжения питания конвертора. Для устранения данного дефекта потребуются ВЧ осциллограф, частотомер и цифровой мультиметр.

Подключают PCI-карту через райзер к материнской плате компьютера и запускают его. Проверяют на напряжения питания +1,8 В и +3,3 В, формируемые ИМС соответственно

D8 и D9. Также проверяют наличие напряжения +22 В на выв. 19 D4. При отсутствии одного или всех напряжений заменяют соответствующие ИМС. В меню ручной настройки программы просмотра каналов устанавливают параметры передачи любого рабочего транспондера, принимаемого со спутника.

Контролируют напряжение, инжектируемое в кабель снижения (+13 или +18 В, в зависимости от поляризации принимаемого сигнала). При их отсутствии или отклонении от нормы заменяют ИМС D4.

Отпаивают экран, закрывающий D2 и ее внешние элементы. Проверяют частотомером или осциллографом тактовый сигнал частотой 16 МГц на выв. 25 D2. При отсутствии сигнала пропаивают кварцевый резонатор BQ1 и ИМС D2, если результата нет, вначале заменяют резонатор, затем ИМС. Затем осциллографом или анализатором шины I²C контролируют наличие сигналов SCL и SDA на входе D2. Если они в норме, заменяют D2. При отсутствии сигналов шины I²C

на D2 проверяют сигналы SCL и SDA, поступающие от ИМС D1 на D3. Если они в норме, пропаивают D3. В случае сохранения дефекта заменяют D3.

Для проверки ГУН в составе РЧ преобразователя мультиметром измеряют напряжение на управляющем входе генератора (выв. 20 D2). Если оно нестабильно (хаотически изменяется), заменяют D2. Если в петле ФАПЧ отсутствуют быстрые или скачкообразные изменения амплитуды корректирующего сигнала, осциллографом необходимо проконтролировать форму и амплитуду I- и Q-составляющих на выходе D2. Они представляют собой шумоподобные сигналы амплитудой от 700 до 900 мВ. При их отсутствии D2 заменяют.

Ресивер включается, звук и изображение периодически

пропадают при длительной работе

Данный дефект очень часто встречается из-за попадания воды во входной блок PCI-карты по кабелю снижения. Для устранения дефекта необходимо демонтировать экран, закрывающий ИМС D2, прочистить спиртом печатную плату карты в районе D2 и пропаивать элементы входных цепей. Если входной разъем поврежден коррозией, его необходимо заменить.

При приеме программ изображение «рассыпается» на кубики, «замораживается» (фризинг)

Данный дефект обычно возникает при потере емкости конденсаторами C40, C42. К подобной неисправности приводит разрушение пайки ограничительных резисторов R31, R32.

Производство ресиверов и их качество

PCI-карта «S-1401» спроектирована фирмой TECHNOTREND AG, хорошо зарекомендовавшей себя на потребительском рынке приемников стандарта DVB для персональных компьютеров в России и странах СНГ. Программное обеспечение было написано исключительно специалистами фирмы. Аппаратная часть собрана из качественных комплектующих на производственных мощностях, находящихся в Тайване, и имеет очень высокое качество сборки. Дефекты устройства возникают, в основном, в результате его неправильной эксплуатации.

Литература

1. Василий Федоров. Ремонт спутниковых ресиверов. — Москва, Солон-Пресс, 2010.

Издательство «СОЛОН-ПРЕСС» представляет

Бюджетные ЖК мониторы

В очередной книге популярной серии описаны современные жидкокристаллические мониторы 2008-2013 гг. выпуска различных производителей и торговых марок, представленных на отечественном рынке: ACER, AOC, BELINEA, LG ELECTRONICS, SAMSUNG ELECTRONICS и PHILIPS.

Рассмотрены восемь шасси, на которых производятся ЖК мониторы с размерами жидкокристаллической панели от 15 до 23 дюймов. Представленные модели имеют как люминесцентную (CCFL-лампы), так и светодиодную (LED) заднюю подсветку ЖК панелей. По каждой модели приводятся ее конструкция, структурная и принципиальная электрическая схемы, подробное описание работы всех ее составных частей и порядок регулировки узлов.

Практическая ценность книги состоит в подробном описании типовых неисправностей, методике их поиска и устранения.

Книга будет полезна студентам профильных ВУЗов и колледжей, слушателям специализированных курсов повышения квалификации, специалистам по ремонту бытовой техники и читателям, имеющим базовые знания и необходимые практические навыки в этой области.

СКОРО В ПРОДАЖЕ!!!

Как купить книгу

Заказ оформляется одним из двух способов:

1. Пошлите открытку или письмо по адресу: 123001, Москва, а/я 82.
2. Оформите заказ на сайте www.solon-press.ru в разделе «Книга-почтой» или «Интернет-магазин».

Бесплатно высылается каталог издательства по почте.

При оформлении заказа полностью укажите адрес, фамилию, имя и отчество получателя.

Желательно указать дополнительно телефон и адрес электронной почты. С полным перечнем

и описанием книг можно ознакомиться на сайте www.solon-press.ru

Телефон: 8 (495) 617-39-64, 8 (495) 617-39-65.

Цены для оплаты по почте наложенным платежом действительны до 31.11.2015.

«РЕМОНТ» № 136



Бюджетные ЖК мониторы

- ✓ Диагонали ЖК панелей 15-23 дюйма
- ✓ Модели «ТВ-монитор»
- ✓ Модели с подсветкой CCFL и LED
- ✓ Оригинальные схемы и осциллограммы
- ✓ Полное описание и сервисные регулировки
- ✓ Типовые неисправности

ACER
AOC
BELINEA
LG
PHILIPS
SAMSUNG



СОВРЕМЕННАЯ ЭЛЕКТРОНИКА

www.soel.ru



«Современная электроника» – ведущий журнал для специалистов, менеджеров и руководителей предприятий, занимающихся разработкой и производством электронной техники. В журнале представлена информация об электронных компонентах, узлах, модулях и приборах, системах проектирования и моделирования, а также интересные новости со всего мира о научных и технологических достижениях в области электроники. Предусмотрена бесплатная подписка.

Адрес: 119313, Москва, а/я 26
Телефон: +7 (495) 232-00-87
Факс: +7(495) 232-16-53
E-mail: info@soel.ru
Web: www.soel.ru

«Modern electronics» is the leading journal for specialists, managers and heads of the enterprises, engaged development and manufacture of electronic technique. You can find information about electronic components, units, modules and devices, systems of designing and modeling in the journal. Interesting news from the whole world about scientific and technological achievements in the field of electronics also presented. The free-of-charge subscription for specialists is provided.

Address: 119313, Moscow, box 26
Phone: +7 (495) 232-00-87
Fax: +7(495) 232-16-53
E-mail: info@soel.ru
Web: www.soel.ru

«Современная электроника» на мобильных устройствах

Бесплатное приложение [«Современная электроника»](#) появилось в **GooglePlay** для пользователей устройств на платформе Android (в разделе **«Приложения/Бизнес»**).

Также бесплатное приложение [«Современная электроника»](#) доступно в **AppStore** для пользователей iOS (в разделе **«Бизнес»**).

С помощью этих **приложений** можно бесплатно читать с экрана номера наших журналов. К новым номерам журнала доступ в приложениях платный.

При просмотре номера читатели для более удобной навигации могут воспользоваться гиперссылками, встроенными в содержание и в рекламные блоки.

С выпуском этих **приложений** у читателей появилась возможность иметь доступ к журналу «Современная электроника», где бы они ни находились: на рабочем месте, по дороге домой, в парке, дома, в поездках.

Устанавливайте **приложения** и читайте журнал «Современная электроника» с экрана своих мобильных устройств!

Приглашаем Вас на новостные ленты журнала «Современная электроника» в [Facebook](#) и [Twitter](#)!

Журнал «Современная электроника» входит в ТРОЙКУ ведущих специализированных изданий на российском рынке электроники!

В нём много практической информации об электронных компонентах, схемотехнических решениях, узлах, приборах, с которыми вы имеете дело каждый день.

В нём интересные новости со всего мира о научных и технологических прорывах в области электроники.

Подавляющее большинство наших читателей – мужчины с высшим образованием в возрасте от 25 до 55 лет. Это наиболее активная часть специалистов, стремящихся сделать продукцию своей фирмы конкурентоспособной на современном рынке электроники.

Выходит с 2004 года
Тираж до 10000 экземпляров
Объём до 112 страниц
Издательство «СТА-ПРЕСС»

Основные рубрики журнала

- Рынок
- Персона номера (NEW)
- Современные технологии
- Робототехника
- Элементы и компоненты
- Приборы и системы
- Оборудование
- Проектирование и моделирование
- Инженерные решения
- Формула успеха (NEW)
- Страницы истории (NEW)
- События
- Компетентное мнение (NEW)

Перспективы

В 2015 году в соответствии с новыми технологиями:

- для постоянных подписчиков была предложена бесплатная электронная версия журнала;
- организована регулярная читательская персонализированная рассылка, проведён маркетинговый опрос читательской аудитории.

В журнале появились новые рубрики и проекты, например, «Персона номера» и «Человек и Закон».

В формате выставки «Электроника-Транспорт 2015» редакция журнала «Современная электроника» провела конференцию по компонентам для транспортной электроники.

Редакция открыта для сотрудничества и продолжает поиск новых тем и авторов.

В 2016 году на страницах журнала по-прежнему будут обсуждаться самые актуальные темы – полупроводниковая светотехника и проблемы энергоэффективности, бортовая электроника и системы «умного дома», тенденции российской электроники и новые технологии...

В 2016 году будет запущен новый сайт журнала!

Неизменным остаётся одно – **БЕСПЛАТНАЯ подписка для специалистов!**

www.soel.ru

СОВРЕМЕННАЯ ЭЛЕКТРОНИКА

СТАТЬЯ	№ журнала
РЫНОК	
Новости российского рынка	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9
Рынок САПР электронных устройств: от разрозненности к целостному подходу	1
Инновации в индустрии – солидарная ответственность изобретателей и промышленников	2
ВЗРД «Монолит»: ставка на качество и модернизацию	3
Входной контроль ЭКБ: «алмазное» качество	4
Магнитотерапевтические установки и аппараты отечественного производства <i>Сергей Шишкин</i>	4
РОБОТОТЕХНИКА	
Робототехника и встраиваемые системы <i>Андрей Антонов</i>	1
Теория и практика автоматического управления в робототехнике <i>Андрей Антонов</i>	4
СОВРЕМЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ	
Тенденции развития аэрокосмических энергетических систем с лазерными каналами передачи энергии. Часть 1 <i>Александр Сигов, Владимир Матюхин</i>	1
Преимущества FPGA с технологией Tri-Gate <i>Райан Кенни, Джефф Ватт</i>	1
Доступная зарядка <i>Александр Хлынов</i>	1
Какое автоматизированное решение лучше? <i>Ви Шенг Йонг</i>	1
Электроконденсационный метод синтеза кремния, углерода и карбида кремния <i>Арсений Брыкин, Арсений Артёмов, Дарья Арсеньева</i>	2
Технологии изготовления плат для высокомощных силовых полупроводниковых устройств. Часть 2 <i>Иван Красный, Юрий Непочатов, Александр Беркин, Светлана Кумачёва, Юлия Швецова</i>	3
Инновационные электронные системы для автомобиля	3
Центр аттестации технологического оборудования – необходимое звено в цепи микроэлектронного производства <i>Виктор Быков, Александр Гудков, Валерий Киреев</i>	4
Развитие технологии нитрида галлия и перспективы его применения в СВЧ-электронике <i>Александр Балакирев, Андрей Туркин</i>	4
Солнечные батареи и модули как источники питания <i>Андрей Кашкаров</i>	5
Использование бесплатной программы JTAG Live Buzz в качестве тестового пробника <i>Алексей Иванов</i>	5
Моделирование новой бета-вольтаики на монокристаллах LPE i-GaAs <i>Виктор Войтович, Александр Гордеев, Анатолий Думаневич</i>	6
Тенденции развития аэрокосмических энергетических систем с лазерными каналами передачи энергии. Часть 2 <i>Александр Сигов, Владимир Матюхин, Владимир Лукин</i>	6
Оптимизация производства отечественного сапфира <i>Сергей Малюков, Юлия Клунникова</i>	6
Фотонная и релятивистская энергетика на основе LPE i-GaAs-монокристаллов <i>Виктор Войтович, Александр Гордеев, Анатолий Звонарёв</i>	7
Новый метод монтажа изделий на керамической подложке <i>Тамара Борисова, Надежда Оленина, Александр Серёгин</i>	7
Тестирование программно-аппаратных интерфейсов ARINC 818 с использованием инструментов компании Great River Technology <i>Пол Грюнвальд</i>	8
Комплексный подход к освоению интерфейсов ARINC-429 и МКМО <i>Владимир Ануфриев, Андрей Власов, Николай Ермошин</i>	8
Снижение стоимости ПП: технический аспект <i>Лоик Паско</i>	8
Радиационные высокотемпературные LPE i-GaAs-датчики для контроля ядерных технологий <i>Виктор Войтович, Александр Гордеев, Анатолий Звонарёв</i>	9
Актуализация отечественных стандартов в области сборки и монтажа электронных модулей специального и ответственного применения <i>Сергей Алексеев</i>	9
Испытательные лаборатории Европейского космического агентства <i>Максим Смолин</i>	9
ИНСТРУМЕНТЫ И ОБОРУДОВАНИЕ	
Видеоизмерительные системы iNEXIV VMA-4540 – эталон качества метрологической инспекции <i>Нина Мелехова, Андрей Ивахин</i>	8
Зондовые станции компании Super Solutions & Services <i>Дмитрий Явич</i>	9
ЭЛЕМЕНТЫ И КОМПОНЕНТЫ	
Современные 32-разрядные ARM-микроконтроллеры серии STM32: последовательный интерфейс I ² C <i>Олег Вальпа</i>	1
Современные 32-разрядные ARM-микроконтроллеры серии STM32: цифроаналоговый преобразователь <i>Олег Вальпа</i>	2

СТАТЬЯ	№ журнала
Аппаратное ядро DDR3 ПЛИС Achronix и его применение <i>Владимир Викулин</i>	3
Современные 32-разрядные ARM-микроконтроллеры серии STM32: аналого-цифровой преобразователь <i>Олег Вальпа</i>	3
Микросхема преобразователя угол-код для индуктивных датчиков <i>Владимир Ануфриев, Александр Лужбинин, Сергей Шумилин</i>	3
Современное решение для коммутации индуктивной нагрузки <i>Сергей Поглавный</i>	3
Современные 32-разрядные ARM-микроконтроллеры серии STM32: прямой доступ к памяти <i>Олег Вальпа</i>	4
Создание низкотемпературных аналоговых ИС для обработки импульсных сигналов датчиков. Часть 1 <i>Олег Дворников, Владимир Чеховский, Валентин Дятлов, Николай Прокопенко</i>	4
Новые продукты в линейке светодиодов компании SemiLEDs <i>Андрей Туркин</i>	4
Обзор современных дисплеев AUO с дополнительными функциями <i>Игорь Матешев, Андрей Туркин</i>	5
Создание низкотемпературных аналоговых ИС для обработки импульсных сигналов датчиков. Часть 2 <i>Олег Дворников, Владимир Чеховский, Валентин Дятлов, Николай Прокопенко</i>	5
Современные 32-разрядные ARM-микроконтроллеры серии STM32: сторожевые таймеры <i>Олег Вальпа</i>	5
Джойстик на эффекте Холла, оптический энкодер с мультитачпадом и другие инновации от Grayhill <i>Ольга Романовская</i>	5
Создание низкотемпературных аналоговых ИС для обработки импульсных сигналов датчиков. Часть 3 <i>Олег Дворников, Владимир Чеховский, Валентин Дятлов, Николай Прокопенко</i>	6
Современные МЗМС-продукты компании Analog Devices. Часть 1 <i>Юрий Петропавловский</i>	6
Новые продукты в линейке компании Philips Lumileds: сверхъяркие светодиоды <i>Андрей Туркин</i>	6
Обеспечение радиационной стойкости МОП-транзисторов: влияние одиночных эффектов <i>Алексей Соколов</i>	6
Современные МЗМС-продукты компании Analog Devices. Часть 2 <i>Юрий Петропавловский</i>	7
Современные 32-разрядные ARM-микроконтроллеры серии STM32: система прерываний <i>Олег Вальпа</i>	7
Двухканальная аналоговая ИС с программируемыми параметрами <i>Олег Дворников, Владимир Чеховский, Валентин Дятлов, Николай Прокопенко</i>	7
Унифицированные полосовые LC-фильтры, выполненные по интегральной технологии <i>Денис Борейко, Татьяна Хроленко, Андрей Яковлев</i>	7
Ethernet-решения от компании Миландр <i>Станислав Гусев, Александр Лужбинин, Александр Смородинов, Руслан Хамизов, Сергей Шумилин</i>	8
Защиты твердотельных реле <i>Александр Котов</i>	8
Wolfspeed – новое имя на рынке СВЧ-компонентов хорошо знакомой компании Cree <i>Александр Балакирев, Андрей Туркин</i>	9
Современные 32-разрядные ARM-микроконтроллеры серии STM32: управление питанием <i>Олег Вальпа</i>	9
ПРИБОРЫ И СИСТЕМЫ	
Сверхширокополосные направленные ответвители для диапазона СВЧ <i>Филипп Михеев, Сергей Павлов, Владимир Семибратов, Вадим Щуров</i>	1
Многофункциональные бюджетные осциллографы АКП 4126 с полосой частот от 70 до 300 МГц <i>Владимир Дьяконов</i>	2
Отечественный синтезатор частот с высоким быстродействием и низким уровнем фазовых шумов <i>Пётр Бобкович, Андрей Кузменков</i>	2
Методы формирования и анализа сверхширокополосных сигналов на базе оборудования Keysight Technologies. Часть 1 <i>Александр Чумадин</i>	2
Методы формирования и анализа сверхширокополосных сигналов на базе оборудования Keysight Technologies. Часть 2 <i>Александр Чумадин</i>	3
Эффективная верификация анализаторов цепей <i>Владимир Губа, Олеся Быкова, Ольга Плотникова, Александр Савин</i>	3
Измерительные системы Maury Microwave для анализа и проектирования СВЧ-устройств <i>Елена Кириленко</i>	3
Резервированный изолированный источник электропитания радиоэлектронной аппаратуры со сверхшироким диапазоном входного напряжения <i>Олег Негреба, Татьяна Садовникова</i>	3
Современные продукты для встраиваемых систем компании Avnet <i>Юрий Петропавловский</i>	3
Методы формирования и анализа сверхширокополосных сигналов на базе оборудования Keysight Technologies. Часть 3 <i>Александр Чумадин</i>	4
Рекуперация электроэнергии при проведении испытаний: решения и оборудование <i>Александр Жуков, Михаил Попов</i>	5
Выбираем осциллограф. Часть 1 <i>Андрей Антонов</i>	5
Матричные системы электропитания – новый этап развития технологий АФАР <i>Александр Гончаров</i>	6

СТАТЬЯ	№ журнала
Российские DC/DC-преобразователи от НПП «Арбелос» для ответственных применений <i>Михаил Никитин</i>	6
Перспективы создания ВОИИС для определения параметров движения крупногабаритных стенов <i>Татьяна Мурашкина, Елена Бадеева, Кирилл Серебряков, Александр Удалов, Анна Федотова</i>	6
Методы расширения полосы пропускания осциллографов реального времени	7
Архитектура систем тестирования микросхем компании ABI <i>Ян Флетчер</i>	7
Контрольные испытания датчиков угловой скорости и кажущегося ускорения <i>Дмитрий Гаманюк</i>	7
Вихрь РС высокой надёжности для отечественных профессиональных пользователей <i>Александр Ковалёв, Олег Холодный</i>	8
Обеспечение качества энергоснабжения импульсных нагрузок. Практические решения <i>Олег Негреба</i>	8
Универсальные СВЧ USB-генераторы как замена настольным гигантам <i>Андрей Горевой</i>	8
Применение быстродействующих широкополосных приборов для наблюдения и анализа импульсных и непериодических сигналов <i>Ричард Овердорф</i>	8
Быстрое тестирование УМ ВЧ с помощью нового ускорителя измерений Keysight <i>Александр Чумадин</i>	9
Защищённые мониторы Boser для жёстких условий эксплуатации <i>Игорь Матешев</i>	9
ИНЖЕНЕРНЫЕ РЕШЕНИЯ	
Контроллер электронного замка с датчиком отпечатков пальцев <i>Павел Редькин</i>	1
Кодовый замок с загрузкой эталонного кода по RS-485 <i>Сергей Шишкин</i>	2
Бесконтактные контроллеры для ключей-меток <i>Андрей Кашкаров</i>	2
Импульсный ИП со стабилизированным выходом и низким уровнем пульсаций. Часть 1 <i>Алексей Кузьминов</i>	4
Экспериментальное устройство анализа и распознавания цвета <i>Павел Редькин</i>	5
Импульсный ИП со стабилизированным выходом и низким уровнем пульсаций. Часть 2 <i>Алексей Кузьминов</i>	5
Импульсный ИП со стабилизированным выходом и низким уровнем пульсаций. Часть 3 <i>Алексей Кузьминов</i>	6
Цепи стабилизации для одноконтурных преобразователей напряжения <i>Владимир Грошев</i>	7
Электрическая схема с коммутирующими IGBT-транзисторами для газоразрядных ламп <i>Юрий Мандрыко</i>	7
«Умный дом»: точка зрения Zipato <i>Сергей Шишкин</i>	8
Цифровой измеритель-сигнализатор уровня освещённости <i>Павел Редькин</i>	9
ПРОЕКТИРОВАНИЕ И МОДЕЛИРОВАНИЕ	
Формализация задачи повышения скорости передачи информации по каналам радиосвязи автоматизированных систем <i>Владимир Филатов, Виктор Сивов</i>	1
Эффективность проектирования заказных схем в синтезаторе LeonardoSpectrum <i>Николай Авдеев, Пётр Бибило</i>	1
Новый метод расчёта параметров цифровых фильтров нижних частот <i>Николай Захаров</i>	1
Моделирование зеркальной антенны с помощью HFSS ANSYS <i>Александр Курушин, Евгений Лаврецкий, Семён Дергачёв</i>	2
Методика аппаратно-программного моделирования и тестирования проектируемых систем <i>Владимир Вычужанин</i>	2
Создание высокоточной модели электродвигателя для проектирования системы управления и верификации <i>Брэд Хип, Юрий Орлов</i>	3
Расчёт помехоустойчивости радиоканала с кодовым разделением ортогонального и неортогонального типа <i>Владимир Филатов</i>	3
Автоматизированная подготовка документации в OrCAD Documentation Editor <i>Анатолий Сергеев</i>	3
3D-моделирование микрополоскового фильтра высоких частот в пакете HFSS <i>Сергей Грищенко, Дмитрий Дерящиц, Наталья Кисель</i>	4
Основы измерения коэффициента шума в радиочастотном и микроволновом диапазонах. Часть 1 <i>Максим Соколов</i>	5
Настройка системы управления в Simulink <i>Паскаль Гахинет, Аркадий Туревский</i>	5
Основы измерения коэффициента шума в радиочастотном и микроволновом диапазонах. Часть 2 <i>Максим Соколов</i>	6
Групповая разработка проектов в OrCAD Engineering Data Management <i>Анатолий Сергеев</i>	6

СТАТЬЯ	№ журнала
Компактная модель транзистора: план действий для успешной разработки усилителя <i>Тони Гасселинг</i>	7
Как упростить проектирование усилителей класса Е с использованием синтеза <i>Мэтт Озalas</i>	7
Solid Edge в приборостроении <i>Павел Демидов</i>	7
Новое в OrCAD 16.6-2015 <i>Анатолий Сергеев</i>	7
Delta Design – новое решение на отечественном рынке САПР электроники <i>Евгений Корнильев, Сергей Попов</i>	8
Моделирование широкополосного перехода с симметричной на несимметричную микрополосковую линию <i>Александр Курушин</i>	8
Экранирование радиоэлектронной аппаратуры как метод обеспечения электромагнитной совместимости <i>Александр Ивко</i>	8
Сравнение методик согласования импедансов при проектировании усилителей <i>Стив Дудкевич, Марк Шульц Тенберг, Джампьеро Эспозито, Трэвис Барбьерри</i>	9
SimOne – отечественный симулятор электронных схем <i>Александр Прикота, Сергей Сорокин</i>	9
Взаимодействие Solid Edge и САПР печатных плат в приборостроении <i>Евгений Самойлов</i>	9
DFM-анализ и выпуск документации в новых приложениях OrCAD <i>Анатолий Сергеев</i>	9
СОБЫТИЯ	
Пусть будет свет! Светодиоды и энергоэффективность	1
Robotics Expo 2014 – 3 дня незабываемых впечатлений	1
Лев Данилов <i>Пётр Новыш</i>	1
Лауреаты Нобелевской премии по физике 2014 года: И. Акасаки, Х. Аmano и С. Накамура <i>Андрей Туркин, Александр Юнович</i>	2
«Силовая Электроника 2014»	2
Ежегодный семинар «Среда Keysight»	2
AR Conference: дополненная реальность в Москве	2
Настоящая электроника в марте только в Крокус Экспо	3
Итоги Международного промышленного Форума в Санкт-Петербурге	3
«РТСофт» и Intel открыли лабораторию по Интернету вещей	3
7 мая – День радио <i>Владимир Бартенов</i>	4
«NDT 2015»: неразрушающий контроль и диагностика в промышленности	4
«ЭкспоЭлектроника» – заслуженный успех!	5
Российская электроника: импортозамещение и перспективы развития	6
«Связь-Экспокомм-2015» и Первый Большой Медиа-Коммуникационный Форум	6
РобоСектор-2015: объединяя опыт и технологии	7
Intel в России празднует 50-летие закона Мура	7
Точные измерения – основа качества и безопасности 2015	7
«Комплексная безопасность-2015»	7
Форум SEMICON Russia: вся российская микροэлектроника крупным планом	7
«АРМИЯ-2015»: исключительность возможностей	8
В отделе Быховского <i>Пётр Новыш</i>	8
Курс на «Импортозамещение»	9
От общего к частному	9
V Международный конгресс «ЗРА-ГЛОНАСС»	9
Обмен опытом с пользователями ПО ANSYS	9
КОМПЕТЕНТНОЕ МНЕНИЕ	
Об импортозамещении электронной САПР <i>Юрий Ёлшин</i>	1
Некоторые итоги программы «Развитие электронной компонентной базы и радиоэлектроники» <i>Владимир Бартенов</i>	2
По мировым стандартам	4
Электроника идёт в регионы! <i>Александр Хабаров</i>	5
Чем заменить P-CAD? <i>Влад Хоменко</i>	7
Дворцовые тайны ноу-хау <i>Юлия Зорина, Геннадий Фокин</i>	8

Тенденции развития аэрокосмических энергетических систем с лазерными каналами передачи энергии

Часть 1

Александр Сигов, Владимир Матюхин (Москва)

В статье рассмотрены принципы построения лазерных систем для передачи энергии на удалённые объекты через турбулентную атмосферу. В качестве мощного источника излучения наземного базирования предложено использовать волоконные лазеры с выходной мощностью 100...1000 кВт. Энергия передаётся с помощью зеркала-ретранслятора, размещённого на стратосферном дирижабле. Процесс передачи оптимизирует адаптивная оптическая система.

ВВЕДЕНИЕ – ТРАНСПОРТИРОВКА ЛАЗЕРНОЙ ЭНЕРГИИ ПО СТРАТОСФЕРНЫМ МАГИСТРАЛЯМ

В последние годы активно обсуждается проблема передачи энергии в околоземном воздушном и космическом пространстве с помощью лазерного излучения [1–3]. Интерес к этой проблеме связан, прежде всего, с тем, что нарушение снабжения электрической энергией стратегически важных наземных, воздушных и космических объектов,

включая высотные (стратосферные) платформы и искусственные космические аппараты на низких и высоких орбитах, влияет на функциональность систем безопасности и приведёт к значительным финансовым потерям. Решить проблему доставки энергии на эти объекты можно с помощью лазерных систем передачи энергии (ЛСПЭ) [2, 3] путём беспроводной трансконтинентальной транспортировки мощных информационно-энергетических потоков по стратосферным

и космическим магистралям над территорией страны.

Возможности ЛСПЭ в значительной мере определяются видом базирования, которое может быть наземным, морским, воздушным (на самолёте или аэростате) либо космическим. Расстояния, на которые лазерные системы должны будут передавать энергию, зависят от целевого назначения и вида базирования (от единиц до десятков тысяч километров). Процесс передачи энергии при наземном расположении ЛСПЭ зависит от состояния атмосферы и от погодных условий. При наземном и воздушном базировании приходится преодолевать весьма жёсткие возмущающие факторы.

Влияние облачности, осадков и других явлений низких слоёв атмосферы на передачу лазерного излучения уменьшается с подъёмом на высоту выше 20 км. Три четверти массы атмосферы сосредоточены в нижних слоях до 10 км. Выше воздух значительно разрежен, хотя его частицы обнаруживаются на высоте 2000–3000 км над земной поверхностью. Нижний слой атмосферы (тропосфера, 10–15 км) нагревается от Земли, температура воздуха с высотой падает на 6°C/км. В тропосфере находится почти весь водяной пар, образуются все облака, происходит формирование и перемещение воздушных масс, образование циклонов и антициклонов (см. рис. 1). Лазерное излучение может передаваться на значительные расстояния по поверхности Земли при использовании нескольких систем ретрансляции стратосферного или космического базирования (см. рис. 2). Стратосферное размещение ЛСПЭ позволяет дорабатывать и ремонтировать аппаратуру. Поэтому техника и технология систем ЛСПЭ должны быть доведены до совершенства для стратосферного базирования, после чего можно переходить к созданию космических лазерных систем. Вопросы построения комплексов лазерного энергообеспечения (КЛЭО) актив-



Рис. 1. Структура атмосферы Земли по высоте

но рассматриваются, практически, во всех странах, занимающихся решением космических задач. Разрабатываются технологии и элементная база для построения ЛСПЭ на базе стратосферных платформ и аэростатов.

Система ЛСПЭ функционирует следующим образом. Излучение мощных лазерных источников формируется в пучок с заданными параметрами и направляется на бортовую оптическую систему высотного дирижабля, оснащённую опорным источником и системой ретрансляции излучения. Опорный источник необходим для высокоточного наведения лазерного излучения, контроля и последующей коррекции атмосферных искажений в нём на восходящей трассе. А система ретрансляции позволяет направлять мощное лазерное излучение на различные воздушные или космические объекты (потребители энергии), оснащённые приёмными фотоэлектрическими (ФЭ) панелями, преобразующими лазерное излучение в электрический ток. Слежение за центром панели осуществляется системой ретрансляции по опорному источнику. Для пространственной ориентации приёмных ФЭ-панелей относительно лазерного пучка используется оптико-электронная система наведения ФЭ-панелей преобразователя. Аппаратное управление функционированием КЛЭО осуществляется по наземным и космическим каналам связи в радио- или оптическом диапазонах.

Максимальная дальность однопролётной стратосферной магистрали составляет до 750 км. Максимальная передаваемая световая энергия – до 10 МВт, а диаметры ретранслируемых световых пучков – от 2 до 10 м. Длины волн излучения – 0,8–0,9 мкм, 1,06–1,15 мкм или 1,315 мкм. Максимальная эффективность преобразования световой энергии в электрическую – 30%, а потери в стратосферных и ретрансляционных элементах на однопролётной магистрали не превышают 0,1 дБ. Высота стратосферной энергетической магистрали составляет более 20 км.

Основным ограничивающим фактором предлагаемой концепции является тропосферный слой атмосферы Земли. Для преодоления негативного влияния тропосферного слоя атмосферы Земли можно реализовать многоярусную систему передачи энергии. На первый ярус, представляющий собой промежуточный транспортный дирижабль

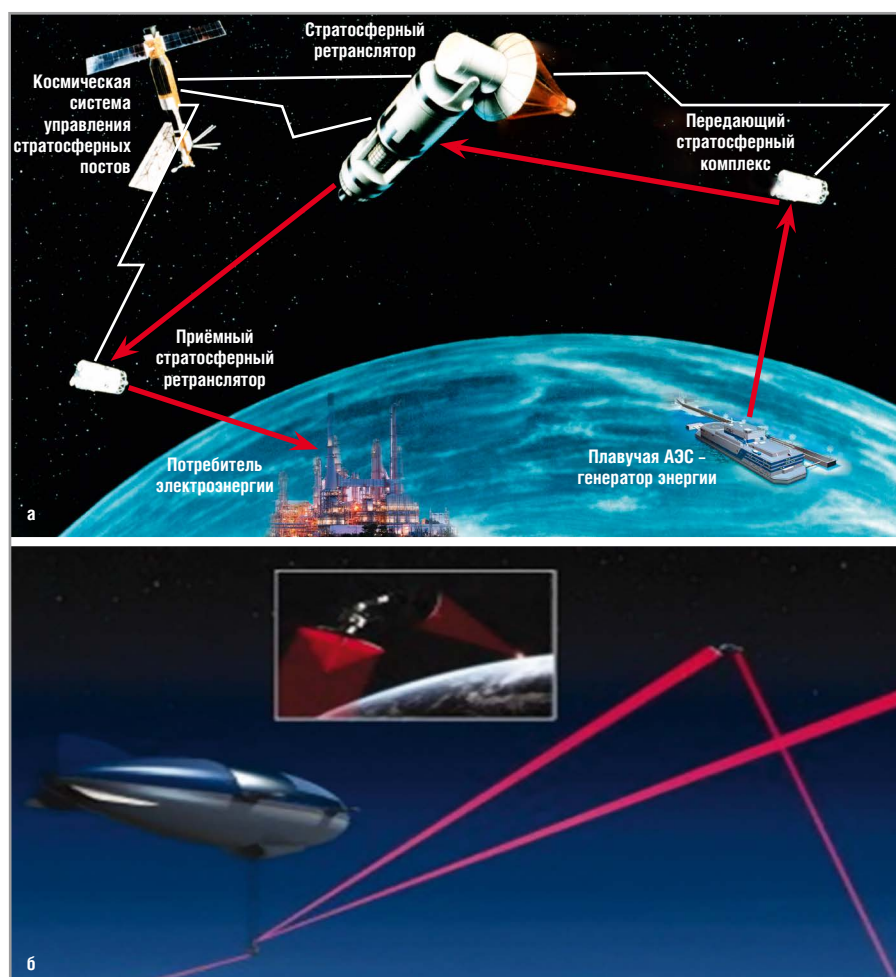


Рис. 2. Лазерные магистрали для передачи энергии из КЛЭО стратосферного (а) и космического (б) базирования

(высота его расположения 3–6 км), с поверхности Земли энергия передаётся по СВЧ-лучу или оптическому волоконному кабелю. На его борту происходит преобразование и передача энергии системой лазерного излучения на верхний ярус – стратосферную аэростатическую платформу, расположенную на высоте 16...30 км, куда лазерные энергетические линии могут доносить мощности мегаваттного порядка (5...10 МВт).

При передаче энергии лазерного излучения с поверхности Земли на высотные дирижабельные платформы (высота 20...25 км) для повышения качества пучка (уменьшения расходимости, исключения блуждания и других параметров) необходимо принимать меры по компенсации фазовых искажений лазерного пучка с использованием технологии силовой адаптивной оптики (САО).

При формировании лазерного канала с высокой выходной мощностью возникает следующая научно-техническая задача: лазерное излучение должно быть сформировано в пучок, расходимость которого не превышает

$10^{-6}...10^{-7}$ рад. Для этого необходимо использовать сложные средства коррекции искажений волнового фронта излучения, как в оптическом тракте лазера, так и в магистральном пространстве. Поиск эффективных решений показал, что именно выбор средств коррекции искажений определяет архитектуру построения лазера и ЛСПЭ в целом.

На первый взгляд, читателям может показаться, что авторы рассказывают о некоторых задачах из области научной фантастики. На самом деле эти задачи весьма актуальны уже сегодня и ими занимаются учёные во многих странах мира. Разработка технологии беспроводной передачи высоких энергий необходима для дальнейшего освоения и использования воздушного и космического пространства Земли уже в XXI веке.

ПЕРЕДАЧА СОЛНЕЧНОЙ ЭНЕРГИИ ПО ЛАЗЕРНОМУ КАНАЛУ

Идея сбора солнечной энергии в космосе и транспортировки её на Землю по лазерному лучу сама по себе не нова. В 1968 году с такой идеей высту-

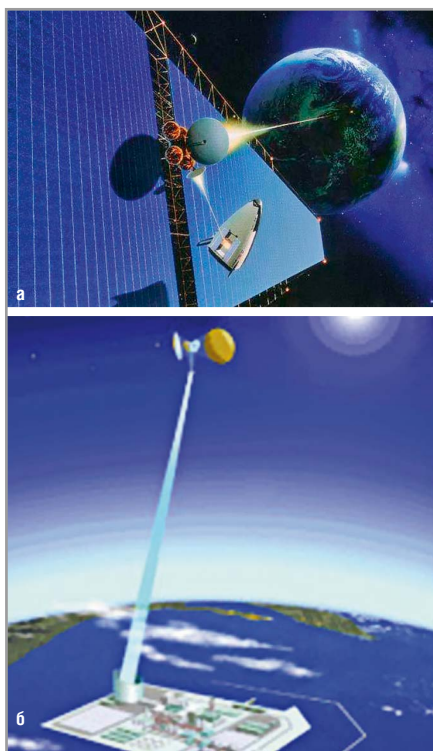


Рис. 3. Проект геостационарной солнечной электростанции SSPS (иллюстрация NSS/Mafic Studios):

а – платформа с солнечным коллектором;
б – передача энергии на Землю

пил американский учёный Питер Глейзер. Проект предусматривал размещение на орбите платформы, состоящей из солнечных батарей. Собранная энергия должна с помощью СВЧ-излучения или лазера передаваться на Землю, где она будет преобразована в электричество. Авторы подобных проектов утверждали, что излучение из космоса не повлияет на состояние ионосферы и атмосферы благодаря тому, что будет выбран диапазон частот излучения, который ими поглощается слабо. Микроволны могут передаваться через атмосферу Земли на частоте 2,45...5,8 ГГц. Оптимальным считается нижний диапазон – дальнейшее увеличение частоты невыгодно, поскольку СВЧ-излучение имеет более высокий уровень атмосферной адсорбции.

Наряду со сложнейшей задачей транспортировки электрической энергии на Землю, учёные обозначили и другую проблему. При создании подобного комплекса необходимо максимально повысить эффективность преобразования энергии солнечного излучения в электрическую энергию для минимизации площади платформы на орбите. В настоящее время предложен ряд концептуальных решений. Физики из университета Осаки созда-

ли необычный керамический материал, содержащий хром и неодим. Комбинированная батарея на основе кристаллического кремния преобразует падающий свет (весь солнечный спектр) в лазерный луч с необычайно высокой эффективностью – 42%. Такая батарея была разработана и изготовлена консорциумом, созданным университетом Делавэра и компанией DuPont.

В приборе применена расщепляющая спектр и концентрирующая оптика, которая разделяет свет на три части с высокой, средней и низкой энергией лучей и направляет их на три участка солнечной батареи, покрытые тремя разными светочувствительными составами. Концентратор обладает широким углом восприятия лучей, что устраняет необходимость применения системы слежения за Солнцем и поворота батарей. Учёные считают, что данный преобразователь сыграет ключевую роль в японском проекте геостационарной солнечной электростанции SSPS (Space Solar Power System) (см. рис. 3).

Окончательный проект такой станции ещё не готов, но японцы утверждают, что платформа с солнечными батареями общей площадью 4 км² может переправлять на Землю достаточно мощный и слабо расходящийся луч, который на Земле будет преобразован в электрическую энергию. Выходная мощность такой станции может достигать 1 ГВт. Запуск и развёртывание столь крупного космического аппарата – сложная и дорогостоящая задача. Для участия в проекте стоимостью \$21 млрд объединились 16 крупнейших японских компаний во главе с корпорациями Mitsubishi Electric и IHI. В течение четырёх лет они планируют разработать и сконструировать конкретные устройства для транспортировки панелей на стационарную орбиту высотой 36 000 км, а также для сборки панелей и передачи электроэнергии на Землю с минимальными потерями. Первый опыт по передаче электричества с орбиты планируется провести в 2015 году, а окончательный ввод системы в эксплуатацию намечен на 2030 год.

ПРЕОБРАЗОВАНИЕ СОЛНЕЧНОГО ИЗЛУЧЕНИЯ В МОЩНОЕ ЛАЗЕРНОЕ ИЗЛУЧЕНИЕ

К лазерам с прямым преобразованием солнечного излучения предъявляются следующие требования:

а) наличие широкой (и, по возможности, непрерывной) полосы погло-

щения в области спектра, где сосредоточена основная доля излучения накачки;

б) существование процессов, приводящих при поглощении излучения к образованию инверсной населённости уровней;

в) восстанавливаемость химического состава лазерной смеси, в которой под действием излучения возможно протекание различных химических реакций.

Если накачка активной среды осуществляется непосредственно сконцентрированным солнечным светом, то вышеуказанные требования должны выполняться, естественно, и системами, поглощающими излучение преимущественно в видимой области спектра. Однако, в принципе, возможно создание солнечного лазера, в котором для накачки используется излучение, трансформированное с помощью чёрного тела из видимой области спектра в его инфракрасную часть.

Какой же должна быть мощность лазерной установки, чтобы говорить о её применении для передачи энергии?

Большой интерес представляют твёрдотельные иттрий-неодимовые лазеры N:(YAG) американской компании Northrop Grumman, суммарная мощность которых достигает 120 кВт, и волоконные непрерывные лазеры на иттербии российской компании «ИРЭ-Полус», выходная мощность которых достигает 100 и более киловатт. Такие лазеры могут иметь двойное назначение (оборонное и гражданское применение) в качестве дальнометров, систем обнаружения, сварки и резки сверхтвёрдых металлов и применяться для решения ещё целого ряда задач, не поддающихся решению другими технологиями и техническими средствами.

Волоконные лазеры сочетают в себе свойства генераторов излучения (лазерных диодов), усилителей излучения и высокоэффективных световодов. Волоконные лазеры переживают период бурного развития. Например, волоконные непрерывные лазеры на иттербии ($\Delta\lambda = 1,05\text{--}1,08\text{ мкм}$) достигли весьма впечатляющих параметров (см. таблицу 1).

В петербургском институте лазерной физики ГОИ им. С.И. Вавилова разработана концепция системы прямого преобразования солнечной энергии в лазерное излучение на базе фуллерен-кислород-йодного лазера (см. рис. 4). Показаны преимущества этой системы

и её конкурентоспособность по сравнению с аналогичными системами преобразования солнечной энергии. Выполнен анализ различных вариантов генераторов синглетного кислорода на основе твёрдофазных фуллеренсодержащих структур. Проведён цикл экспериментальных исследований процессов преобразования солнечной энергии в лазерное излучение с использованием разработанного макета фуллерен-кислород-йодного лазера с накачкой имитатором солнечного излучения. Получена генерация в импульсно-периодическом режиме работы лазера с частотой 10 Гц со средней выходной мощностью 30 Вт. Достигнут съём энергии лазерной генерации с единицы объёма активной среды 9 Дж/л.

ФОТОЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛИ ЭНЕРГИИ МОЩНОГО ЛАЗЕРНОГО ИЗЛУЧЕНИЯ

Лазерное излучение может быть эффективно преобразовано в электроэнергию с помощью фотоэлектрических преобразователей (ФЭП) на основе полупроводниковых гетероструктур. Области применения такого преобразования: беспроводные системы дистанционного энергопитания космических аппаратов лазерным излучением, передаваемым с Земли, передача энергии между космическими аппаратами и с космических аппаратов на Землю, а также с Земли на дирижабли системы телекоммуникаций, обеспечение энергопитания труднодоступных объектов.

Исходя из особенностей характеристик лазерного излучения и ограничений на параметры фотоэлектрической системы, основными требованиями к ФЭП являются высокий КПД при выбранных длинах волн лазерного излучения и возможность эффективной и надёжной работы ФЭП при различных уровнях средней плотности падающего излучения и повышенных температурах. Главной проблемой является обеспечение достаточно высокой эффективности фотоэлектрического преобразования падающего лазерного излучения в широком диапазоне изменения его плотности.

В реальном ФЭП на основе GaAs, оптимизированном для умеренной плотности (0,1...1 Вт/см²) лазерного излучения ($\lambda = 0,8$ мкм) получен КПД 40–43%. При увеличении плотности лазерного излучения до 50–70 Вт/см²

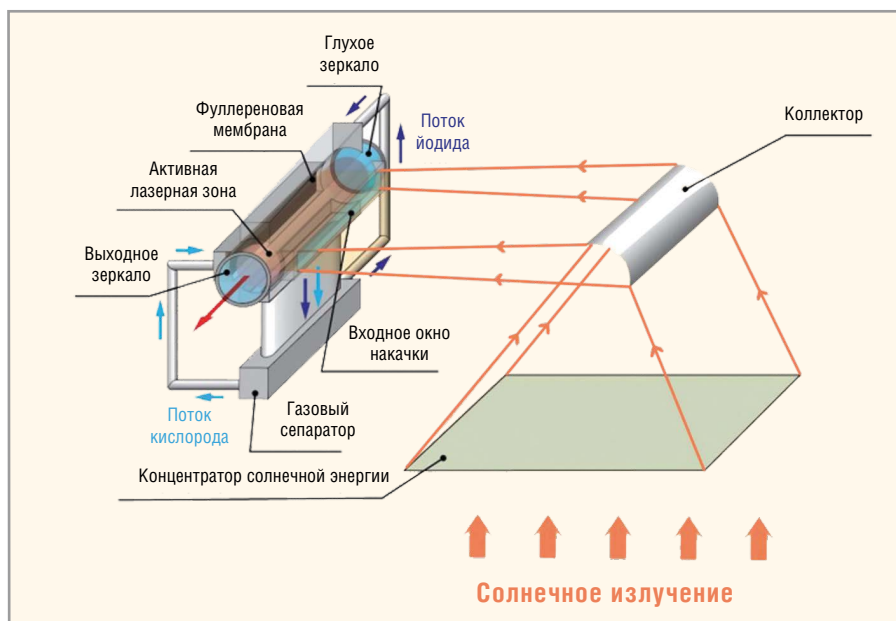


Рис. 4. Схема фуллерен-кислородно-йодного лазера с солнечной накачкой

Таблица 1. Характеристики волоконных непрерывных лазеров на иттербии ($\Delta\lambda = 1,05\text{--}1,08$ мкм)

Параметр	Данные
Выходная мощность, кВт	до 100
Возможность модуляции излучения на частоте, кГц	5
КПД, %	до 30
Канализация излучения по волокну диаметром, мкм	200
Длина волоконного световода, м	до 300
Качество пучка, мрад	$2,5 \times 6$
Срок службы не менее, ч	100 000
Габариты 10-киловаттного модуля, м	$0,86 \times 0,81 \times 1,50$
Масса 100-киловаттного модуля, кг	1000

Таблица 2. Оценка КПД преобразования энергии лазерного излучения

Тип лазера	Длина волны, мкм	КПД лазера, %	Материал приёмника	КПД преобразования лазерного излучения в электричество, %	Суммарный КПД, %
Кристаллические лазеры	1,03; 1,06	18...20	GaSb	36	6,5...7,2
			InGaAs	45	8,1...9
Волоконные лазеры	1,07 (Yb)	28...30	InGaAs	45	12,6...13,5
	1,55 (Er)	15...20	GaSb	54	8,1...10,8
Лазеры на парах щелочных металлов	0,77 (K)	30...35	AlGaAs	64	18...22
	0,795 (Rb)		AlGaAs	62	
	0,895 (Cs)		InGaAs	60	
			InP		

КПД ФЭП вырастает до 45%. Дальнейшее увеличение интенсивности лазерного излучения до 200 Вт/см² приводит к снижению КПД до 42%.

ФЭП на основе AlGaAs/GaAs обеспечивают эффективность преобразования лазерного излучения (на $\lambda = 1,08$ мкм) более 40% в широком диапазоне плотности мощности (0,1...200 Вт/см²). Увеличение КПД до 50–55% может быть достигнуто за счёт снижения оптических и омических потерь, а также за счёт смещения

длины волны лазерного излучения до 0,85 мкм. В таблице 2 представлены оценки КПД преобразования энергии излучения в электричество при оптимальной плотности падающего излучения 100 Вт/см² для трёх типов лазеров.

Тонкоплёночные ФЭП на основе арсенида галлия, разрабатываемые в ФТИ им. А.Ф. Иоффе РАН, позволяют сохранить высокий КПД при уменьшении толщины структуры ФЭП до величины менее 10 мкм. В результате более чем на порядок снижается рас-

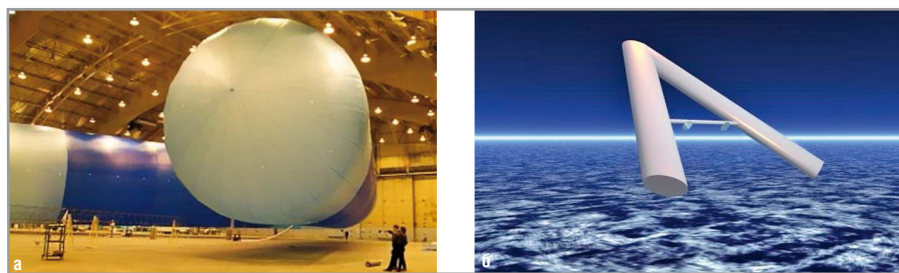


Рис. 5. V-образный беспилотный 53-метровый суборбитальный дирижабль Ascender:

а – в цеху; б – в полёте

ход арсенида галлия и, как следствие этого, в 2–3 раза снижается вес фотоэлектрических батарей. Цены на легированные индием (InGaAs) арсенид-галлиевые фотоэлектрические батареи составляют порядка \$3/ватт, и продолжают снижаться.

Концепция построения аэрокосмических энергетических платформ и магистралей

Мощность энергии, излучаемой Солнцем, составляет ориентировочно 63 МВт с каждого квадратного метра его поверхности. Интегральная плотность мощности солнечного излучения, достигающего атмосферы Земли, то есть газовой среды, которая вращается вместе с Землёй как единое целое, составляет в среднем 1367 Вт/м² (её называют солнечной постоянной). В ясный день поверхности Земли достигает не более 1000 Вт/м². Остальная часть солнечной энергии отражается и рассеивается в атмосфере молекулами газов, аэрозольными частицами, каплями воды и кристаллами льда. Это обуславливает одну из задач солнечной энергетики – как максимально эффективно уловить солнечные лучи, чтобы приблизиться к солнечной постоянной. Предлагается решить эту задачу с помощью огромных управляемых оптических зеркал, расположенных в ближнем космосе. Отражаемая от зеркал солнечная энергия может быть направлена на специальную стратосферную платформу (СП) или систему из нескольких таких платформ. На этих платформах должны быть расположены системы солнечных батарей, преобразующих солнечный свет в электричество.

Одним из вариантов СП является беспилотный дирижабль Ascender. Двухкилометровый гелиевый дирижабль с ионными двигателями по проекту калифорнийской компании JP Aerospace (см. рис. 5) может выходить почти на космическую орбиту. Разработчик

утверждает, что наполненные гелием воздушные шары способны подниматься на высоту 40–60 км и находиться там месяцами, наподобие орбитальных космических станций, принимая сменные экипажи с Земли.

Заполненный гелием аппарат с дистанционным управлением, оснащённый воздушными винтами, должен достичь расчётной высоты не менее 30,5 км. Также он должен продемонстрировать способность реагировать на команды с Земли, зависеть над заданной точкой, компенсируя моторами действие ветра, а также проходить путь между произвольно заданными пунктами на поверхности планеты. Испытание проводится, в первую очередь, для американских ВВС, которые рассматривают высотные аэростаты в качестве перспективных средств разведки и ретрансляции данных.

Стоимость постройки Ascender составила \$500 тыс. Это гораздо дешевле, чем покупка беспилотных самолётов-разведчиков, таких как Global Hawk (\$30 млн вместе со всем наземным оборудованием).

Калифорнийская компания полагает, что их детище послужит хорошим дополнением к другому дирижаблю – High Altitude Airship, который по заказу Пентагона разрабатывает фирма Lockheed Martin. Однако планы у JP Aerospace куда более грандиозные. Они не ограничиваются работой в интересах ВВС. Ascender длиной 53 метра – это лишь промежуточный этап на пути создания серии более крупных аэростатов.

Сейчас компания разрабатывает долговременную, парящую почти на границе космоса, станцию под названием Dark Sky Station с поперечником 3,2 км. Она должна висеть или медленно дрейфовать на высотах до 42 км и нести на борту обитаемую исследовательскую станцию, экипажи на которую доставлялись бы небольшими пилотируемыми аналогами Ascender.

Другой проект компании – Orbital Ascender. Это пилотируемый V-образный аэростат длиной 1,8 км, способный двигаться вокруг планеты по орбите и швартоваться к Dark Sky Station. Один оборот вокруг Земли занимал бы у гигантского корабля от 3 до 9 дней.

Для разгона и подъёма на высоты, недоступные обычным аэростатам (60 км и более), аппарат будет использовать ионные реактивные двигатели, питаемые топливными элементами и солнечными батареями. Положительную роль в рекордном подъёме сыграла бы и аэродинамика этого аппарата. Основатель компании JP Aerospace Джон Пауэлл (John Powell) заявляет, что ионные двигатели будут установлены на высотном аэростате и испытаны на высоте 30 км.

Калифорнийские инженеры пока даже не предсказывают, сколько лет понадобится для вывода в космос столь смелых проектов. Но такие аппараты, полагает Пауэлл, могли бы заменить нынешние космические корабли во многих сферах применения, заполняя промежуток между высотами, освоенными самолётами, и высотами, на которых летают низкоорбитальные спутники (см. рис. 6).

Следует иметь в виду, что на пути солнечного излучения к Земле происходит не только отражение солнечной энергии и рассеяние её в атмосфере. На неё также воздействует атмосферная турбулентность, под влиянием которой в большинстве районов Земли солнечное излучение будет иметь угловое рассеяние примерно 3...5 секунд. Учитывая расстояние от геостационарного спутника до Земли, получим отклонение оптического излучения примерно на 10 км, что легко компенсируется при помощи простейшей адаптивной системы. Проблема заключается в необходимости управлять огромными оптическими элементами прямо в космосе, на высотах порядка 35...40 тыс. км. Но гораздо существеннее проблема дороговизны энергии, так как её решение требует высокой эффективности преобразования световой энергии в электрическую. Это поможет сократить «лишние» площади солнечных батарей, которые необходимы для компенсации потерь энергии. Для решения данных задач учёные предлагают самые разнообразные проекты.

В одном из вариантов на космической орбите, на высоте примерно 40 тыс. км в районе геостационарных



Рис. 6. Dark Sky Station – многокилометровая космическая станция-аэростат

орбит, предлагается поместить систему слабо фокусирующих космических линз или зеркал (КЗ). Если осуществить прямую фокусировку отражённого от КЗ солнечного излучения прямо на СП или на Землю, появится необходимость адаптивно управлять этими зеркалами. Освещённая зона будет иметь площадь, равную сотням квадратных километров, однако плотность энергии в ней, по сравнению с естественной величиной плотности на поверхности Земли, будет ничтожно мала (см. рис. 7а).

Если исходить из того, что зеркала находятся на геостационарной орби-

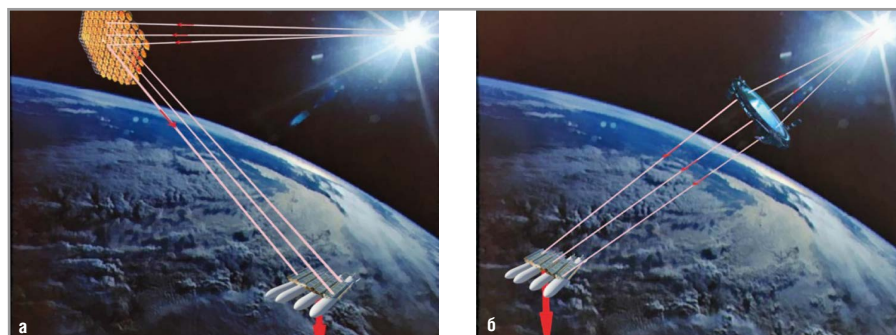


Рис. 7. Пассивная ретрансляция солнечного излучения к СБ, расположенным на СП

те, а СП – на высоте порядка 20 км, тогда размеры КЗ становятся гораздо больше размеров СП. В одном из вариантов проекта КЗ представляют собой тонкую плёнку, натянутую на разворачиваемый в космосе каркас, который, в свою очередь, и осуществлял точную наводку зеркал на СП (см. рис. 7б).

В другом варианте предлагается разместить на ГСО космическую электростанцию (КЭС) с ЛСПЭ, а на СП – постоянно висящую на высоте 20...40 км энергетическую заправочную станцию, предназначенную для беспроводного энергообеспечения

объектов на Земле и в аэрокосмическом пространстве. На КЭС должны быть размещены либо системы прямой накачки лазера солнечным светом, либо солнечные батареи с ЛСПЭ. Особенностью высот 20...40 км над Землёй являются постоянно дующие ветры, которые будут дестабилизировать положение СП. Поэтому она должна быть снабжена системой стабилизации своего положения и постоянной юстировки КЗ. Согласование системы КЗ и СП можно осуществить с помощью оптических маяков и систем адаптивной коррекции, установленных на СП (см. рис. 8).

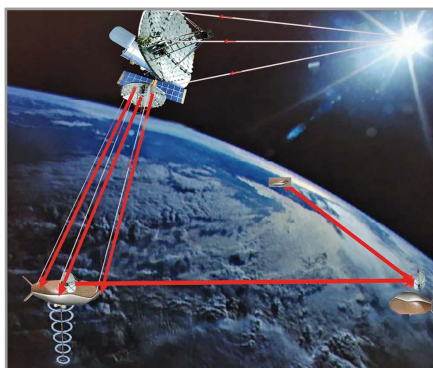


Рис. 8. Концепция аэрокосмической системы беспроводного энергообеспечения объектов

На Земле энергия лазерного излучения будет преобразована в электрическую или тепловую энергию. Системы пересылки лазерного излучения на трассе «СП – наземные станции» должны учитывать действие атмосферной турбулентности и погрешности стабилизации СП, а также корректировать искажающие действия. Для этого применяют активную и пассивную стабилизацию СП, а также корректировать искажающие действия. Для этого применяют активную и пассивную стабилизацию СП. Площадь приёмных солнечных батарей или других приёмников оптического излучения на Земле будет минимизирована за счёт фокусировки лазеров и повышения плотности мощности на 3–4 порядка.

На СП могут быть размещены лазеры с прямой накачкой солнечным излучением, кремниевые батареи, ретрансляторы и другое оборудование. Вариант размещения в космосе лазеров с прямой накачкой солнечным излучением и, минуя преобразования, отправка лазерных пучков на Землю с помощью расположенных на СП ретрансляторов, будет иметь наивысший КПД. Вариант с расположением на борту СП мощных лазеров и систем наведения может быть интересен тем, что он позволит начать работу по уничтожению космического мусора (см. рис. 9), так как СП всегда находится выше облаков. Вследствие фокусировки лазерных пучков площадь батарей на Земле будет существенно меньше, чем в случае прямого сбора солнечного света на поверхности Земли.

На СП и на наземных станциях будут размещены специальные маяки, представляющие собой точечные источники света. Излучение такого источника света, расположенного на Земле, проходит через атмосферу и принимается на СП специальным датчиком волнового фронта, сигналы которого будут управлять активными зеркалами для идеальной фокусировки лазерного пучка. Выбор длины волны лазе-



Рис. 9. Уничтожение космического мусора с помощью мощных лазеров

ра будет определяться возможностями минимизации негативных эффектов, обусловленных атмосферой Земли. Для выбранной длины волны можно заранее рассчитать так называемый размер когерентной зоны излучения видимого диапазона, которая позволяет обеспечить высокоточное наведение и фокусировку лазерного излучения на Землю. Оценки показывают, что при фокусировке на Землю размер когерентной зоны излучения видимого диапазона будет составлять примерно 20 см.

Структура аэрокосмической солнечной электростанции мегаваттной мощности (≥ 10 МВт) будет включать следующие компоненты:

- КЭС, содержащая ФЭП с КПД более 40% и лазерные каналы передачи мощности более 100 кВт со спектром излучения 0,8...2 мкм;
- аэростатная СП грузоподъемностью 25...50 т, расположенная на высоте 20...35 км с ФЭП площадью ≥ 10000 м² и КПД $\geq 30\%$ в верхней части и передающими ректеннами диаметром до 100 м в нижней части;
- спутник с плёночными зеркалами-концентраторами диаметром 500...1000 м, 10–100 лазерными каналами передачи энергии с высокоточными индивидуальными системами наведения (10^{-6} рад.) и накопителями энергии (возможно, суперконденсаторами);
- центр управления всеми компонентами электростанции, расположенный на СП, (аэростат может иметь двигатели для ориентации и стабилизации своего положения).

Для космической электростанции выбор типов лазеров диктуется следующими требованиями: КПД более 30%, мощность более 10 кВт, близкое к дифракционному уровню качество пучка лазерного излучения, возможность суммирования пучков без потери качества, минимальные массогабаритные пара-

метры и отсутствие подвижных систем. Этим требованиям соответствуют волоконные лазеры.

Для такого многокомпонентного сооружения, включающего в себя лазеры, зеркала, концентраторы и маяки, требуется многоуровневая адаптивная система оптического наведения, способная учесть фазовые, деформационные и другие искажения-препятствия, встречающиеся на пути лучей. Об этой адаптивной оптической системе мы расскажем во второй части статьи.

Продолжение следует

ЛИТЕРАТУРА

1. Ванке В.А., Лопухин В.М., Саввин В.Л. Проблемы солнечных космических электростанций. Успехи физических наук. 1977. Т. 123. № 4. С. 633.
2. Ванке В.А., Лесков Л.В., Лукьянов А.В. Космические энергосистемы. М. Машиностроение. 1990. 240 с.
3. Ванке В.А. Электроэнергия из космоса – солнечные космические электростанции. Журнал радиоэлектроники. 2007. № 12. С. 98.
4. Glaser P.F. Power from the Sun: It's Future. Science. 1968. V. 162. № 11. P. 857.
5. Грилихес В.А., Орлов П.П., Попов Л.Б. Солнечная энергия и космические полёты. М. Наука. 1984. 216 с.
6. Матюхин В., Мельников В., Сысоев В., Верлан А., Харлов Б. Лидерство России в создании промышленных лазерных космических солнечных электростанций для трансляции электроэнергии на Землю. Информационные ресурсы России. № 1. 2013.
7. Райкунов Г.Г., Камков В.А., Мельников В.М., Харлов Б.Н. Центробежные бескаркасные крупногабаритные космические конструкции. М. Физматлит, 2009. 447 с.
8. Сигов А.С., Матюхин В.Ф. Лазерные системы для беспроводной передачи энергии. Альтернативный киловатт. № 6. 2012. С. 21.
9. Сысоев В.К., Пономаренко А.Д., Верлан А.А. Мировые тенденции развития космических электростанций. Альтернативный киловатт. № 5. 2011. С. 14.
10. Сысоев В.К., Верлан А.А., Насыров А.Ф. Солнечные электростанции на высотных дирижаблях. Научное обозрение. № 5. 2011. С. 312.
11. Сысоев В.К., Пичхадзе К.М., Грешилов П.А., Верлан А.А. Солнечные космические электростанции – пути развития. М. ФГУП «НПО им. С.А. Лавочкина». 2013. 160 с.
12. Тугаенко В.Ю. Возможности и перспективы беспроводной передачи электрической энергии в космосе и из космоса на Землю. Альтернативный киловатт. № 2. 2011. С. 36.



Преимущества FPGA с технологией Tri-Gate

Райан Кенни, Джефф Ватт, Altera Corporation

В данной статье исследуется влияние перехода дизайна транзисторов в полупроводниковой промышленности от традиционной планарной к 3D-структуре, что обеспечивает значительный рост возможностей высокоэффективных программируемых логических схем.

ВВЕДЕНИЕ

В феврале 2013 года компании Altera и Intel Corporation объявили, что следующее поколение высокоэффективных FPGA-продуктов (программируемых логических интегральных схем), выпускаемых компанией Altera, будет производиться с использованием 14-нм транзисторов с 3D Tri-Gate технологией от компании Intel. Благодаря этому компания Altera становится основным поставщиком эксклюзивных полупроводниковых технологий. Чтобы понять полезность технологии Tri-Gate для высокоэффективных FPGA, необходимо ознакомиться с основными этапами её разработки и структуры, а также с сопутствующими технологиями.

ОСНОВНЫЕ ЭТАПЫ РАЗРАБОТКИ ТРАНЗИСТОРОВ

В 1947 году в исследовательском центре Bell Laboratories был представлен первый транзистор германиевой «точечно-контактной» структуры. В начале 1954 года кремний использовали, чтобы производить двухполосные транзисторы, но только в 1960 году был построен первый кремниевый МОП-транзистор (MOSFET – полевой транзистор со структурой металл-оксид-полупроводник). Самые ранние MOSFET были 2D-планарными устройствами с током, текущим по поверхности проводника под затвором. Более 50 лет базовая структура устройств MOSFET оставалась практически неизменной.

Со времён появления в 1965 году закона Мура в изготовление и оптимизацию технологии MOSFET, с целью закрепления закона в номенклатуре и циклах планирования производства полупроводниковой промышленности, было внесено немало усовершенствований и улучшений. Последние 10 лет все улучшения эффективности и производительности MOSFET происходили благодаря прорывам в областях внедрения технологий «напряжённого кремния» (который обладает растянутой кристал-

лической решёткой) и High-K технологией металлического затвора (материал с высокой диэлектрической проницаемостью или высокой диэлектрической постоянной, использующийся как диэлектрик затвора).

Потенциал технологии «опоясывающего» затвора транзистора с целью повышения продуктивности MOSFET и устранения короткоканального эффекта был описан в 1991 году в статье Дига Хисамото (Digh Hisamoto) и его коллег из научно-исследовательской лаборатории Hitachi (Hitachi Central Research Laboratory): по мере уменьшения длины канала МОП-транзистора свойства последнего начинают резко отличаться от свойств обычных длинноканальных приборов. Публикация называлась «Влияние вертикальной структуры SOI «DELTA» на планарную технологию устройства» [1]. В 1997 году Управлением перспективных исследований DARPA группе разработчиков из Калифорнийского университета в Беркли был выдан грант на проектировку транзистора со сверхтонким подзатворным изолятором, основанного на принципе DELTA. В одной из первых статей, посвящённой описанию результатов проведённых исследований, устройству, за тонкую структуру в центре геометрии транзистора, было дано название «FinFET» [2].

ПОВОРОТНЫЙ МОМЕНТ В ТЕХНОЛОГИИ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ТРАНЗИСТОРОВ

Оптимизация и технологические исследования 3D-структур транзисторов продолжились в научно-исследовательских организациях ведущих компаний, занимающихся полупроводниковым оборудованием. Часть процессов и запатентованных разработок были опубликованы, а некоторые так и остались в стенах корпоративных лабораторий.

Инвестициями научных исследований в полупроводниковой промышленности распоряжаются согласно Меж-

дународной дорожной карте для полупроводников (International Technology Roadmap for Semiconductors – ITRS). ITRS является одним из наиболее известных международных исследовательских проектов. Спонсорами проекта выступают организации, считающиеся ведущими разработчиками и производителями полупроводникового оборудования. ITRS сосредотачивается на прогнозировании появления новых технологий в области полупроводников, которые позволят перейти к выпуску продуктов с более высокими характеристиками. Документальные заключения ITRS и рекомендации по вопросам производственных возможностей таких технологий, как «напряжённый кремний» и металлические затворы с диэлектриком High-K, а теперь и использование 3D-транзисторов, призваны подчеркнуть справедливость закона Мура. За прошедшее десятилетие исследования в области 3D-транзисторов, основанные на докладах ITRS, а также экспертизе научных статей и патентов, существенно расширились.

ВНЕДРЕНИЕ И ИСПЫТАНИЯ

Транзисторы с 3D-структурой попали в центр внимания промышленности и заняли своё место в истории технологии транзисторов MOSFET благодаря двум важным заявлениям, которые были сделаны в течение последних 4 лет.

Первое заявление было озвучено 4 мая 2011 года компанией Intel Corporation. В нём сообщалось о транзисторах с технологией Tri-Gate, отобранных для планирования и изготовления полупроводникового оборудования по 22-нм техпроцессу. Заявлению предшествовало десятилетие исследований и разработок. При этом использовались работы господина Хисамото (Hisamoto) и других исследователей в сфере развития и оптимизации FinFET. Оно подтверждало целесообразность и рентабельность транзисторов с технологией Tri-Gate в производстве полупроводников, а также декларировало лидерство компании Intel в полупроводниковой промышленности.

Второе заявление являлось публикацией технологической дорожной карты ITRS. Многие компании-произ-

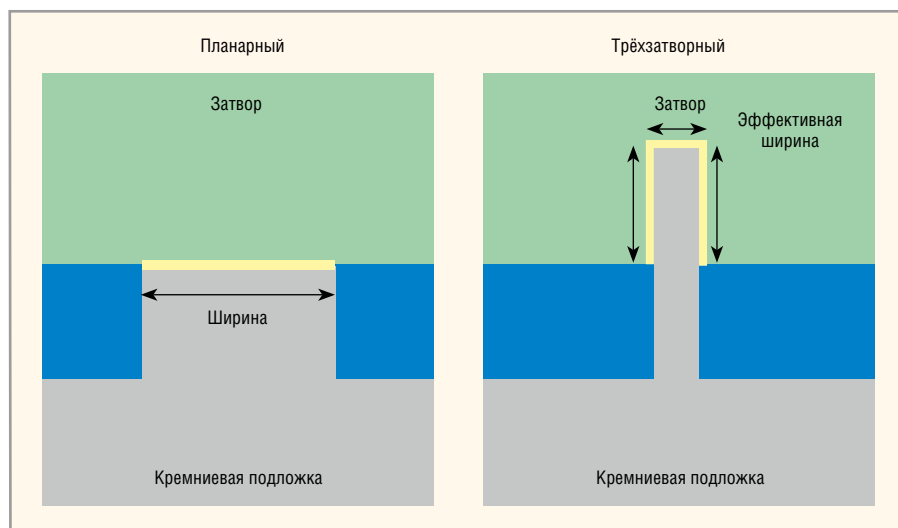


Рис. 1. Эффективность ширины каналов планарного транзистора и транзистора Tri-Gate структуры

водители полупроводникового оборудования определили технологию 3D-транзисторов как основной инструмент достижения высоких показателей в полупроводниках над техпроцессами 20-нм или 22-нм.

ОСНОВНЫЕ ОСОБЕННОСТИ СТРУКТУРЫ TRI-GATE

Транзисторы с 3D-геометрией и структурой Tri-Gate имеют существенные преимущества перед транзисторами планарной структуры. Все они относятся к «одеясывающему» эффекту затворов MOSFET вокруг источника утечки. Эти преимущества отражаются в возрастающей производительности, уменьшении энергопотребления и тока утечки, компактности дизайна транзистора и в уменьшении подверженности эффекту одиночного сбоя (SEU) ионизирующими зарядами (см. рис. 1).

Ключевое преимущество транзисторов с технологией Tri-Gate перед транзисторами традиционной планарной структуры может заключаться в эффективной ширине проводящего канала.

Текущая способность проводимости и производительности транзистора непосредственно пропорциональна эффективной ширине канала. Эффективная ширина канала в транзисторе с 3D-структурой может быть значительно увеличена относительно планарного благодаря способности увеличивать ширину в третьем измерении, как показано на рисунке 1. Это улучшает приспособляемость конструкции для проектировщика транзистора и увеличивает производительность без тех ухудшений, которые появляются при увеличении ширины канала в планарном транзисторе.

Преимущество по энергопотреблению проявляется благодаря усилению контроля канала электрическим полем затвора на трёх сторонах ребра. Это понижает порог тока утечки от источника до стока в «закрытом» состоянии по сравнению с планарным транзистором. Кроме того, благодаря Tri-Gate транзисторам, мощность напряжения может быть значительно уменьшена, и в то же время из-за увеличенной эффективной ширины канала, по сравнению с планарным транзистором, будет поддерживаться большая скорость. В результате эффективный расход энергии и уменьшение тока утечки дают существенную экономию энергии.

Преимущество в энергосбережении на своих форумах Intel Developer Forums (2011, 2012) компания Intel Corporation объясняла более крутой подпороговой кривой Tri-Gate транзистора (см. рис. 2). Проектировщики также могут использовать преимущества более крутой подпороговой кривой для сокращения тока утечки планарного транзистора той же производительности и для транзистора существенно более высокой производительности, а также для комбинации обоих.

При появлении каждого нового поколения технологии производства кремния происходит сжатие геометрии транзистора или уменьшение общей его структуры и затвора, что увеличивает плотность. Сама 3D-структура Tri-Gate также приводит к увеличению плотности транзисторов, увеличивая ширину проводящего канала транзистора в третьем измерении. Это позволяет проектировщикам выбирать альтернативный размер и шири-

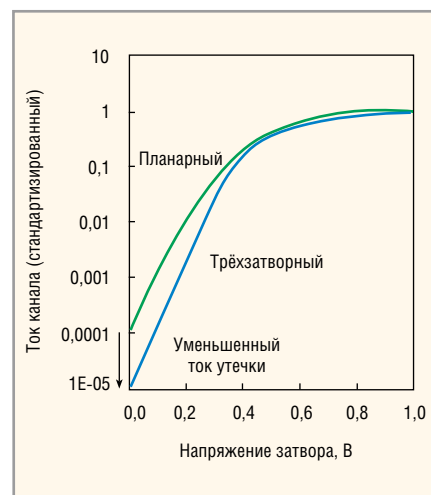


Рис. 2. Транзисторы структуры Tri-Gate с более крутой подпороговой кривой

ну «ребра», основываясь на рабочих характеристиках, производительности и плотности транзистора. В случае если Altera перейдёт на структуру Tri-Gate по 14-нм техпроцессу, компания извлечёт из этого немалую выгоду: сжатие геометрии транзистора до 14-нм техпроцесса и дальнейшее увеличение плотности благодаря технологии Tri-Gate в 3D-транзисторах.

Снижение влияния эффекта одиночного сбоя (SEU) достигается благодаря небольшой площади поперечного сечения соединения ребра с основанием в структуре Tri-Gate. Это уменьшает область, в которой может быть коллектирован заряд, произведённый ионизацией частицы, что наблюдается в транзисторах плоскостной структуры. Малая вероятность появления заряженных частиц, вызывающих всплески в схемах, основанных на транзисторах, подтверждается ранними тестированиями внедрения транзисторов Tri-Gate в устройства Intel по 22-нм техпроцессу.

ПРОИЗВОДСТВО УСТРОЙСТВ НА ОСНОВЕ ТЕХНОЛОГИИ TRI-GATE

Преимущества транзисторов Tri-Gate изучены и достаточно хорошо известны, но при внедрении их в устройства ориентируются не только на технологии и возможности производства, но, в первую очередь, на рентабельность.

Производство полупроводников малых конфигураций (40-нм, 28-нм, 22-нм или 20-нм и выше) требует больших расходов на научные исследования. Именно это ограничивает применение данной технологии, так как на её развитие требуются миллиарды дол-

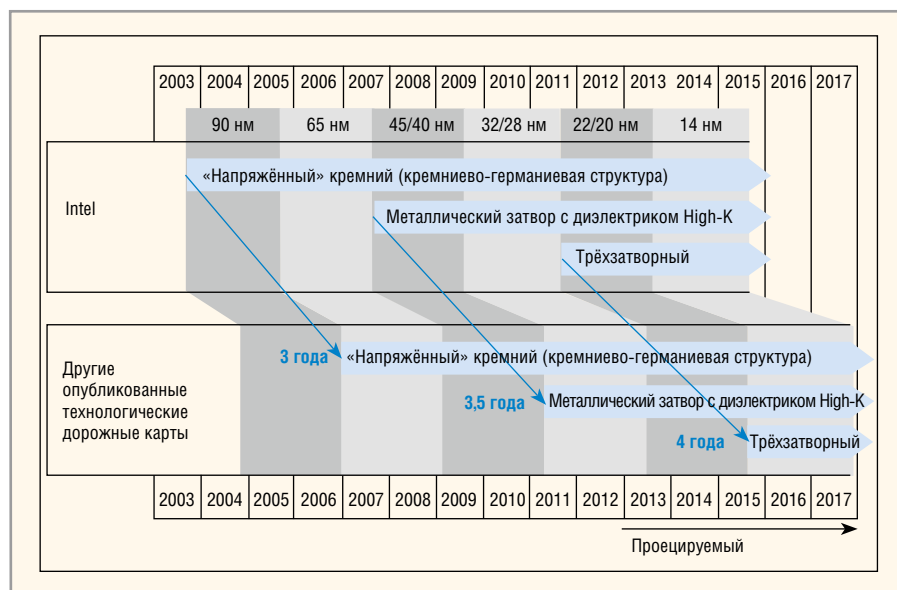


Рис. 3. Лидерство Intel в транзисторных технологиях

ларов. В результате извлечь выгоду из транзисторов с 3D-технологией способна только группа компаний. Intel Corporation – единственная компания, которая уже осуществила проектирование по 22-нм техпроцессу и может предоставить готовые данные для массового производства транзисторов с технологией Tri-Gate. Так в первом квартале 2013 года компанией было выпущено 100 млн единиц продукции, основанных на технологии Tri-Gate.

Был выявлен ряд проблем и некоторых особенностей затворов 3D-структуры, что повлекло за собой подгонку производства и самой структуры транзисторов под имеющиеся технологии. Речь идёт о моделировании новых паразитных ёмкостей, чего не делалось в традиционных планарных структурах, а также о пересмотре планировки и использовании методов двойной литографии на имеющемся оборудовании для формирования более частых рёбер.

Автоматизация процесса проектирования электроники (EDA) также является важным фактором, влияющим на удобство использования разработчиком FinFET и Tri-Gate технологий. В 2013 году обучением проектированию полупроводниковых продуктов будущего с учётом влияния правил применения Tri-Gate занимались в основном две компании – Cadence и Synopsys.

Влияние на FPGA и на производительность других полупроводниковых устройств

Главное преимущество технологии Tri-Gate для электронных устройств,

основанных на FPGA, подтверждает закон Мура и заключается в устойчивом развитии улучшений в плане плотности, эффективности, энергопотреблении и стоимости транзистора. Это касается индустрии бытовой электроники, развития компьютерного оборудования, усложнения ПО, устройства хранения памяти, разработки и креативности мобильных устройств, а также автоматизации и производительности управленческих работ.

Благодаря этой технологии значительно улучшился контроль над рассеиванием мощности в полупроводниках как в статическом, так и в активном состоянии. Благодаря этому программируемая логика, подкреплённая 14-нм техпроцессом, способна конкурировать с ASIC (специализированными интегральными микросхемами) и ASSP (специализированными стандартными продуктами – разновидностью специализированных интегральных схем). Она даёт значительные преимущества при программировании, влияет на производительность, добавляет универсальности, позволяет использовать Open Computing Language (OpenCL™ – открытый язык вычислений) проектирования программного обеспечения и интеграцию DSP (технологии управления и оптимизации), трансиверы и конфигурируемые I/Os.

В своём отчёте перед инвесторами компания Intel Corporation предоставила данные обо всех тех преимуществах, которые были выявлены в процессе внедрения технологии Tri-Gate

в микропроцессорные устройства компании. Это сокращение потребляемой транзистором мощности более чем на 50% при переходе от планарной структуры по 32-нм техпроцессу к Tri-Gate структуре по 22-нм техпроцессу [3], улучшенная кривая плотности распределения ошибок [3] и снижение степени подверженности SEU в 4–10 раз [4].

Место компании Intel в полупроводниковых технологиях

На нескольких общественных форумах, включая Intel Developer's Forums, и на конференциях инвесторов Intel определила те области, в которых компания будет сохранять лидерство. На рисунке 3 показаны расчёты компании Intel, определяющие количество лет, в течение которых она будет оставаться лидером в своей отрасли благодаря своевременному внедрению технологии «напряжённого кремния» и технологии металлического затвора High-K в серийное производство. Учитывая производственное развёртывание технологии Tri-Gate по 22-нм техпроцессу в 2011 году, Intel оценивает свой отрыв от конкурентов сроком в четыре года.

«В первом квартале 2013 года мы уже отгрузили 100 млн 22-миллиметровых (Tri-Gate) процессоров, используя нашу революционную транзисторную 3D-технологию, в то время как другие всё ещё работают над созданием своих первых блоков», – сказал в ходе телеконференции, проходившей 16 апреля 2013 года и посвящённой финансовой деятельности компании, генеральный директор Intel Пол Отеллини (Paul Otellini).

Другое ключевое преимущество, которое поможет Intel внедрить технологии по 14-нм техпроцессу, – это их знаменитая стратегия «Tick-Tock». Цикл «Tick» подразумевает внесение изменений в микроархитектуру CPU-продуктов. Далее следует цикл «Tock» – уменьшение геометрии полупроводника. Intel намерена продолжить сжатие геометрии транзисторов с 22 нм до 14 нм. Что касается аналогичных технологических процессов на полупроводниках у других изготовителей, то пока неизвестно, предусматривают ли их дорожные карты дальнейшее сжатие.

Доступ к преимуществам технологии Tri-Gate через FPGA Altera

Воспользоваться преимуществами технологии Tri-Gate компании Intel смогут только пользователи высокоэффективных FPGA, выпущенных компанией Altera® по 14-нм техпроцессу. Это результат особого производственного сотрудничества двух компаний, упомянутых в начале статьи.

Существенные преимущества полупроводниковой технологии Tri-Gate позволят компании Altera наделять SoC и FPGA невероятной производительностью. Объём работы ядра, по сравнению с другим FPGA высокого уровня, удвоится, что выведет продуктивность работы FPGA на уровень гигагерца. При этом энергопотребление, благодаря комбинации процесса, архитектуры и усовершенствования программного обеспечения, уменьшится на 70%.

Несмотря на то что детали производственного 14-нм процесса от Intel Corporation ещё не обнародованы, пользователи Altera могут уже сегодня воспользоваться преимуществами, которые дают FPGA-устройствам технологии Tri-Gate: производительностью и малым энергопотреблением. Это возможно благодаря линейке продуктов Arria® 10 для FPGA. Затем пользователи смогут воспользоваться дизайном Pin-for-Pin, перейдя со временем с Arria 10 FPGA и SoC на Stratix® 10 FPGA и SoC.

Это позволит пользователю FPGA и разработчику архитектуры системы начать проектировать продукты, которые смогут сочетать в себе программы

Arria 10 и Stratix 10, притом с минимумом изменений, модификаций и реконструирования. В результате выпускаемые FPGA будут обладать самой высокой производительностью и самым низким уровнем энергопотребления среди аналогов, созданных по 20-нм процессу, что сопоставимо с производительностью и энергопотреблением этих же продуктов, созданных по технологии Intel 14 нм с использованием Tri-Gate.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Исторически сложилось так, что определение самых высокоэффективных продуктов FPGA – это весьма субъективный параметрический процесс сравнительного анализа. Но использование технологии Tri-Gate по 14-нм техпроцессу создаст самые высокоэффективные FPGA, которые, безусловно, превзойдут транзисторные технологии. Технология Intel Tri-Gate по 14-нм техпроцессу станет уже вторым поколением высокопродуктивной технологии. Intel Tri-Gate по 14-нм техпроцессу сочетает в себе как выгоды технологии Tri-Gate, так и преимущества сокращения полного транзисторного процесса. Единственная компания, имеющая доступ к данной технологии Intel, – это Altera. Проектирование систем с использованием технологии, основывающейся на Tri-Gate, – гарантия целого ряда преимуществ.

ЛИТЕРАТУРА

1. Impact of the Vertical SOI «DELTA» Structure on Planar Device Technology,

IEEE Transactions on Electron Devices. Vol. 38. No. 6. June 1991. www.ieeeexplore.ieee.org/iel1/16/2677/00081634.pdf.

2. FinFET – A Self-Aligned Double-Gate MOSFET Scalable to 20 nm, IEEE Transactions on Electron Devices. Vol. 47. No. 12. December 2000. www.eecs.berkeley.edu/~hu/PUBLICATIONS/PAPERS/700.pdf.
3. Mark Bobr. Intel Developer's Forum. 6 September 2011. www.intel.com/idf/library/pdf/sf_2011/SF11_SPCS002_101F.pdf.
4. Soft Error Susceptibilities of 22 nm Tri-Gate Devices, IEEE TRANSACTIONS ON NUCLEAR SCIENCE. Vol. 59. No. 6. December 2012. www.ieeeexplore.ieee.org/iel5/23/4689328/06338321.pdf.
5. Intel Adds Altera as a Customer. The Wall Street Journal. 25 February 2013. www.online.wsj.com/article/SB10001424127887323384604578326641821604714.html.
6. Intel Reinvents Transistors Using New 3D-Structure. Intel Corporation. 4 May 2011. www.newsroom.intel.com/community/intel_newsroom/blog/2011/05/04/intel-reinvents-transistors-using-new-3-d-structure.
7. International Technology Roadmap for Semiconductors. ITRS.com. 2011. www.itrs.net/.
8. Intel Earnings Call 1Q2013. 16 April 2013. www.newsroom.intel.com/community/intel_newsroom/blog/2013/04/16/intel-reports-first-quarter-revenue-of-126-billion.
9. White Paper: Meeting the Performance and Power Imperative of the Zettabyte Era with Generation 10 FPGAs and SoCs. Altera.com. June 2013. www.altera.com/literature/wp/wp-01200-power-performance-zettabyte-generation-10.pdf.

Перевод Эрмина Машуряна

Новости мира News of the World Новости мира

Японская революция в микроэлектронике

Японская компания MinimalFab продемонстрировала на выставке Semicon Japan 2014 линию, переворачивающую наши представления о производстве чипов.

Вместо огромных чистых комнат и оборудования мегаразмеров предлагаются мини-фабы для производства отдельных чипов размером полдьюма.

Компания (как стартап) была организована четыре года назад. Прямо на выставке была за два дня безо всяких чистых комнат развернута линия из 25 отдельных установок и в течение дня представлен полный цикл создания К-МОП транзисторной

структуры. Линия включает в себя все стандартные процессы: от нанесения фоторезистов (через фотолитографию и ионную имплантацию) до контроля функционирования. Кристаллы помещены в специальные вакуумноизолированные мини-контейнеры, что в итоге не требует специальных чистых комнат.

На данный момент технология освоена под 0,8 мкм. Ожидается, что через два года удастся отработать 22 нм.

Небольшая производительность, мультитехнологичность, минимальная стоимость чипа (ориентировочная стоимость всего комплекта оборудования из 55 установок составляет приблизительно



\$ 5 млн), отсутствие чистых комнат и громадных затрат, с этим связанных, – именно то, что нужно российскому рынку сегодня, да и завтра!

www.zelenograd.ru

Магнитотерапевтические установки и аппараты отечественного производства

Сергей Шишкин (г. Саров, Нижегородская обл.)

В статье приведён обзор отечественных магнитотерапевтических установок и аппаратов с номинальной потребляемой мощностью более 100 ВА.

ВВЕДЕНИЕ

Ещё лет 30 назад официальная наука была уверена, что слабые электромагнитные поля не оказывают существенного влияния на биологические структуры и живой организм, а полезный эффект магнитотерапии подвергался сомнению в медицинских кругах. Но благодаря инициативным исследованиям, которые проводились в московском Институте высшей нервной деятельности (Ю.А. Холодов), в Институте биофизики (Ю.Г. Григорьев) (Москва), в Институте биофизики клетки в городе Пущино (В.В. Леднёв) и других учреждениях, магнитобиология и магнитотерапия получили широкое признание и развитие.

Распространение магнитотерапии в лечебной практике обусловлено появлением технических средств, создающих переменное вращающееся магнитное поле, и методов их применения. Принципы разработки аппаратов и систем для магнитотерапии, методики построения отдельных узлов магнитотерапевтической аппаратуры изложены в работах Ю.М. Райгородского, Ю.В. Малкова, Г.Р. Соловьёвой, Д.А. Синицкого и других. Одной из пер-

вых областей медицины, где для лечения начали использовать магнитное поле, была онкология. Базируясь на исследованиях влияния магнитного поля на экспериментальные опухоли, профессор Д.А. Синицкий предложил способ лечения злокачественных опухолей и описал магнитотерапевтическую установку, обеспечивающую дозированное воздействие вращающегося магнитного поля на организм.

Современная магнитотерапия – безболезненный и безопасный для пациентов метод лечения. В настоящее время накоплен большой опыт научных исследований и лечебной практики в области воздействия слабых магнитных полей на биологические структуры и организм человека. В последнее десятилетие наблюдается усиление интереса врачей-физиотерапевтов к общей магнитотерапии (ОМТ): воздействию магнитным полем порядка 1...3,5 мТл на всё тело человека или большую его часть путём помещения пациента внутри индуктора большого диаметра. Такое воздействие позволяет одновременно влиять на основные системы организма, обмен веществ и окислительно-восстановительные процессы.

Современные физиотерапевтические аппараты создают низкочастотное переменное магнитное поле (вращающееся и бегущее). Лечебный эффект ОМТ связывают с развитием ответных реакций организма на действие магнитного поля, как в виде физико-химических изменений в первичных механизмах гомеостаза, так и путём неспецифической адаптации систем общего реагирования (иммунной, нервной, гуморальной), изменяющих реактивность организма и активирующих компенсаторные механизмы.

Опыт клинического применения магнитотерапевтических установок свидетельствует о целесообразности сочетания ОМТ с традиционными методами лечения. Однако следует признать, что среди медиков остаётся немало скептиков, которые не принимают магнитотерапию и не признают её как способ лечения.

ОБЗОР ОТЕЧЕСТВЕННЫХ УСТАНОВОК

Магнитотерапевтическая установка УМТИ-3Ф (далее установка) производства завода «Авангард» (г. Саров) предназначена для лечения различных заболеваний путём воздействия на пациента охватывающих и перемещающихся в пространстве магнитных полей.

Установка состоит из блока управления и индуктора. Индуктор представляет собой три кольца-соленоиды диаметром 800 мм. Кольца могут компоноваться либо в призму – для создания вращающегося электромагнитного поля, либо в цилиндр – для создания линейно перемещающегося в пространстве поля. Электронная часть установки (блок управления) должна обеспечивать создание импульсов затухающего трёхфазного переменного магнитного поля с возможностью изменения индукции, длительности воздействия и пространственной конфигурации, а также электробезопасность медицинской техники. Структурная схема установки приведена на рисунке 1, а её основные параметры – в таблице 1.

С целью улучшения массогабаритных и энергетических характеристик уста-

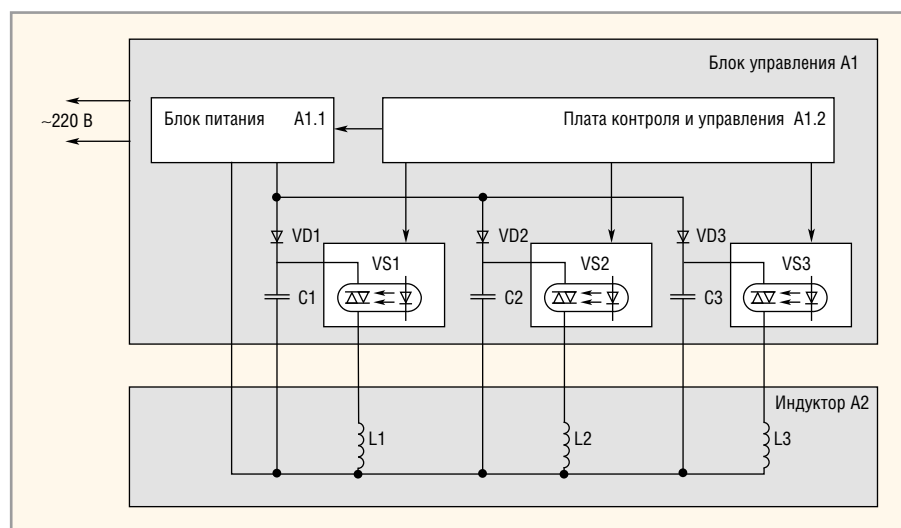


Рис. 1. Структурная схема установки УМТИ-3Ф

новки и расширения диапазона амплитудно-частотных характеристик магнитного поля в установке применён трёхфазный генератор, выполненный в виде трёх одинаковых зарядно-разрядных контуров. Каждый контур содержит накопительный конденсатор, разрядный ключ (оптотиристор) и соленоид индуктора. Заряд конденсатора контура осуществляется от блока питания через развязывающий диод. Разряд конденсаторов осуществляется импульсами от блока управления достаточной длительности. Благодаря применению накопительных конденсаторов, напряжение заряда может изменяться в широких пределах, как и амплитудное значение напряжённости магнитного поля в индукторе.

Конструктивно установка состоит из блока управления А1 (см. рис. 1) и индуктора А2. Индуктор представляет собой комбинацию из трёх соленоидов (L1, L2, L3) и крепёжных приспособлений, которые дают возможность скомпоновать соленоиды в цилиндр или призму и получить, соответственно, бегущее или вращающееся магнитное поле. Блок управления содержит плату контроля и управления А1.2 (далее – ПКУ) и силовую часть:

- блок питания А1.1;
- конденсаторы С1–С3;
- диоды VD1–VD3;
- оптотиристоры VS1–VS3.

Принцип действия установки заключается в следующем. Плата контроля вместе с блоком питания А1.2 осуществляют регулируемый заряд трёх накопительных конденсаторов С1–С3. Затем ПКУ выдаёт три задержанных относительно друг друга импульса, управляющих оптотиристорами VS1–VS3, соответственно. Через оптотиристоры осуществляется разряд накопительных конденсаторов на три соленоида L1, L2 и L3 индуктора А2 в виде свободно затухающих синусоидальных токов в LC-контуре, фазы которых смещены на 120 электрических градусов. Внешний вид установки представлен на рисунке 2, где соленоиды индуктора скомпонованы в цилиндр, а лицевая панель блока управления показана на рисунке 3.

Завод «Авангард» также выпускает установку для лечения низкочастотным вращающимся электромагнитным полем УВМП-2,5/100. В отличие от УМТИ-3Ф, она является стационарной и состоит из лечебной камеры, блоков трансформатора, выпрямителя и гене-

ратора. Внешний вид УВМП-2,5/100 представлен на рисунке 4. Основные технические характеристики установки приведены в таблице 2.

Установка обеспечивает возможность модуляции амплитуды индукции магнитного поля по квазилинейному закону в цикле от нуля до заданного значения и от заданного значения до нуля с периодом модуляции 120 с ($\pm 10\%$). Алгоритм работы установки предусматривает:

- ручную установку и регулировку необходимой для процедуры амплитуды модуляции магнитной индукции и квазилинейное циклическое изменение индукции (модуляцию) в автоматическом режиме;
- автоматическую отработку заданного переключателями числа циклов модуляции;
- возможность ручной остановки цикла модуляции в любой момент;
- изменение вручную направления вращения поля.

Время установления рабочего режима с момента включения установки составляет не более 10 минут. Конструкция установки обеспечивает лёгкий доступ к основным деталям, что облегчает её ремонт и обслуживание.

ООО «Мидас» (г. Саров) является разработчиком и производителем магнитотерапевтической установки УМТИ-3ФА, которая по техническим характеристикам и функциональным возможностям является полным анало-



Рис. 2. Внешний вид установки УМТИ-3Ф



Рис. 3. Блок управления установкой УМТИ-3Ф

гом установки УМТИ-3Ф и отличается от неё только интерфейсом управления (см. рис. 5).

По своим характеристикам, магнитотерапевтическая установка УМТИ-3ФА является мобильным аналогом стационарных установок «Магнитотурбо-

Таблица 1. Основные технические характеристики УМТИ-3Ф

Характеристики	Параметры
Сетевое напряжение питания, В	220 $\pm$ 20%, 50 Гц
Потребляемая мощность, не более, ВА	150
Количество соленоидов в индукторе, шт.	3
Диаметр соленоида, не более, мм	800
Максимальная индукция ($B_{\text{макс}}$), мТл:	
– в центре соленоида	4 $\pm$ 0,7
– вблизи соленоида	26 $\pm$ 6
Рекомендуемое расстояние между индукторами, м	2
Диапазон регулировки индукции в центре соленоида, $B_{\text{макс}}$	от 0,1
Дискретность задания индукции, мТл	0,5
Частота колебаний тока в соленоиде, Гц	100 $\pm$ 15
Частота повторений импульсов тока в соленоиде, Гц	1 $\pm$ 0,1
Максимальная длительность сеанса, мин	99
Дискретность задания сеанса, мин	1
Вид поля при компоновке соленоидов:	
– цилиндр	Бегущее поле
– призма	Вращающееся поле
Время непрерывной работы, ч	Не ограничено
Габаритные размеры блока управления (д $\times$ ш $\times$ в), мм	300 $\times$ 250 $\times$ 140
Масса блока управления, не более, кг	8
Масса индуктора, не более, кг	11
Условия эксплуатации:	
– температура окружающей среды, °С	+15...+35
– давление, мм рт. ст.	645...795
– относительная влажность, %	45...75



Рис. 4. Установка УВМП-2,5/100 «Авангард» в действии

трон», «Алма», «Эол» и «УВМП2,5/100». Установка реализует новый метод лечения заболеваний перемещающимся в пространстве импульсным синусоидальным магнитным полем. При индивидуальном подборе параметров воздействующего поля установка выводит организм пациента на стадию реакции активации. Эффект воздействия носит неспецифический характер. Сходные реакции живых организмов можно получить в результате применения ряда фармацевтических препаратов (жень-

шень, мумиё и другие). Помимо благотворного воздействия импульсами магнитного поля на физико-химические процессы, протекающие в организме человека, установка УМТИ-3ФА оказывает размагничивающее действие, так как её импульсы магнитного поля формируются токами в виде свободно затухающих колебаний частотой 100 Гц.

Ассортимент магнитотерапевтической аппаратуры выпускает и ООО НПЦ «ММЦ «Мадин» (г. Нижний Новгород). Это магнитотерапевтические установ-

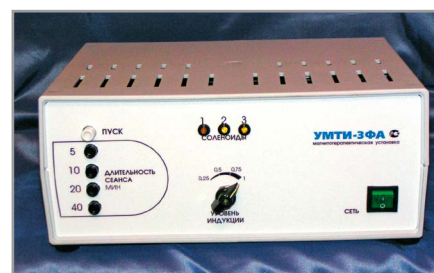


Рис. 5. Лицевая панель блока управления установкой УМТИ-3ФА



Рис. 6. Внешний вид установки «Колибри-Эксперт» вместе со специализированной кушеткой для пациента

ки УМТИ-3Ф в исполнениях «Колибри» и «Колибри-Эксперт», «Магнитотурботрон Люкс» (УМТвп – «Мадин») и «Магнитотурботрон Стандарт». Внешний вид «Колибри-Эксперт» вместе со специализированной кушеткой для пациента представлен на рисунке 6. Основные технические характеристики установок «Колибри» и «Колибри-Эксперт» приведены в таблице 3.

УМТИ-3Ф «Колибри-Эксперт» – это импульсная трёхфазная магнитотерапевтическая установка с бегущим магнитным полем и специализированной кушеткой для пациента, которая создаёт импульсы затухающего переменного магнитного поля с вариациями индукции 3,5...32 мТл. Установка оказывает воздействие на весь организм, менее равномерное и более слабое, чем «Магнитотурботрон Люкс», однако позволяет направить максимальную индукцию на определённые области тела пациента. «Колибри-Эксперт» обеспечивает четыре режима воздействия, возможность быстрого изменения конфигурации соленоидов, безопасность и отсутствие побочных эффектов, мобильность, малые габариты и простоту в использовании. Специализированная кушетка позволяет пациенту удобно лежать во время процедуры, а персоналу – быстро изменять конфигурацию трёх соленоидов, чтобы создать вращающееся импульсное магнитное поле («призма») или бегущее импульсное магнитное поле («цилиндр»), охватывающее всё тело.

Таблица 2. Основные технические характеристики установки УВМП-2,5/100 «Авангард»

Характеристики	Параметры
Сетевое напряжение питания, В	380 ± 10%, 50 Гц
Потребляемая мощность, не более, ВА	2000
Максимальная индукция ($B_{\text{макс}}$), мТл	2,5 ± 0,5
Диапазон регулировки индукции от уровня, $B_{\text{макс}}$	0,25; 0,5; 0,75; 1
Рекомендуемое расстояние между лечебными камерами, м	2
Дискретность задания индукции, мТл	0,5
Частота вращения магнитного поля, Гц	100 ± 10
Внутренний диаметр лечебной камеры, мм	715
Усилие перемещения ложементов под нагрузкой 150 ± 2, не более, кг	150
Вид полей	Электромагнитное, переменное, низкочастотное, равномерное, вращающееся (вихревое)
Время непрерывной работы, ч	8
Габаритные размеры установки, мм:	
– лечебная камера	2500 × 1060 × 1320
– блок трансформатора	480 × 375 × 312
– блок выпрямителя	485 × 375 × 174
– генератор	485 × 375 × 174
Высота ложементов над уровнем пола, не более, мм	700
Масса, не более, кг:	
– лечебная камера	670
– блок трансформатора	44
– блок выпрямителя	15
– генератор	17
Условия эксплуатации:	
– температура окружающей среды, °С	+15...+35
– давление, мм рт. ст.	645...795
– относительная влажность, %	45...75

Таблица 3. Основные технические характеристики установок «Колибри» и «Колибри-Эксперт»

Характеристики	Параметры	
	«Колибри»	«Колибри-Эксперт»
Сетевое напряжение питания, В	220 ± 20%, 50 Гц	
Потребляемая мощность, не более, ВА	180	
Количество соленоидов в индукторе, шт.	3	
Диаметр соленоида, не более, мм	830	
Максимальная индукция ($B_{\text{макс}}$), мТл – в центре соленоида, не менее – вблизи соленоида	3,5 28 ± 6	
Диапазон регулировки индукции, В _{макс}	от 0,1	
Дискретность задания индукции, мТл	0,5	
Частота колебаний тока в соленоиде, Гц	100 ± 15	
Период повторения импульсов тока в соленоиде	1 с ± 10%	Режим 1, 2 и 3 – 1 с ± 10%; режим 4 – 2 с ± 10%
Длительность сеанса, мин	от 5 до 60	
Дискретность задания сеанса, мин	5	1
Вид поля при компоновке соленоидов: – цилиндр – призма	Бегущее поле Вращающееся поле	
Время непрерывной работы, ч	8	
Габаритные размеры блока управления, мм	220 × 300 × 120	310 × 260 × 130
Габаритные размеры кушетки, не более, мм	2200 × 550 × 640	
Масса блока управления, не более, кг	5	
Масса индуктора, кг, не более	8	
Наличие специализированной кушетки для пациента	Да	
Масса кушетки, не более, кг	35	
Режимы воздействия	Перемещение поля по соленоидам 1-2-3 (вращение или перемещение в одну сторону)	– Перемещение поля 1-2-3 (вращение или перемещение в одну сторону); – перемещение поля 3-2-1 (вращение или перемещение в обратную сторону); – чередование через 1 цикл перемещения поля 1-2-3, затем 3-2-1 (прямое–обратное–прямое и так далее); – скачкообразное перемещение неперекрывающихся полей



Рис. 7. Рекламная листовка «Магнитотурботрон Люкс»

Установка «Магнитотурботрон Стандарт» по своему техническому уровню соответствует УВМП-2,5/100 «Авангард» и отличается современным дизайном и удобным интерфейсом управления в виде сенсорного дисплея. Аппарат соответствует современным требованиям практического здравоохранения, обеспечивая защиту от неправильного включения и перепадов напряжения в электросети, широкие возможности выбора частотных характеристик магнитного поля, законов модуляции, продолжительности цикла и процедуры, направления вращения поля. Надёжность и стабильность работы установки повышена за счёт перехода на современную элементную базу.

Установка «Магнитотурботрон» имеет два режима работы: «Стандарт» и «Эксперт». В режиме «Стандарт» предусмотрено десять типов процедур, параметры которых апробированы во многих медицинских учреждениях. Это значительно облегчает работу врача и медсестры кабинета физиотерапии. Режим

«Эксперт» позволяет регулировать параметры процедуры. Медсестра осуществляет регистрацию пациента и вводит в параметры процедуры, назначенной врачом, частоту и закон модуляции, максимальную индукцию, длительность цикла, продолжительность процедуры и направление вращения магнитного поля. Согласно заданной программе, в лечебной камере аппарата создаётся однородное модулированное вращающееся магнитное поле. В каждой точке полости индуктора вектор магнитного поля делает полный оборот в плоскости перпендикулярно оси индуктора с заданной частотой и направлением. При этом модуль вектора изменяется от нуля до максимальной величины и циклически повторяется в соответствии с назначенными параметрами. Внешний вид установки «Магнитотурботрон Люкс» представлен на рисунке 7. Основные технические характеристики установок «Магнитотурботрон Люкс» и «Магнитотурботрон Стандарт» приведены в таблице 4.

ООО «Алма» (г. Бийск) выпускает одноимённый аппарат «Алма». Его прототипом является установка «Магнитотурботрон-2», которая была разработана и изготовлена в 1975 г. в Кубанском медицинском институте (г. Краснодар) изобретателем Синицким Д.А. для лечения злокачественных опухолей. Многолетняя практика эксплуатации аппарата «Алма» в медицинских учреждениях

различных регионов России показала, что он имеет необычайно широкий спектр лечебного применения, включая самые различные заболевания: воспалительные, дистрофические, опухолевые, дисгормональные, сосудистые и многие другие. Эффективность же лечения многих заболеваний, например, артериальной гипертонии, ВСД, опорно-двигательного аппарата, сосудов головного мозга, кожных и прочих, превышает 85%. Аппарат прост в эксплуатации: одна медсестра может принимать до 30 человек в день. «Алма» не требует отдельного помещения и может работать в общем кабинете физиотерапии, не влияя на работу других аппаратов. Основные технические характеристики аппарата «Алма» приведены в таблице 5.

Внешний вид аппарата «Алма» в физиотерапевтическом кабинете представлен на рисунке 8. Три слоя экранирования в корпусе индуктора подавляют излучение электромагнитных волн во внешнее пространство, что в корне отличает аппарат «Алма» от аналогов серии «Магнитотурботрон» (подтверждено испытаниями на соответствие требованиям по ЭМС). Применение технических решений на уровне изобретений в конструкции индуктора обеспечивает генерацию однородного магнитного поля по всей длине лечебной камеры, что исключает передозировку магнитной индукции в одних частях организма человека и недостаточную дозировку в других частях. Силовой фильтр обеспечивает генерирование вращающегося магнитного поля строго заданной частоты вращения в пределах 50...150 Гц, без паразитных гармоник, которые могут неблагоприятно влиять на организм человека.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Отечественные производители представляют на рынке стационарные установки и аппараты из серии магнитотурботрон, а также её мобильный аналог – магнитотерапевтическую установку УМТИ-3Ф (или её модификации). Технические характеристики установок и аппаратов и конструкция аппаратов из серии магнитотурботрон, представленных в публикации, отличаются незначительно. Они находятся приблизительно в одной ценовой категории. Отличия установок заключаются в дизайне, в алгоритме работы, в интерфейсе управления. Конструкция магнитотурботрона предусматривает индук-

Таблица 4. Основные технические характеристики установок «Магнитотурботрон Люкс» и «Магнитотурботрон Стандарт»

Характеристики	Параметры	
	«Магнитотурботрон Стандарт»	«Магнитотурботрон Люкс»
Вид поля	Электромагнитное, переменное, низкочастотное, равномерное, вращающееся (вихревое)	
Максимальная индукция ($B_{\text{макс}}$), мТл	3	
Диапазон регулировки индукции, В _{макс}	от 0	
Частота магнитного поля, Гц	50...150	
Дискретность регулировки частоты, Гц	1	
Направление вращения поля	Прямое и обратное (реверс)	
Длительность цикла, с	30–120	
Дискретность регулировки длительности цикла, с	1	
Длительность процедуры, мин	5–60	
Законы модуляции	Плато, синусоидальные sinA, sinB, sinC, треугольный, трапециевидный, прямоугольно-выпрямленный	
Параметры питающей сети: – напряжение питания, В – потребляемая мощность рабочая / максимальная, кВт	380 2 / 4,5	
Масса лечебной камеры, не более, кг	450	480
Лечебная камера без ложементов (д × ш × в), мм	1770 × 960 × 1120	1940 × 1100 × 1185
Внутренний диаметр лечебной камеры, мм	715	710
Длина лечебной камеры с задвинутым / выдвинутым ложементом, мм	2160 / 3190	2500 / 3625
Ложемент для пациента (длина / ширина), мм	2180 / 625	2320 / 625
Ход ложементов, мм	1030	1125
Необходимая площадь помещения, не менее, м ²	10	12

тор лечебной камеры и блок управления (или блоки управления). Наличие сетевого интерфейса в блоке управления (RS-485, Ethernet и другие) позволяет управлять установкой с помощью ПК.

Всё вышесказанное в полной мере относится и к установке УМТИ-3Ф и её модификациям. Конструкция УМТИ-3Ф предусматривает индуктор (состоящий из трёх колец, которые komponуются в разной конфигурации) и блока управления. Интерфейс управления у модификаций УМТИ-3Ф может быть разным.

В настоящее время магнитотерапевтические установки и аппараты очень широко применяются в лечебной практике медицинскими учреждениями санаторно-курортного типа.

В санаториях Нижегородской области, Чувашии, Татарстана и Кисловодска есть приличные, хорошо оборудованные физиотерапевтические кабинеты, оснащённые отечественными магнитотурботронами. Магнитотерапевтические процедуры, как правило, платные. Отечественные производители могут полностью обеспечить потребности отечественных медиков и медиков ближнего зарубежья в магнитотерапевтической аппаратуре.

Следует отметить, что у нас стране продолжаются исследования влияния переменного магнитного поля на биологические структуры как на фундаментальном, так и на прикладном уровне (РФЯЦ-ВНИИЭФ, г. Саров). Наверное,



Рис. 8. Аппарат «Алма» в кабинете физиотерапевта

Таблица 5. Основные технические характеристики аппарата «Алма»

Характеристики	Параметры
Габариты лечебной камеры с выдвинутой кушеткой, мм	4210 × 970 × 1140
Масса камеры, не более, кг	500
Максимальная индукция ($B_{\text{макс}}$), не более, мТл,	3,8
Частота поля, Гц	50...150
Шаг дискретности при установке частоты, Гц	1:2
Режимы модуляции	Любые, имеющие аналитическое описание
Продолжительность цикла, с	2-198
Количество циклов	1-99
Время непрерывной работы, ч	8
Требуемая площадь, не менее, м ²	15
Питание от трёхфазной сети, В	380
Частота, Гц	50
Максимальная потребляемая мощность, кВт	2,5
Вращение магнитного поля имеет реверс по часовой стрелке (знак «+») и против часовой стрелки (знак «-»)	Врач может подбирать индивидуальные программы лечения в зависимости от магнитной чувствительности пациента

в среднесрочной перспективе будут созданы новые, более эффективные магнитотерапевтические установки и аппараты. Соответственно, будут реализованы новые, более совершенные, более эффективные методики лечения.

ЛИТЕРАТУРА

1. Синицкий С.Д., Синицкий Д.А. Магнитотерапевтическая установка «Магнитотурботрон». Патент SU 1588425.
2. Масалов Ю.А., Свириденко С.А., Свириденко А. С. Патент РФ №2088278.

Новости мира News of the World Новости мира

«Промышленная Светотехника 2015»

7–9 октября 2015 г. в Санкт-Петербурге состоится специализированная выставка светотехнических решений для промышленности, городского хозяйства и деловой инфраструктуры «Промышленная Светотехника 2015». Выставка пройдёт в рамках XIX Международного форума «Российский Промышленник» и одновременно с Петербургским международным газовым форумом.

Мероприятие рассчитано на специалистов в области комплексного решения светотехнических проектов, выбора и оснащения осветительными приборами промышленных помещений, мест общего пользования (офисы, торговые центры, учебные заведения, государственные учреждения), объектов транспортной и городской инфраструктуры.

Выставка впервые пройдёт в новом конгрессно-выставочном комплексе Петербур-

га – ЦВК «Экспофорум», открытие которого состоялось в октябре 2014 г.

Тематика экспозиции:

- светотехника для производственных помещений;
- аварийное и уличное освещение;
- освещение тоннелей;
- дорожные знаки и светофоры;
- освещение мест общего пользования (административных зданий, больниц, поликлиник, учебных заведений);
- архитектурная подсветка;
- светотехника для транспортной инфраструктуры;
- технологии снижения энергопотребления, энергосервисные контракты;
- компоненты и материалы для производства светотехнической продукции.

В рамках деловой программы состоится Международная конференция «Светотехническая продукция для промышлен-

ности, города, деловой инфраструктуры». Секции конференции:

- Lumen – промышленная светотехника;
- производство светотехники;
- уличное освещение, светодизайн.

В 2014 г. в выставке приняли участие ведущие поставщики промышленной и уличной светотехники в Северо-западном регионе: «Фокус-СПб», «Лазер-Граффити», «Энерго-Арсенал», «Позитрон», «Ферекс», «ВИЛЕД-Светотроника», НТП ТКА, «Интессо», «Физтех-Энерго», «Элтроник», «ИКСЛАЙТ», LightBurg, «Норд Инвест», «КЭП-Инжиниринг» и другие. Выставку посетил губернатор Санкт-Петербурга Г.С. Полтавченко. Экспозиция привлекла внимание более 1500 целевых посетителей, а общее количество зарегистрированных посетителей «Российского Промышленника» составило 12 000 человек из 12 регионов РФ и 6 зарубежных стран.

www.promlight-expo.ru

Дворцовые тайны ноу-хау

Юлия Зорина, Геннадий Фокин (Москва)

Ноу-хау – это режим использования интеллектуальной собственности как конфиденциальной информации и коммерческой тайны. В статье рассказывается, как обеспечить охрану результатов интеллектуальной деятельности авторским правом в режиме ноу-хау и что это даёт.

Закон (статья 1465 ГК РФ) определяет ноу-хау как сведения о результатах интеллектуальной деятельности в научно-технической сфере и о способах осуществления профессиональной деятельности. В отношении способов профессиональной деятельности интеллектуальных прав не возникает, если это не технические решения охраноспособные как изобретения. Таким образом, для гражданского оборота интеллектуальной собственности остаются только результаты интеллектуальной деятельности, которым предоставлена правовая охрана. Именно предоставлена, а не предоставляется по перечню статьи 1225 ГК РФ (предоставляется – не означает предоставлена). Если это объекты патентного права (технические решения), то о ноу-хау можно сразу забыть. Никакой конфиденциальности информации и коммерческой тайны после оформления патента быть не может: основным источником утечки этих сведений является патентное ведомство. Если это охраноспособные технические решения, то для гражданского оборота интеллектуальной собственности этого мало – для формирования и реализации лицензионной политики правообладателя в отношении ноу-хау нужна только интеллектуальная собственность. Остаётся охрана результатов интеллектуальной деятельности авторским правом: произведения, базы данных и любые охраноспособные технические решения, которые тоже могут охраняться авторским правом.

Вопрос ноу-хау (секретов производства) встаёт в случаях появления исключительно важных для производственно-хозяйственной деятельности предприятий результатов интеллектуальной деятельности. То есть, нематериальных объектов авторского и патентного права по

перечню статьи 1225 ГК РФ, которым они охраняются при соблюдении совокупности условий (специальных норм авторского и патентного права); без соблюдения условий охраны авторским и патентным правом в отношении этих результатов интеллектуальной деятельности интеллектуальных прав автора и правообладателя не возникает.

Рассмотрим случай, когда вопрос о ноу-хау встаёт в результате появления ценных результатов интеллектуальной деятельности работников предприятий, обнародование и популяризация которых крайне нежелательна, например, методики анализа и прогнозирования эффективности лицензионной политики правообладателя в отношении служебных произведений, баз данных, изобретений, полезных моделей. Лицензионная политика – это форма и способ публичного уведомления контрагентов о составе, порядке и приоритетах реализации интеллектуальных активов (имущественных интеллектуальных прав) предприятия; оформляется как декларация или локальный нормативный акт предприятия; включает назначение, способы, порядок использования интеллектуальной собственности предприятия и виды сделок с интеллектуальными активами, условия предоставления исключительных и неисключительных лицензий лицензиатам предприятия, порядок определения размера лицензионных платежей и иных выплат предприятию, основы взаимоотношений с авторами и правообладателями; может содержать принципы признания и подтверждения эффективности и перспективности интеллектуальной собственности, учёта, соблюдения, оценки стоимости, коммерциализации интеллектуальных прав и управления рисками правообладателя.

Что такое ноу-хау и как его идентифицировать

Статья 1225 ГК РФ относит ноу-хау к результатам интеллектуальной деятельности, которым предоставляется (или может быть предоставлена) правовая охрана авторским или патентным правом – это общая правовая норма, которая поглощается специальной, приведённой далее.

Статья 1465 ГК РФ определяет секрет производства (ноу-хау) как сведения любого характера о результатах интеллектуальной деятельности, имеющие действительную или потенциальную коммерческую ценность вследствие неизвестности их третьим лицам, если к таким сведениям у третьих лиц нет свободного доступа на законном основании и обладатель таких сведений принимает разумные меры для соблюдения их конфиденциальности, в том числе путём введения режима коммерческой тайны. То есть законодатель устанавливает коммерческую ценность и режим коммерческой тайны в отношении результатов интеллектуальной деятельности или сведений о них? Это достаточно туманное определение с учётом того, что правообладателю важнее конфиденциальность информации, чем «упоминание о ней в прессе».

Из этого определения вытекает несколько следствий. По сути, ноу-хау не является результатом интеллектуальной деятельности – оно только приравнено к ним, как и средства индивидуализации. При этом оно должно охраняться авторским или патентным правом (без этого гражданский оборот ноу-хау, как интеллектуальной собственности, невозможен) и иметь коммерческую ценность для правообладателя и заинтересованных лиц. Также в отношении ноу-хау правообладателем должен вводиться режим коммерческой тайны хозяйствующего субъекта.

Таким образом, для гражданского оборота интеллектуальной собственности ноу-хау необходимо идентифицировать только как результаты интеллектуальной деятельности, которым предоставлена правовая охрана, а также в отношении которых введён режим коммерческой тайны и ограни-

чения доступа к конфиденциальной информации.

Правовой нигилизм, его последствия и выход из положения

Как правило, говоря о ноу-хау, обыкновение представляет «нечто способствующее производству», предпринимательской деятельности и приносящее выгоду правообладателю. Вследствие правового нигилизма можно даже позволить себе объявить эксклюзивность макулатуры и назначить ей цену, взятую буквально «с потолка». В качестве примера можно привести ноу-хау ФГУП «ВИАМ», генеральный директор которого заключил более пятнадцати договоров с нарушением законодательства РФ.

Предметом этих договоров всегда является указанное ранее «нечто способствующее производству», не содержащее идентифицированных результатов интеллектуальной деятельности, объективных подтверждений их охраны авторским или патентным правом и принадлежности ФГУП «ВИАМ» исключительного права на интеллектуальную собственность. Руководство предприятия не заботится о закреплении имущественных интеллектуальных прав с учётом правовых норм статей 1228, 1295 и 1370 ГК РФ. Тем самым оно плодит риски административных, налоговых и даже уголовных правонарушений лицензиара и лицензиатов.

Должностные лица ФГУП «ВИАМ» называют приказы генерального директора, устанавливающие режим «коммерческой тайны» в отношении анонимных результатов интеллектуальной деятельности, правоустанавливающими документами на «ноу-хау предприятия», а «исключительное право на информацию», составляющую секрет производства ФГУП «ВИАМ», обосновывают пунктом 2 статьи 1466 ГК РФ. Следствием такого правового нигилизма является введение контрагентов в заблуждение и склонение их к противоправным действиям в составе преступного сообщества.

Как и ФГУП «ВИАМ», многие пытаются торговать «ноу-хау», как чем-то, что может внести изменения в производственный процесс и, по мнению большинства, под этим «нечто способствующим производству» понимается техническое решение. Между тем запатентовать техническое решение таким образом, чтобы информа-

ция о нём не стала известна третьим лицам, невозможно.

Выход из данной ситуации есть. До оформления патента нужно защитить техническое решение авторским правом как произведение науки в порядке реализации правовых норм статьи 1225 ГК РФ (формула предполагаемого изобретения или полезной модели, а также вспомогательные материалы, по сути, обладают новизной, уникальностью или оригинальностью произведения и являются сборником результатов интеллектуальной деятельности, которые удовлетворяют требованиям защиты авторским правом). Таким образом, при соблюдении условий охраны технического решения авторским правом также возможно удовлетворить условие неизвестности его содержания третьим лицам.

В этой связи возникает множество вопросов. Есть ли от этих действий экономическая или иная выгода? Как лучше защитить и коммерциализировать охраноспособное, но не оформленное патентом техническое решение? Каким образом аргументировать правовую охрану результатов интеллектуальной деятельности? Какие правоустанавливающие и право-подтверждающие документы понадобятся?

Определённо, для предприятий экономически выгоднее легализовать для гражданского оборота и своей производственно-хозяйственной деятельности объект авторского права. В целях реализации лицензионной политики правообладателя ноу-хау результаты интеллектуальной деятельности должны охраняться авторским правом, что обеспечит возможность коммерциализации ноу-хау на условиях лицензионных договоров с соблюдением правовых норм статьи 1469 и 1235 ГК РФ.

Срок действия прав на такой объект гораздо дольше, чем на объект патентного права (срок охраны технических решений патентным правом очень ограничен (статья 1363 ГК РФ)). В результате срок действия ноу-хау и размер лицензионного вознаграждения будут определяться авторским правом: при жизни автора и 70 лет после его смерти. Как следствие, секрет производства имеет положительный эффект столь долго, сколько это нужно правообладателю (например, чтобы окупить инвестиции в РНТД), а уже в будущем, при необходимости, можно будет зарегистрировать изобре-

тение или полезную модель. При этом в инвентарном учёте и поддержании государственными пошлинами ноу-хау не нуждается. Это существенная экономия ресурсов и минимизация рисков отзыва патента за нарушение права его получения работником либо использованием работодателем в период четырёх месяцев от его уведомления о создании охраноспособного технического решения.

Целесообразность конфиденциальности и коммерческой тайны в отношении произведений в объективной форме отчётов НИОКР, методик, спецификаций, рецептур, программ для ЭВМ, баз данных никем не оспаривается, а охрана результата интеллектуальной деятельности авторским правом и его использование в режиме коммерческой тайны обеспечивают возможность страхования рисков правообладателя, исков о нарушении интеллектуальных прав и обеспечительных мер путём остановки производства конкурентов.

Создание и оформление ноу-хау не требуют значительных усилий, временных затрат, государственных пошлин и поддержки, как в случае оформления патентов. Престиж и бонусы правообладателя налицо. А если существует риск утечки конфиденциальной информации о технических решениях до оформления патентов на служебные изобретения и полезные модели через недобросовестных работников к конкурентам, то режим коммерческой тайны позволяет ограничить «центробежную мотивацию» работников (разглашение коммерческой тайны карается лишением свободы граждан на срок до семи лет).

ТЕОРИЯ И ПРАКТИКА МЕНЕДЖМЕНТА ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ АКТИВОВ

Принадлежность предприятию ноу-хау (объекта интеллектуальной собственности) должна быть отражена на балансе предприятия в составе нематериальных активов.

Единицей бухгалтерского учёта нематериальных активов в силу пункта 5 ПБУ 14/2007 (Приказ Минфина РФ от 27.12.2007 № 153н) является инвентарный объект, под которым в общем случае признаётся исключительное (интеллектуальное) право на результаты интеллектуальной деятельности, которое:

- не имеет материально-вещественной формы;

- способно приносить выгоды и имеет срок использования выше 12 месяцев;
- предназначено, как и РИД, для производственных и управленческих нужд;
- не предполагается к продаже (отчуждению) в период ближайших 12 месяцев;
- подтверждается надлежаще оформленными документами о наличии и принадлежности интеллектуальной собственности предприятию;
- позволяет предприятию получать коммерческие выгоды на условиях лицензий;
- имеет фактическую стоимость создания и объективного подтверждения интеллектуальной собственности с возможностью переоценки после амортизации.

Правообладатель распоряжается принадлежащим ему исключительным правом на результат интеллектуальной деятельности любым не противоречащим закону и существу такого исключительного права способом (статья 1233 ГК РФ).

Из чего же возникнет совокупность прав (исключительное интеллектуальное право) предприятия на ноу-хау?

Скажем прямо, что ноу-хау есть «побочный эффект» использования результатов интеллектуальной деятельности. Любое предприятие, в порядке обеспечения своих конкурентных преимуществ, всегда заинтересовано в совершенствовании производственных процессов, в кооперации со смежниками, во взаимопонимании с контрагентами и в доверии покупателей, то есть в огласке своих технологий и активов, и не ставит перед собой целью оформление ноу-хау, потому что все указанные мотивации противостоят конфиденциальности информации и соблюдению коммерческой тайны.

Научно-исследовательские и опытно-конструкторские работы предприятий всегда проводятся в порядке трудовых отношений работник-работодатель, а результатом интеллектуальной деятельности работников являются служебные произведения, базы данных, изобретения и полезные модели. Поэтому, прежде чем говорить о принадлежности исключительных прав на ноу-хау, нужно сказать о принадлежности исключительных прав в отношении служебных произведений, баз данных и технических решений (режим ноу-хау в отношении художе-

ственно-конструкторских/дизайнерских решений вообще нонсенс), сведений, которые являются секретами производства (конфиденциальной информацией), и будут использоваться в режиме коммерческой тайны. Но только сведений.

Предприятие не может отнести к секретам производства ни охраноспособные технические решения, ни продукцию или процессы, в которые «защиты» результаты интеллектуальной деятельности. Предприятие не может отнести к секретам производства материальные носители, которые содержат сведения о результатах интеллектуальной деятельности, ибо интеллектуальная собственность нематериальна.

Сведения – это то, что можно унести с собой через проходную, оставаясь с пустыми руками, то есть исключительно в голове. Разумеется, эти сведения должны быть отражены на вещественном носителе, чтобы хозяйствующий субъект понимал, чем же он владеет, что его выгодно отличает от конкурентов на рынке производства и сбыта продукции, чтобы понимать ликвидность ноу-хау (для этого практикуется спецификация ноу-хау по аналогии спецификаций РИД на произведения, базы данных и спецификаций технических решений, составляющих суть изобретений и полезных моделей).

По сути, меры по охране сведений вводятся в отношении вещественных носителей, содержащих результаты интеллектуальной деятельности, используемые в режиме ноу-хау (коммерческой тайны). Работодателем также должны приниматься меры по ограничению и запрету разглашения работниками информации, в отношении которой введён режим коммерческой тайны, составляющей суть результатов интеллектуальной деятельности, охраняемых авторским правом (о негативных последствиях режима коммерческой тайны в отношении объектов патентного права рассказано ранее).

Закон говорит о неизвестных посторонним лицам сведениях любого характера о результатах интеллектуальной деятельности, в итоге которой, и в порядке введения ноу-хау, появились:

- интеллектуальные активы (имущественные интеллектуальные права);
- конфиденциальность информации (ограничения доступа к информации);

- режим коммерческой тайны (ответственность за разглашение информации).

Помимо материальных и социальных вопросов, отражаемых в трудовом договоре (статья 56 ТК РФ), между работодателем и работником должны быть чётко определены взаимоотношения в части интеллектуальной деятельности последнего, а также порядок оформления и использования результатов интеллектуальной деятельности, порядок признания и принадлежности (перехода) имущественных интеллектуальных прав.

Взаимоотношения, выгодные обеим сторонам трудового договора, самая простая формула взаимовыгодных отношений, звучит примерно так: «Твори, работник, создавай добавленную стоимость имущественных интеллектуальных прав, но не забывай: всё созданное тобою в рабочее время и за счёт предприятия нужно передать работодателю; кроме оплаты труда ты получишь авторское и/или лицензионное вознаграждение и другие бонусы».

Работодатель всегда подразумевает и приветствует креативную интеллектуальную деятельность работников. Бытует мнение, что творческая (креативная) составляющая интеллектуальной деятельности – это обычная черта любого работника. Однако часто приходится сталкиваться с тем, что работников вокруг полно, а способных креативно решить задачу предприятия – нет. Для достижения цели нужен уникальный, особо ценный специалист, который разработает концепцию, способ её реализации и покажет остальным, как их применить на практике.

Самые близкие по толкованию задач и обязанностей работников локальные нормативные акты предприятия – это трудовой договор и должностные инструкции. Однако на практике работник не встречает там ничего, кроме указаний что-то соблюдать, контролировать и отчитываться, действовать по технике безопасности, а, может быть, ещё и руководить.

В практикуемых предприятиями трудовых договорах и должностных инструкциях нет ни слова о том, что работник должен «шевелить мозгами» и создавать экономически эффективные, выгодные работодателю результаты интеллектуальной деятельности. Практикуемые предприятиями

должностные инструкции работников отпугнут креативных соискателей, а имеющихся работников усыпят – мозговая кома неизбежна. Трудовой же договор почти никто не читает – лишь бы он был.

Отсюда вывод: зачастую трудовой договор недостаточен по содержанию и требуется дополнительное соглашение по интеллектуальной деятельности работника, оформлению и использованию результатов, закреплению имущественных интеллектуальных прав и прав на получение патентов на служебные изобретения и полезные модели за работодателем. Только не нужно вносить в трудовой договор и в дополнительные соглашения к нему гражданско-правовые нормы – в трудовом договоре они будут неуместны.

На использование служебных произведений, баз данных, полезных моделей и промышленных образцов с выплатой работнику авторского вознаграждения лучше сделать отдельный гражданско-правовой договор. Если в таком договоре предприятие самостоятельно не сможет нивелировать все риски, придётся пригласить эксперта-аудитора по оценке соответствия результатов интеллектуальной и научно-технической деятельности, режиму ноу-хау и гражданскому обороту интеллектуальной собственности. В части закрепления имущественных интеллектуальных прав также целесообразно познакомиться с публикацией «Экономика и менеджмент интеллектуальных активов» [1].

К тому же в случае недостаточности содержания трудового договора в отношении интеллектуальной деятельности работника, интересы предприятия не защищены: на любое служебное задание, предполагающее творческий подход к его решению, работник может сказать, что это не входит в его трудовые обязанности.

Если речь идёт о секретах производства, то предприятие должно обладать имущественными (интеллектуальными) правами на результаты интеллектуальной деятельности, вводить в отношении этих результатов режим коммерческой тайны и конфиденциальности информации – ограничение доступа к сведениям о результатах интеллектуальной деятельности.

Упразднить риски административных, налоговых и уголовных правонарушений гражданского оборо-

та интеллектуальной собственности, утечки конфиденциальной информации предприятию целесообразно заранее – в момент перехода к работодателю исключительного права на служебное произведение, базу данных или права получения патента на охраноспособное техническое решение. Это делается путём документального закрепления за работодателем соответствующих прав, включая право на получение патента, гражданско-правовым договором с указанием оснований и даты перехода права календарной датой отчёта об оценке соответствия результатов интеллектуальной деятельности работника (экспертное заключение эксперта-аудитора), а также гражданско-правовым договором о соблюдении работником режима конфиденциальности сведений (информации) и коммерческой тайны предприятия.

Естественно, для этого понадобится соответствующий локальный нормативный акт о режиме ноу-хау (секретов производства) предприятия. Его специфику целесообразно проработать с приглашённым специалистом по гражданскому обороту интеллектуальной собственности и режиму коммерческой тайны в отношении результатов интеллектуальной деятельности.

Придётся регламентировать:

- порядок введения режима коммерческой тайны в отношении используемой предприятием информации, секретов производства и порядок их использования;
- постановление грифа «Коммерческая тайна» на материальные носители информации с секретами производства и контроль соблюдения режима коммерческой тайны;
- типовую форму договора с работниками о неразглашении коммерческой тайны в отношении секретов производства предприятия и его лицензиаров, контрагентов;
- хранение и выдачу работникам материальных носителей информации с секретами производства предприятия и его лицензиаров, контрагентов;
- допуск работников к секретам производства согласно их трудовым обязанностям;
- порядок ознакомления работников с секретами производства и ответственностью за соблюдение коммерческой тайны;

- порядок заключения и контроля исполнения работниками условий договоров о неразглашении сведений, составляющих коммерческую тайну;
 - порядок оценки соответствия результатов интеллектуальной деятельности условиям охраны авторским, патентным правом и возможности, целесообразности, правильности использования режима коммерческой тайны в их отношении;
 - порядок обеспечения условий лицензионных договоров предприятия в отношении секретов производства требованиям пункта 6 статьи 1235 ГК РФ, и многое другое.
- Также будут полезны прикладные публикации в предметной области [2–15], авторское свидетельство [16], сертификат признания интеллектуальной собственности и ноу-хау [17], эффективная лицензионная политика и практика [18].

ЛИТЕРАТУРА

1. www.zakon.ru/discussion/2015/4/5/kreativnaya_ekonomika_i_menedzhment_intellektualnyx_aktivov.
2. www.proatom.ru/modules.php?name=News&file=article&sid=4339.
3. www.proatom.ru/modules.php?name=News&file=article&sid=3232.
4. www.e-xecutive.ru/knowledge/announcement/1795414.
5. www.popnano.ru/analit/index.php?task=view&id=1228.
6. www.allrus.info/main.php?ID=640829.
7. www.e-xecutive.ru/community/articles/1520065.
8. www.iksmedia.ru/articles/3778378-Legalizaciya-intellektualnoj-sobstv.html.
9. www.proatom.ru/modules.php?name=News&file=article&sid=4577.
10. www.z101359.infobox.ru/modules.php?name=News&file=article&sid=3090.
11. www.proatom.ru/modules.php?name=News&file=article&sid=5936.
12. www.proatom.ru/modules.php?name=News&file=article&sid=3561.
13. www.proatom.ru/modules.php?name=News&file=article&sid=2988.
14. www.proatom.ru/modules.php?name=News&file=article&sid=4961.
15. www.apn.ru/publications/article18042.htm.
16. www.finas.su/images/avtor/gvf150318ouc_fokin700.jpg.
17. www.finas.su/images/sertificate/ouc130919oucsv700.jpg.
18. www.finas.su/images/pdf/gvf130325pmis_licensing_policyc.pdf.



БЕСПЛАТНАЯ ПОДПИСКА для специалистов



Журнал «СТА» (Современные технологии автоматизации)

Журнал для специалистов
в области АСУ ТП
и встраиваемых систем

Выходит с 1996 года.

В каждом журнале – диск с примерами
программ или каталогами оборудования.

Выходит 4 раза в год.

Тираж – 10 000 экземпляров.

Объём до 144 страниц.

www.CTA.ru



Журнал «Современная электроника»

Журнал для специалистов,
занимающихся разработкой
и производством электронной техники
Современные технологии
и электронные компоненты, приборы,
проектирование и моделирование РЭА...

Выходит 9 раз в год.

Тираж – 10 000 экземпляров.

Объём до 112 страниц.

www.SOEL.ru

Издательство «СТА-ПРЕСС»

www.ekis.kiev.ua



Уважаемые подписчики и читатели нашего журнала!

В 2016 году журнал “**Электронные компоненты и системы**” будет выпускаться в электронном виде

Подписка на журнал бесплатная

Подписаться на журнал можно в любой момент времени. Подписчики журнала 2015 года повторно подписываться не должны. Они будут получать рассылку журнала автоматически.

Для оформления подписки достаточно прислать по электронной почте на адрес ekis@vdmakis.kiev.ua заявку следующего содержания:

Подписка на ЭКиС.

Фамилия Имя Отчество.

Адрес электронной почты.

Название организации, в которой Вы работаете и город, в котором она располагается.

Подписчики журнала могут бесплатно получить любую статью из прошлых номеров.

Содержание журналов доступно на сайте <http://www.ekis.kiev.ua/archive.php>

Для получения статьи достаточно прислать заявку по адресу ekis@vdmakis.ua

Журнал “**Электронные компоненты и системы**” издается с 1996 г.

Учредитель и издатель - научно-производственная фирма VD MAIS, г. Киев, Украина.

Журнал предназначен для разработчиков и производителей аппаратуры электронной и электротехнической промышленности, средств телекоммуникаций, компьютерных управляющих систем, промышленной, транспортной и бытовой электроники. Журнал издается фирмой VD MAIS, имеющей многолетний опыт работы на украинском рынке электронных компонентов.

На страницах журнала публикуются статьи о новых электронных компонентах и их применении, новых технологиях, даются обзоры новинок продукции ведущих производителей электронных компонентов и оборудования для электронной промышленности.

Перечень рубрик журнала

- Сенсоры и датчики
- Источники питания
- Перспективные изделия
- Новые технологии
- Информационный бюллетень фирмы ANALOG DEVICES
- Пассивные компоненты
- Усилители
- В помощь разработчику электронной аппаратуры
- ИМС для гальванической развязки
- Микросхемы программируемой логики
- Компьютеры и память
- Дисплеи и оптоэлектронные приборы
- Телекоммуникации и связь
- Контроль и автоматизация
- Коммутационные устройства
- АЦП
- Шкафы и корпуса
- Поверхностный монтаж
- Конкурс “Лучшая разработка года”
- Краткие сообщения
- Выставки, конференции и семинары
- Силовая электроника
- VD MAIS
- ЭКиС
- Микропроцессоры и микрокомпьютеры
- Автомобильная электроника
- Медицинская электроника
- Измерительные приборы
- Структурированные кабельные системы
- Информационный бюллетень компании MURATA
- Оптоэлектронные приборы
- Микроконтроллеры
- Кабельные системы
- Методы повышения надежности
- Новые компоненты
- ПЛИС
- Моделирование радиоэлектронных устройств
- Презентации и юбилеи
- Запоминающие устройства
- Инструменты для электромонтажа
- Оптоэлектронные устройства
- Контрактное производство
- Датчики и сенсоры
- Системы связи
- Рекомендации для авторов
- Кварцевые резонаторы
- Фирмы и компании, представленные в журнале
- Технологическое оборудование
- Измерительное оборудование
- Генераторы
- Акустические системы и устройства
- Аналогово-цифровые преобразователи
- Промышленные компьютеры
- Читатели предлагают

Содержание журнала ЭКиС за 2015 г. Contents of Journal in 2015

Перечень содержит все статьи и краткие сообщения, опубликованные в 2015 году. Публикации сгруппированы по рубрикам и расположены в порядке возрастания номера страницы (числитель дроби) и номера журнала (знаменатель дроби).

АНАЛОГО-ЦИФРОВЫЕ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛИ

В. Голуб
*Устройство выборки и хранения с
чередующимися отсчетами*28/1

В ПОМОЩЬ РАЗРАБОТЧИКУ ЭЛЕКТРОННОЙ АППАРАТУРЫ

М. Паччигар
*Многоканальные системы сбора данных на
основе прецизионных АЦП*3/1

Д. Робертсон
*Особенности применения
быстродействующих преобразователей
данных*6/1

Ж. Жу
*Применение ИМС изолированных АЦП
ADE7912/ADE7913 для измерения токов
в токовой петле*9/1

С. Кси
*Обеспечение достоверности первого цикла
преобразования в прецизионных АЦП
поразрядного уравнивания*3/2

И. Биверс
*Как отрегулировать задержку передачи
данных в интерфейсах
быстродействующих АЦП*6/2

*16-разрядный ЦАП с нелинейностью
±1 ЕМР*8/2

М. Герстенгабер, Р. Джонсон, С. Хант
*Измерительный усилитель с высокой
чувствительностью*3/3

В. Вонг, Ю. Кусуда
*Усилители с нулевым дрейфом
в прецизионных цепях*6/3

Дж. Ватсон, М. Пачигар
*Особенности систем сбора данных
для применения в области высоких
температур*10/3

С. Кси
*Надежный интерфейс для поразрядного
АЦП*14/3

П. Бланчард, Б. Пелетьер
*Использование ограничительных диодов
для защиты от электростатических
разрядов*3/4

К. Луу
*Организация управления электропитанием
радиочастотных ИМС*5/4

Я. Биверс
*О динамической погрешности
быстродействующих АЦП*9/4

Д. Босворз
*Сверхбыстродействующие АЦП
в системах военного назначения*12/4

Дж. Ванг
*Преобразователи емкости в код
для измерения уровня жидкости*14/4

ИСТОЧНИКИ ПИТАНИЯ

В. Охрименко
*Технология беспроводной зарядки,
часть 3*11/1

В. Макаренко
*Новые бескорпусные источники питания
класса II компании RECOM*21/1

Дж. Эспириту
*Об особенностях управления включением/
выключением многоуровневых источников
питания* ..10/2

Ф. Достал
Управление электропитанием
в медицинской аппаратуре.13/2

В. Охрименко
Импульсные стабилизаторы с входным
напряжением до 150 В16/2

В. Охрименко
Романс о плавких предохранителях26/2

В. Охрименко
Высоконадежные блоки питания компании
GAIA: MGDD-20/60, HUGD-300, GPACK-800
.....18/3

В. Макаренко
Новые понижающие преобразователи
напряжения со сверхнизким
энергопотреблением.24/3

В. Охрименко
Новый DC/DC-преобразователь MGDD-08
компании GAIA.....33/4

ИЗМЕРЕНИЯ

Фотодиодные измерители силы света..33/1

КАБЕЛЬНАЯ ПРОДУКЦИЯ

В. Макаренко
Кабели LAPP GROUP
для робототехники51/1

КОНТРОЛЬ И АВТОМАТИЗАЦИЯ

В. Макаренко
Системы радиочастотной идентификации
компании HARTING, часть 159/1

В. Макаренко
Системы радиочастотной идентификации
компании HARTING, часть 153/2

КРАТКИЕ СООБЩЕНИЯ

Новые светодиодные лампы от компании
CREE мощностью 60 Ватт.....62/2

Модуль на базе светодиодов CREE белого
свечения63/2

Будущему исполнилось пятьдесят64/2

Новые источники питания
для светодиодных светильников
от компании Mean Well67/3

Новая продукция компании
GEYER Electronic68/3

Разъемы питания AC Plug типа 2
от компании Harting для автомобильной
промышленности69/3

Новые решения компания Electrolube
для управления тепловыми режимами
светодиодов69/3

Промышленные системы POE повышенной
надежности от Microsemi71/3

Новые настенные шкафы
компании Rittal53/4

Новые IGBT-модули компании Dynex54/4

Малозабаритные электролитические
конденсаторы с низким эквивалентным
последовательным сопротивлением
компании Kendeil55/4

Входной усилитель
с дифференциальным входом
для передатчиков компании IDT57/4

Компактные AC/DC-адаптеры
SGA12/18/25(U/E) с фиксированным
выходным напряжением компании
MeanWell58/4

В. Макаренко
Новые синтезаторы частоты корпорации
Microsemi59/4

МОДЕЛИРОВАНИЕ РАДИОЭЛЕКТРОННЫХ УСТРОЙСТВ

В. Макаренко
Расширение возможностей NI Multisim
с помощью подключаемых инструментов
LABVIEW, часть 141/1

В. Макаренко
Расширение возможностей NI Multisim
с помощью подключаемых инструментов
LABVIEW, часть 241/2

В. Макаренко
*Основные отличия Multisim 14
от предыдущих версий программы28/3*

В. Макаренко
*Расширение возможностей NI Multisim
с помощью подключаемых инструментов
LABVIEW, часть 333/3*

НОВЫЕ КОМПОНЕНТЫ

В. Макаренко
*Новый СВЧ-усилитель мощности с полосой
пропускания 50 ГГц47/1*

В. Макаренко
*Аналоговые ключи Analog Devices с защитой
от перегрузки по напряжению59/2*

НОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

И. Галелюка, В. Романов *Информационные
технологии
в экипировке бойца XXI века35/1*

В. Макаренко
*Уменьшение искажений, вносимых
аналоговыми ключами35/2*

В. Охрименко
*Интегральные схемы энергособирателей .
.....17/4*

Дж. Кончел
*Измерители импеданса тела пациента
позволяют оценить состояние
его здоровья24/4*

Дж.-Г. Бродерс
Носимые мониторы для слежения

за состоянием здоровья пациентов26/4
Ф. Достал
*Перспективные методы преобразования
первичной электроэнергии в средствах
информатики и компьютерной техники29/4*

СВЧ-КОМПОНЕНТЫ

В. Макаренко
Новые СВЧ-компоненты Analog Devices ...43/4

ТЕЛЕКОММУНИКАЦИИ И СВЯЗЬ

В. Макаренко
Новые коммутаторы Ha-VIS eCon55/1

ТЕХНИКА БЕЗОПАСНОСТИ

В. Охрименко
Электробезопасность56/3

ЭЛЕКТРОМЕХАНИЧЕСКИЕ КОМПОНЕНТЫ

В. Макаренко
*Цельнометаллические демпферы
для эксплуатации в широком
диапазоне температур51/3*

В. Макаренко
*Алюминиевые корпуса концерна
Phoenix Mecano AG47/4*

ЭЛЕКТРОННЫЕ КОМПОНЕНТЫ

В. Охрименко *Самовосстанавливающиеся
предохранители компании Littelfuse36/4*

УМЕНЬШЕНИЕ ИСКАЖЕНИЙ, ВНОСИМЫХ АНАЛОГОВЫМИ КЛЮЧАМИ

В статье приведена краткая информация об исследованиях искажений, вносимых аналоговыми ключами. Проведен сравнительный анализ схем компенсации нелинейных искажений в статическом и динамическом режимах работы ключей. Сформулированы рекомендации по использованию схем компенсации нелинейных искажений, вносимых аналоговыми ключами.

В. Макаренко

В современных высококачественных системах усиления и обработки звука искажения, вносимые аналоговым трактом, не должны превышать величины 0.001%, и желательно иметь их еще меньшей величины. Как известно, коммутация аналоговых сигналов осуществляется с помощью аналоговых ключей и необходимо минимизировать искажения, вносимые ими в процессе работы тракта обработки звука.

Как известно, аналоговые ключи, построенные на комплементарных МОП-транзисторах, вносят нелинейные искажения в тракт обработки сигналов. Это связано с тем, что сопротивление открытого ключа зависит от приложенного напряжения, т.е. является нелинейным элементом [1].

В [1] приведена структурная схема ключа (рис. 1) и зависимость сопротивления открытого ключа TS12A12511 от амплитуды коммутируемого напряжения (рис. 2).

Кроме того, эта зависимость меняется при изменении сопротивления нагрузки, т.е. зависит от тока, протекающего через аналоговый ключ.

По аналогичным [1] схемам построены и аналоговые ключи других производителей, например, ключи AD7510DI...AD7512DI, выпускаемые компанией Analog Devices [2]. Изменение сопротивления открытого ключа носит такой же характер, как и показанный на рис. 1, хотя абсолютные значения для каждого типа ключей индивидуальны.

Чтобы исследовать зависимость искажений, вносимых аналоговыми ключами, от со-

REDUCE THE DISTORTION INTRODUCED BY ANALOG SWITCHES

Abstract – The article provides a summary of the studies the distortions introduced by the analog switch. A comparative analysis of compensation schemes distortion in static and dynamic modes of operation keys. Recommendations on the use of non-linear distortion compensation schemes introduced by analog switches are given.

V. Makarenko

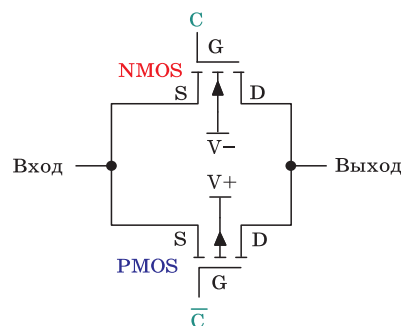


Рис. 1. Структурная схема аналогового ключа

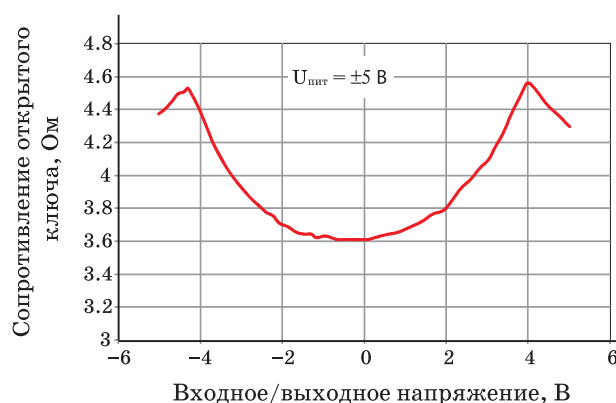


Рис. 2. Зависимость сопротивления открытого ключа от амплитуды коммутируемого напряжения

противления нагрузки, включенной на выходе ключа, воспользуемся простой моделью (рис. 3). В программе NI Multisim есть достаточно большой выбор ИМС аналоговых ключей различных производителей. Так в 12-й версии программы в библиотеке Mixed их насчитывается 230 наименований, а в 14-й версии – 357. Т.е.

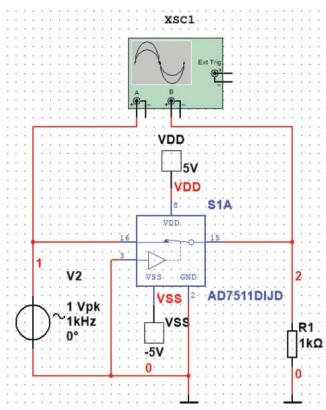


Рис. 3. Модель для исследования искажений, вносимых ключом AD7511 (Analog Devices)

выбор достаточно широк.

Проведем исследование ключа с помощью Фурье-анализа в точке 2 (точка соединения выхода ключа с нагрузкой) при фиксированной величине входного напряжения, равной 1 В, различных значениях сопротивления нагрузки и частоты сигнала. Кроме спектра сигнала в выбранной для анализа точке в результате анализа рассчитывается и значение коэффициента гармоник (THD на рис. 4). Результаты моде-

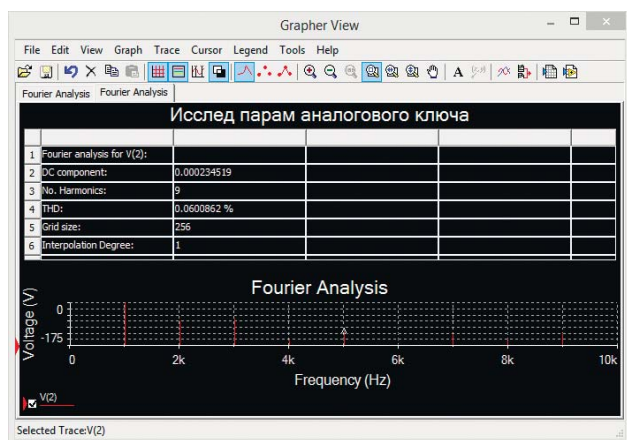


Рис. 4. Результаты анализа искажений, вносимых ключом AD7511, при сопротивлении нагрузки 1 кОм

лирования сведены в табл. 1.

Закономерность изменения K_r от сопротив-

Таблица 1. Зависимость искажений, вносимых ключом AD7511, от сопротивления нагрузки и частоты сигнала

f_{BX} , кГц	1			3			10		
R_H , кОм	0.1	1	10	0.1	1	10	0.1	1	10
K_r , %	0.51	0.06	0.0072	0.51	0.06	0.0072	0.51	0.06	0.0072

ления нагрузки аналогична приведенной в [1].

Для сравнения параметров различных типов ИМС аналоговых ключей были проведены измерения искажений, вносимых ключами ADG723 ($K_r=0.0107\%$ при $R_H=1$ кОм и $K_r=0.001\%$ при $R_H=10$ кОм), ADG783 ($K_r=0.012\%$ при $R_H=1$ кОм), DG411 производства Intersil ($K_r=0.015\%$ при $R_H=1$ кОм).

Из приведенных данных можно сделать вывод о том, что характеристики различных аналоговых ключей очень похожи и характер изменения искажений при изменении сопротивления нагрузки совпадает. При уменьшении сопротивления нагрузки в 10 раз во столько же раз увеличивается коэффициент гармоник.

Для компенсации искажений в [1] предложено включить аналоговый ключ в цепь обратной связи операционного усилителя, как показано на рис. 5.

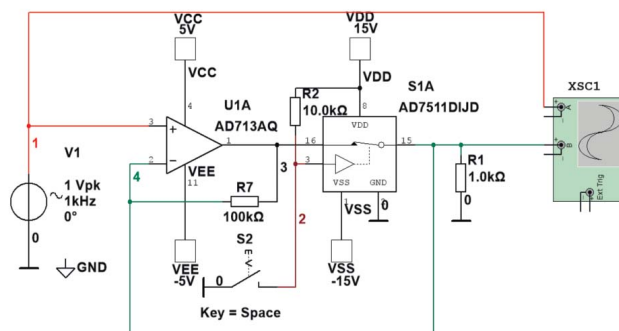


Рис. 5. Схема включения аналогового ключа AD7511 для компенсации искажений

Результаты испытаний показали, что коэффициент гармоник на выходе такой схемы не превышает $7,23 \cdot 10^{-5}\%$ (рис. 6), т.е. введение ключа AD7511 [2] в цепь ООС операционного усилителя AD713 [3] позволяет снизить коэффициент гармоник почти в 1000 раз.

Для проверки влияния параметров ОУ на получаемый результат были проведены испытания схемы (рис. 5) с ОУ типа ADA4075 [4]. В

результате получен $K_r = 0.0001245\%$, т.е. параметры самого ОУ существенно влияют на полученный результат. При использовании ОУ HA7-2850-9 (HA2850 Intersil) $K_r = 6,396 \cdot 10^{-5}\%$.

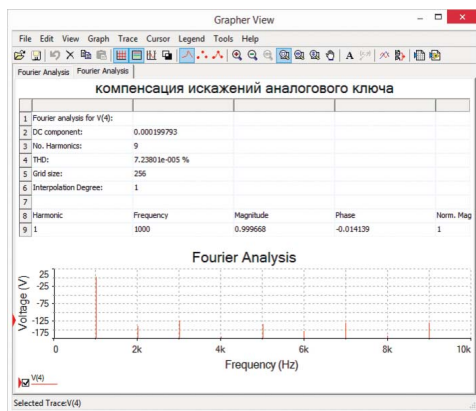


Рис. 6. Результаты анализа искажений, вносимых ключом AD7511, в схеме с компенсацией искажений

Сравним основные параметры ОУ AD713, ADA4075 и HA2850 [5] (табл. 2).

Из сравнения этих параметров можно сделать вывод о том, что скорость нарастания выходного напряжения в значительной мере влияет на эффективность компенсации искажений.

Проведенный анализ позволяет сделать вывод о том, что искажения аналоговых ключей могут быть в значительной степени скомпенсированы включением в цепь обратной связи ОУ. Но возникает другая проблема. При разомкнутом ключе уровень прохождения сигнала становится недопустимо большим.

Исследование прямого прохождения сигнала через отдельно включенный ключ AD7511 показало, что при разомкнутом ключе, сопротивлении нагрузки 1 кОм, частоте входного

сигнала 1 кГц и входном сигнале 1 В на выход проходит сигнал с уровнем 20 мкВ, что соответствует затуханию 94 дБ.

При тех же параметрах сигнала и включении ключа в цепь ОС ОУ уровень ослабления сигнала составляет всего 32 дБ, что делает практически непригодной такую схему.

Для устранения этого недостатка необходимо использовать схему с коммутацией входа и выхода ОУ, как показано на рис. 7.

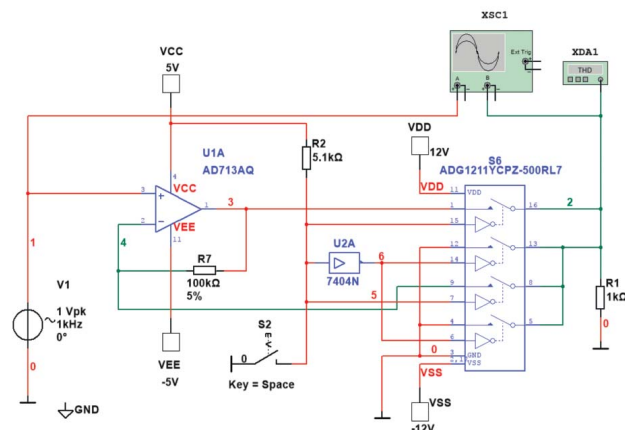


Рис. 7. Увеличение переходного затухания закрытого ключа в схеме с компенсацией искажений

Из-за отсутствия в базе элементов Multisim ключей AD7512 (4 группы на переключение) эксперимент проведем с ключом ADG1211 [6]. На рис. 8 приведены осциллограммы сигнала на входе и выходе ключа в двух режимах работы – открытом и закрытом ключе.

Из рис. 8 следует, что размах сигнала на выходе при разомкнутом ключе составляет 800 мкВ, а размах входного сигнала – 2 В. Откуда несложно вычислить величину затухания, вносимого ключом, которая составляет 68 дБ. Этот же ключ без схемы компенсации нели-

Таблица 2. Сравнение основных параметров ОУ типа AD713, ADA4075 и HA2850

Параметр	AD713	ADA4075	HA2850
Уровень нелинейных искажений ИМС, %	0.0003	0.0002	0.02
Полоса пропускания, МГц	4	6.5	470
Скорость нарастания выходного напряжения, В/мкс	20	12	340
Коэф. усиления без ОС на частоте 1 кГц, дБ	70	75	80
K_r в схеме компенсации искажений ключа AD7511, %	$7,23 \cdot 10^{-5}$	$1.25 \cdot 10^{-4}$	$6,396 \cdot 10^{-5}$

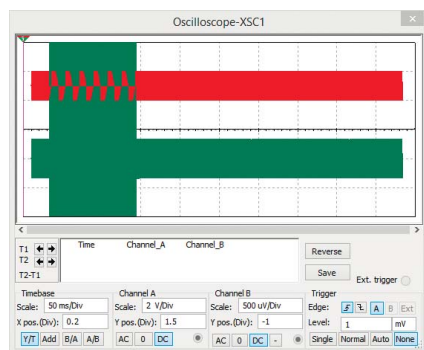


Рис. 8. Измерение переходного затухания закрытого ключа ADG1211 в схеме с компенсацией искажений

нейных искажений обеспечивает переходное затухание 58,4 дБ.

Этот анализ показывает, что такое включение существенно увеличивает переходное затухание ключа, даже по сравнению с отдельно взятым ключом без схемы компенсации нелинейных искажений. Но переходное затухание 68 дБ величина недостаточная для высококачественных систем обработки звука и звукоусиления.

Поэтому проведем еще несколько экспериментов с другими моделями ключей. ИМС ADG513 обеспечивает переходное затухание 72 дБ (при таких же значениях испытательных сигналов и используемого ОУ, как и при испытаниях ADG1211). Результат ожидаем, так как ключи ADG1211 и ADG513 имеют сходные характеристики.

А вот испытания модели ключа DG303 [7] (Intersil) показали значительно лучший результат. Переходное затухание составило 144 дБ (рис. 9). Размах сигнала на выходе разомкну-

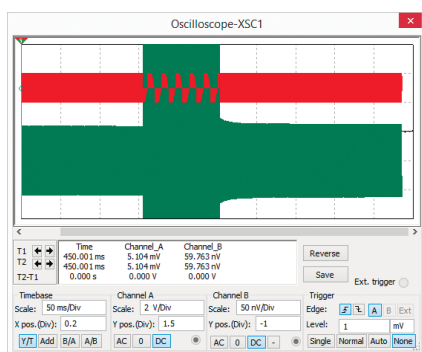


Рис. 9. Измерение переходного затухания закрытого ключа DG303 в схеме с компенсацией искажений

того ключа составил 120 нВ.

Этот же ключ без схемы компенсации искажений обеспечивает переходное затухание 117 дБ, что является очень хорошим результатом. Результат проверки искажений также подтвердил отличный результат – коэффициент гармоник составил $4.904 \cdot 10^{-5} \%$. При испытаниях был использован ОУ типа LM7301 (собственный коэффициент гармоник 0.006%). Для сравнения коэффициент гармоник с ОУ типа AD713 составил в этой схеме $6.3 \cdot 10^{-5} \%$.

Остается только выяснить какие параметры аналоговых ключей определяют величину переходного затухания разомкнутого ключа. Для этого сопоставим параметры ключей ADG1211 и DG303. Они весьма похожи. Например, сопротивление открытого ключа ADG1211 составляет 150 Ом, а DG303 – 75 Ом. Но в то же время сопротивление открытого ключа ADG513 составляет 50 Ом, а результат значительно хуже. Т.е. напрямую, исходя из параметров ключа, определить какой из них обеспечит лучший результат невозможно. Скорее всего эти характеристики зависят от топологии схемы ключа, которая в технической документации не приводится. Следовательно, следует подбирать ключ либо экспериментально, либо проводить моделирование и искать наиболее подходящий вариант.

Для более полного представления о свойствах такой схемы компенсации искажений необходимо проверить ее на различных частотах входного сигнала и проанализировать ее работу в динамическом режиме.

Нелинейные искажения схемы с ключом DG303 составляют $5.76 \cdot 10^{-5} \%$ на частоте 10 кГц.

Для проверки поведения схемы в динамическом режиме в нее введен генератор импульсов для управления ключом (рис. 10). Результаты работы схемы можно увидеть на рис. 11.

Как следует из рис. 11, переходные процессы практически незаметны и для звуковых сигналов никакого значения не имеют. Более точный анализ переходных процессов с помощью Transient Analysis показал, что время переходных процессов схемы составляет примерно 100 нс (рис. 12).

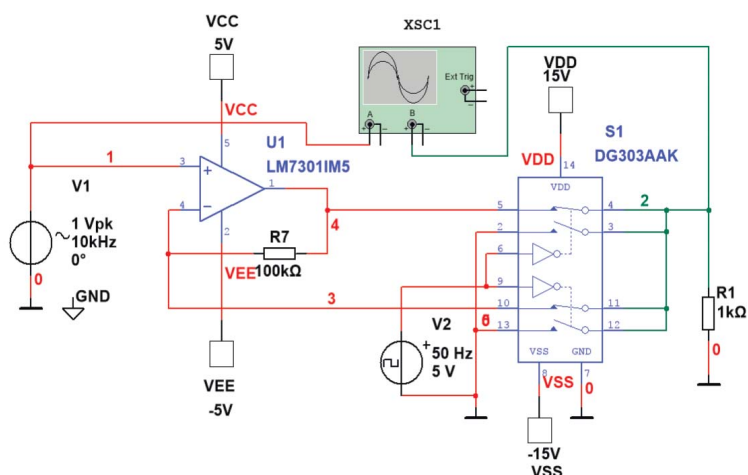


Рис. 10. Схема для исследования аналогового ключа DG303 в динамическом режиме

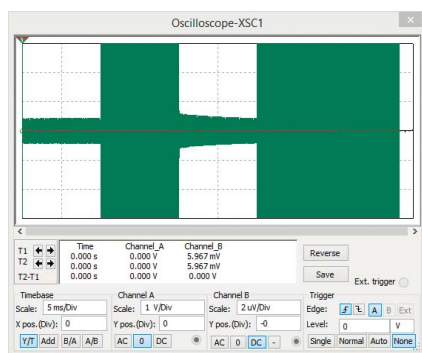


Рис. 11. Осциллограмма сигнала на выходе ключа DG303

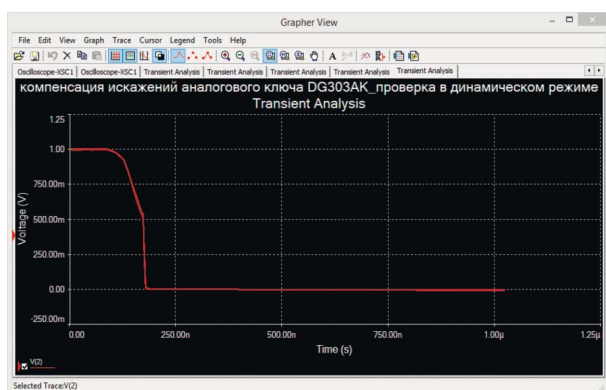


Рис. 12. Результаты анализа переходных процессов на выходе ключа DG303

ВЫВОДЫ

1. Проведенные эксперименты показывают, что параметры аналоговых ключей могут быть значительно улучшены путем включения их в цепь обратной связи операционного усилителя.

2. При выборе ОУ для построения схемы компенсации нелинейных искажений предпочтение следует отдавать широкополосным маломушящим усилителям с высокой скоростью нарастания выходного напряжения.

3. По характеристикам, приведенным в технической документации на аналоговые ключи, невозможно определить или спрогнозировать какой из них обеспечит наилучшие характеристики. Поэтому для выбора ИМС ключей и ОУ необходимо либо провести моделирование схемы с различными ключами, либо провести экспериментальные исследования с использованием различных ключей, что значительно более трудоемко.

ЛИТЕРАТУРА

1. J. Caldwell Reducing distortion from CMOS analog switches / Analog Applications Journal, AAJ 1Q 2015, p. 4-7.
2. http://www.analog.com/media/en/technical-documentation/data-sheets/AD7510DI_7511DI_7512DI.pdf.
3. <http://www.analog.com/media/en/technical-documentation/data-sheets/AD713.pdf>.
4. <http://www.analog.com/media/en/technical-documentation/data-sheets/ADA4075-2.pdf>.
5. http://pdf.datasheetcatalog.com/datasheets/208/56675_DS.pdf.
6. http://www.analog.com/media/en/technical-documentation/data-sheets/ADG511_512_513.pdf.
7. http://pdf.datasheetcatalog.com/datasheets/90/494429_DS.pdf.

ОСНОВНЫЕ ОТЛИЧИЯ MULTISIM 14 ОТ ПРЕДЫДУЩИХ ВЕРСИЙ ПРОГРАММЫ

THE MAIN DIFFERENCES MULTISIM 14 FROM PREVIOUS VERSIONS

В новой версии программы NI Multisim 14 значительно расширены возможности пробников для измерения тока и напряжения и меню поиска компонентов. Введена функция "активный анализ", позволяющая ускорить проведение анализа в различных точках схемы. Введена поддержка платы Digilent, используемой для обучения основам цифровой техники, увеличено число компонентов для проведения анализа.

В. Макаренко

In the new version of the NI Multisim program 14 significantly expanded the ability of probes to measure current and voltage menu and search components. It was introduced the Active Analysis Mode, which allows to accelerate the analysis at various points of the circuit and introduced support for Digilent Board used to teach the basics of digital technology, the number of components for analysis was increased.

V. Makarenko

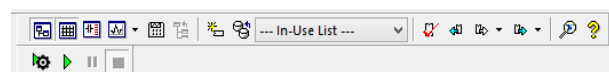
Сравнение будем проводить с версией программы Multisim 13 (возможности всех версий Multisim можно найти в [1]). В новой версии программы стали доступны следующие новые функции:

- расширенные возможности пробников (Advanced Probes)
 - активный анализ (Active Analysis Mode)
 - расширенное меню поиска компонентов
 - увеличенное число примеров моделирования
- расширенные возможности моделирования мощных устройств с новыми компонентами компании International Rectifier (Advanced Power Designs)
 - совместное моделирование микроконтроллеров компании Microchip со средой MPLabX
 - расширенные возможности обучения элементам цифровой техники благодаря поддержке платы для обучения Digilent
 - версия программы для работы на iPad
 - более 6000 новых компонентов.

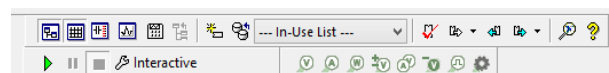
Рассмотрим эти функции подробно.

Начнем сравнение с интерфейса пользователя. На рис. 1 приведены фрагменты панели управления Multisim 13 (рис. 1,а) и Multisim 14 (рис. 1,б).

Как следует из рисунка, в новой версии программы вместо значка шестеренки (Interactive Simulation Settings) появился значок с надписью Interactive (Select active analysis and set up simulation parameters). В версии программы Multisim 13 при нажатии на этот значок от-



а)



б)

Рис. 1. Фрагмент панели управления Multisim 13 (а) и Multisim 14 (б)

крывается окно установки параметров моделирования (рис. 2,а), а в Multisim 14 – окно с перечнем возможных видов анализа и установки параметров моделирования (рис. 2,б), что позволяет более оперативно выбрать вид анализа.

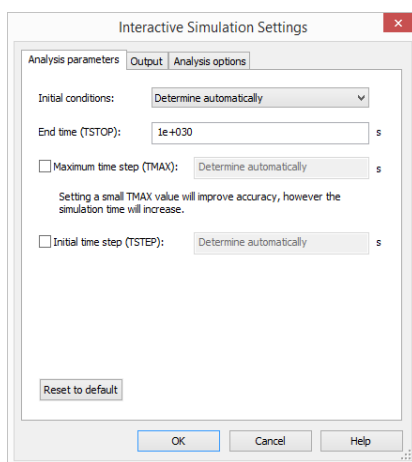
РАСШИРЕННЫЕ ВОЗМОЖНОСТИ ПРОБНИКОВ

Вторым новшеством панели управления является панель пробников. Параметры пробников можно изменить после нажатия кнопки Probe Settings (значок шестеренки). В результате нажатия открывается окно с тремя вкладками (рис. 3).

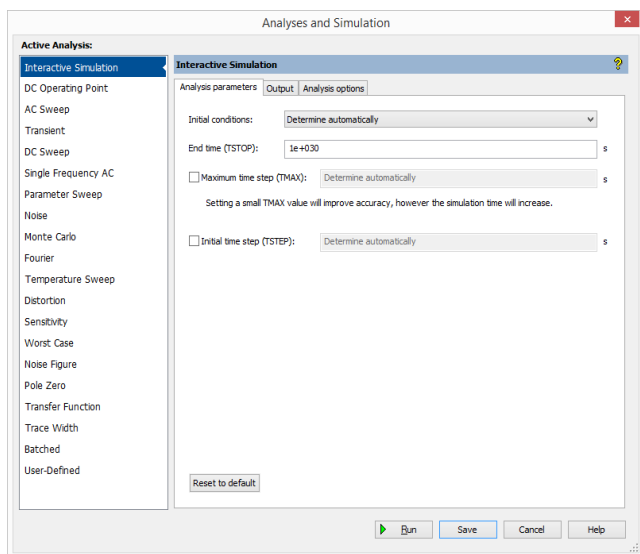
На вкладке "Parameters" можно выбрать режим работы пробников:

- Instantaneous – измерение мгновенных значений
- Instantaneous and periodic – измерение мгновенных и усредненных значений периодических сигналов.

Различие в работе инструментов в этих ре-



а)



б)

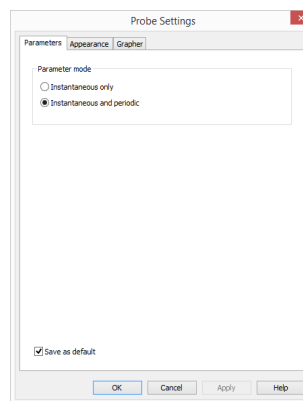
Рис. 2. Действие при нажатии кнопки "Interactive Simulation Settings" в Multisim 13 (а) и "Select active analysis and set up simulation parameters" в Multisim 14 (б)

жимах иллюстрирует рис. 4. На рис. 4,а приведен результат измерения напряжения на выходе генератора треугольных импульсов в режиме "Instantaneous", а на рис. 4,б – в режиме "Instantaneous and periodic".

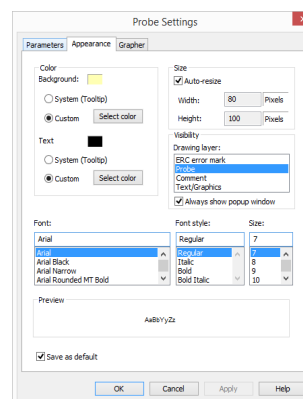
На вкладке "Parameters" задается размер окна, шрифт, цвет фона и шрифта пробников, а на вкладке "Grapher" – способ отображения имени пробника в окне Grapher при проведении анализа. Можно выбрать отображение только значения параметра (напряжение, ток или мощность в легенде), либо в легенде добавляется и имя пробника (PR1, PR2 и т.д.).

Число пробников увеличено. Хотя с помощью пробника для измерения напряжения можно измерять ток и частоту, для удобства использования созданы пиктограммы пробни-

а)



б)



в)

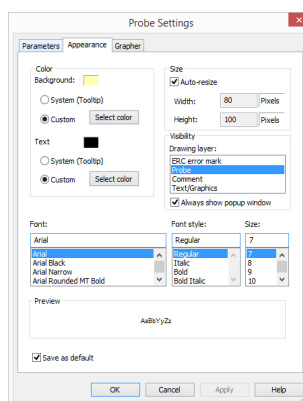


Рис. 3. Вкладка "Parameters" настройки параметров пробников (а), "Appearance" (б) и "Grapher" (в)



а)

б)

Рис. 4. Результаты измерения напряжения на выходе генератора треугольных импульсов пробником напряжения в режиме "Instantaneous" (а) и в режиме "Instantaneous and periodic" (б)

ков, предназначенных для измерения напряжения, тока и измерения обоих этих величин. Новыми являются пробники для измерения

мощности (со значком W внутри) и цифровой пробник (со значком прямоугольного импульса внутри). На рис. 5 приведен пример использования этих пробников.

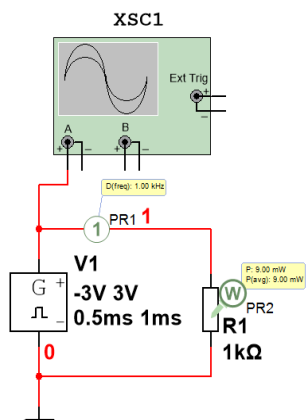


Рис. 5. Результаты измерения частоты сигнала и мощности, выделяемой на резисторе, с помощью цифрового пробника и пробника для измерения мощности

Пробник для измерения мощности устанавливается на изображение того элемента, мощность рассеивания которого необходимо измерить. Цифровой пробник отображает частоту исследуемого сигнала и его логический уровень (внутри пробника изменяется значение 0 или 1).

ФУНКЦИЯ “АКТИВНЫЙ АНАЛИЗ”

Эта функция позволяет проводить анализ по переменному току сразу в нескольких точ-

ках схемы и выводить на одном графике результаты анализа в этих точках. На рис. 6 приведена схема ФНЧ, в котором установлены пробники на выходе первого звена (PR1), на выходе фильтра (PR2) и пробник для измерения мощности на резисторе R4 (PR3).

При выборе режима анализа по переменному току (AC Sweep) на вкладке Output сразу видны точки схемы, в которых измеряются напряжения и мощность, формируемые этими пробниками. При желании можно убрать или добавить точки для анализа. Если не использовать пробники, то в окне Output каждый параметр нужно задать вручную. После выполнения анализа в окне Grapher выводятся результаты, приведенные на рис. 7.

Результаты анализа, проведенного с помощью пробников, идентичны результатам анализа напряжений и мощности, заданным в тех же точках. Использование пробников дает еще один результат – при нажатии кнопки Run сразу открывается окно Grapher с результатами анализа и нет необходимости входить в меню “Analysis and simulation” для его выполнения. При добавлении пробника на схеме после выполнения анализа в окне Grapher автоматически добавляются его данные.

Однако эта функция работает не при всех видах анализа. Например, при анализе с помощью быстрого преобразования Фурье выводится спектр сигнала в точке, которая находится в самом верху списка Output.

Применение функции “Active Analysis Mode” позволяет сократить время, необходи-

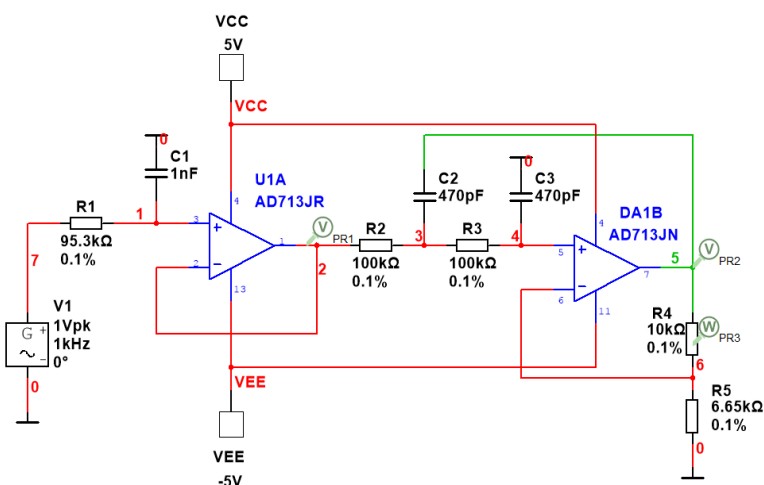


Рис. 6. Схема ФНЧ для анализа функции “Active Analysis Mode”

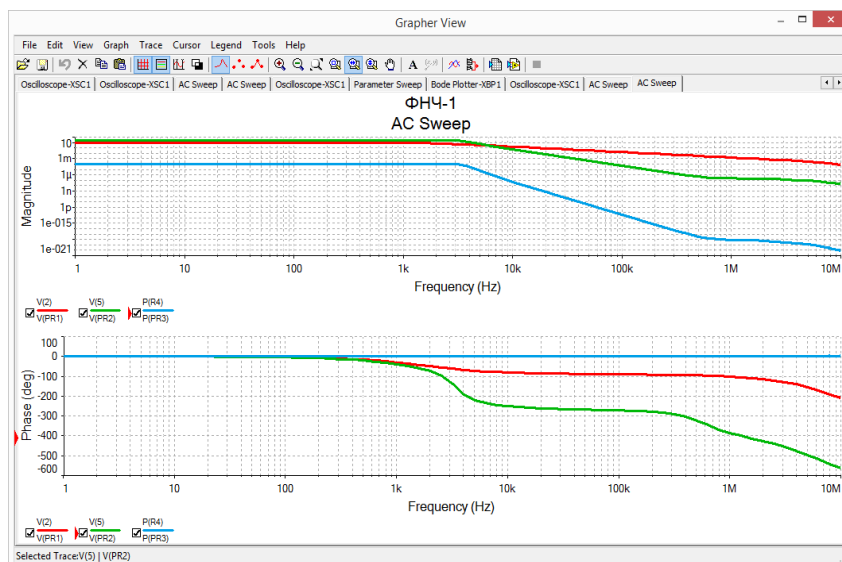


Рис. 7. Результаты анализа по переменному току в трех точках схемы

мое для подготовки и проведения анализа сложных схем, в которых требуется осуществлять контроль параметров в нескольких точках.

РАСШИРЕННОЕ МЕНЮ ПОИСКА КОМПОНЕНТОВ

При подборе компонентов для создания схемы расширены возможности поиска по названию производителя. После открытия окна выбора компонентов (рис. 8) и нажатия кнопки Search открывается окно поиска компонентов (Component Search), показанное на рис. 9.

В этом окне добавлена строка поиска по

место для печатной платы (рис. 10).

ПОИСК ПРИМЕРОВ МОДЕЛИРОВАНИЯ

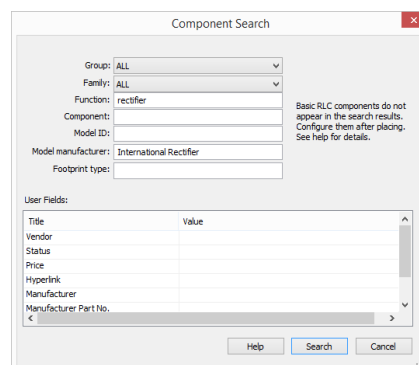


Рис. 9. Окно поиска компонентов Multisim 14

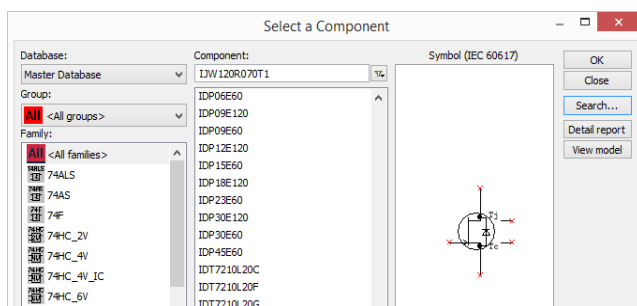


Рис. 8. Окно выбора компонентов

производителю компонентов (Model manufacturer). Если ввести в эту строку International Rectifier, то в результате поиска будут выведены компоненты, выпускаемые этой компанией. Кроме списка компонентов в окне результатов поиска отображаются обозначение элемента на принципиальной схеме и посадочное

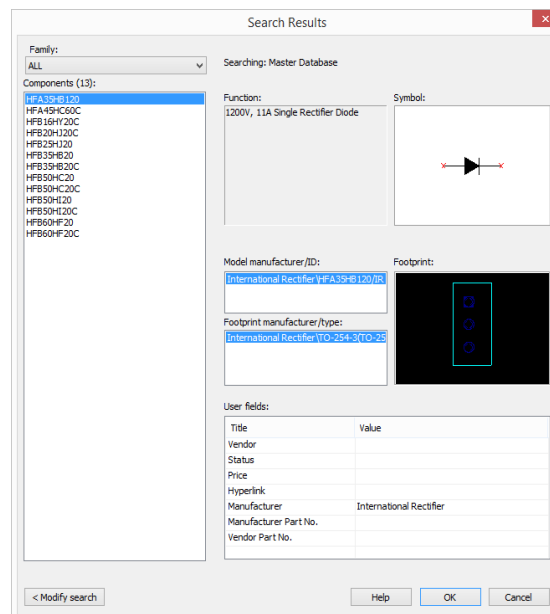


Рис. 10. Окно результатов поиска

Для быстрого поиска примеров моделирования достаточно нажать кнопку Find Examples на панели управления (рис. 11) и в открывшемся окне (рис. 12) выбрать интересующий пользователя пример.

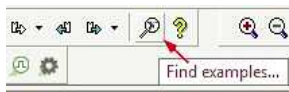


Рис. 11. Кнопка поиска примеров моделей

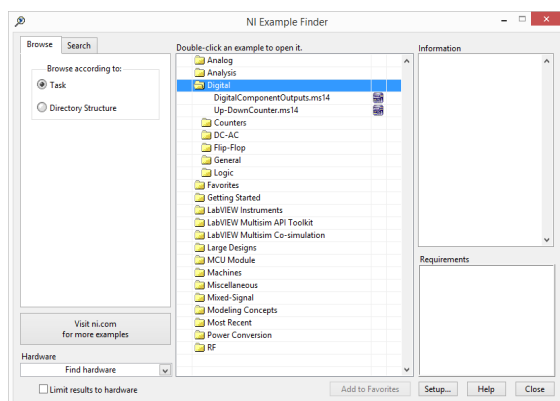


Рис. 12. Результат поиска примеров, выводимый в окне NI Example Finder

РАСШИРЕНИЕ ВОЗМОЖНОСТЕЙ МОДЕЛИРОВАНИЯ МОЩНЫХ УСТРОЙСТВ

В NI Multisim 14 добавлено более 500 новых компонентов (имитационные модели и посадочные места для разработки печатных плат) от компании International Rectifier. Это позволяет осуществлять не только моделирование преобразователей, выпрямителей, импульсных источников питания, но и осуществлять разработку печатных плат разрабатываемых устройств. В базу компонентов добавлены модели IGBT-модулей с рабочими напряжениями до 1200 В. Полный перечень новых компонентов International Rectifier можно найти в [2].

РАСШИРЕННЫЕ ВОЗМОЖНОСТИ ОБУЧЕНИЯ ЭЛЕМЕНТАМ ЦИФРОВОЙ

Программа Multisim многими ведущими университетами мира признана одной из наиболее удобных для обучения элементам цифро-

вой техники и моделирования цифровых устройств. В новой версии программы предусмотрена интеграция Multisim с платой Adept Suite от Digilent, предназначенной для обучения цифровой схемотехнике (рис. 13). Установленная на плате FPGA Spartan-3E позволяет эмулировать простые логические схемы, проводить оптимизацию логических схем, сравнивать коды, исследовать работу схем управления семисегментными индикаторами, счетчиков и других устройств. Возможна интеграция и с другими платами компании Digilent.

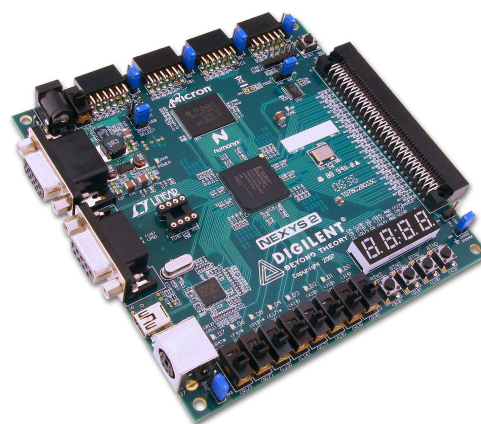


Рис. 13. Плата Adept Suite компании Digilent для обучения цифровой схемотехнике

Кроме новых компонентов ведущих производителей в программе были добавлены компоненты в базу источников – пять источников опорного напряжения и пять различных значений общего провода для каждого из них.

Краткий анализ новых возможностей позволяет сделать вывод о том, что программа Multisim 14 стала еще более удобной в использовании.

ЛИТЕРАТУРА

1. <http://www.ni.com/multisim/what-snew/>.
2. <http://www.ni.com/white-paper/52652/en/pdf>.
3. <http://www.ni.com/white-paper/14710/en/pdf>.

ИНТЕГРАЛЬНЫЕ СХЕМЫ ЭНЕРГОСОБИРАТЕЛЕЙ

CHIPS FOR ENERGY HARVESTING DEVICES

В статье рассматриваются микросхемы, ориентированные на использования в энергособирающих устройствах.

Abstract – The article presents a summary of chips for energy harvesting devices.

В. Охрименко

V. Okhrimenko

В последние годы термин Energy Harvesters (энергособирующие устройства, энергособиратели) все чаще встречается на страницах технических журналов, а также сети Интернет. Под этим термином, как правило, подразумеваются устройства, предназначенные для сбора энергии из окружающих доступных источников, ее аккумуляция и использование для электропитания разнообразных радиоэлектронных приборов, что позволяет увеличить их срок службы и надежность. В статье приведен краткий обзор интегральных схем, ориентированных на применение в энергособирающих устройствах.

ВВЕДЕНИЕ

Идею, положенную в основу концепции Energy Harvesting, достаточно емко отражает фраза – энергия из ничего – т.е. концепция заключается в сборе разнообразной энергии из окружающей среды и ее преобразовании в электрическую для питания автономных устройств. Источником энергии могут быть любые естественные природные процессы и физические явления, а также источники, созданные в результате бурной деятельности человеческой цивилизации [1-6].

Энергособиратели предназначены для преобразования механической, тепловой, оптической, электромагнитной и др. видов энергии в электрическую. Сбор энергии, ее аккумуляция и использование для питания электронных систем позволяет увеличить продолжительность их работы, которая может значительно превышать срок службы одноразовых элементов питания. Не исключается также возможность одновременного использования различных видов энергии, например, тепловой и механической, а также др.

Для сбора энергии в энергособирающих ис-

пользуются разные технологии преобразования. Например, для использования энергии вибрации применяются пьезоэлектрические преобразователи, для аккумуляции солнечной энергии – фотоэлектрические, тепловой – термоэлектрические. Таким образом, энергособиратели – это устройства, обеспечивающие преобразование различных видов энергии в напряжение или ток для питания приборов или зарядки аккумуляторов. На рис. 1 приведена типовая структура беспроводного датчика с использованием энергособирающего устройства.



Рис. 1. Типовая структура беспроводного датчика с использованием энергособирающего устройства

Было бы весьма заманчиво воплотить в жизнь тезис – "энергию из ничего в каждый дом" (каждое электронное устройство) – однако сегодня это едва ли реально. Хотя спектр возможного использования энергособирающих устройств крайне обширен, по сути, сегодня сферы их применения определяются, во-первых, наличием "свободной энергии" в окружающем пространстве конкретного электронного прибора, а во-вторых, эффективностью существующих преобразователей, уровнем энергопотребления устройств и, не в последнюю очередь, экономической целесообразностью.

Солнце – естественный источник «свободной энергии». Кроме того, "вездесущие" электромагнитные волны, излучаемые множеством существующих радиочастотных пере-

датчиков (телебашнями, антеннами сотовой связи и т.п.) также можно было бы использовать. Однако, этой, излучаемой в результате деятельности человеческой цивилизации, энергии пока еще во многих случаях, учитывая множество реалий, явно недостаточно для реализации коммерчески привлекательных проектов, ориентированных на массового потребителя смартфонов, планшетных компьютеров и т.п. Вибрации и механические перемещения, неразрывно связанные с работой разнообразных промышленных установок и т.п. – еще один из возможных источников энергии (рис. 2).

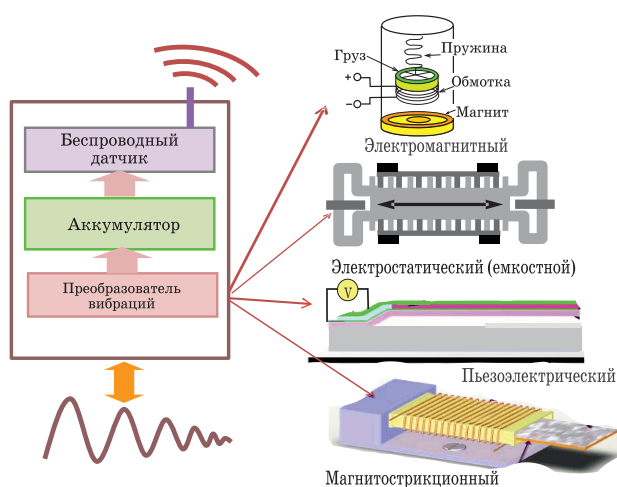


Рис. 2. Использование вибраций и соответствующих преобразователей в энергособирающих устройствах

Для преобразования энергии необходимы также соответствующие преобразователи: пьезоэлектрические, фотоэлектрические, термоэлектрические, электромагнитные, магнитоэлектрические и др.

В настоящее время применяется множество разнообразных преобразователей, в которых используются разные физические явления [1].

В табл. 1 приведены ориентировочные параметры некоторых источников энергии, которые предполагается использовать в энергособирающих устройствах, в табл. 2 – уровни мощности принимаемого электромагнитного излучения, создаваемого при трансляции цифрового и аналогового телевидения [3]. Данные были получены в результате исследования возможности создания энергособирающих устройств с использованием энергии радиоизлучений. Сигнал принимался на полуволновую дипольную антенну на расстоянии 6.5 км от источника излучения в г. Токио (Япония). В ходе исследований проводился также эксперимент по определению уровня мощности достаточного для зарядки накопительного конденсатора емкостью 100 мкФ до напряжения 1.8 и 3.0 В. На рис. 3 приведены экспериментальные данные, из которых следует, что для зарядки конденсатора до напряжения 1.8 и 3.0 В потребуется мощность, примерно, 38 и 70 мкВт, соответственно. На расстоянии 6.5 км от передающей антенны энергии радиоизлучений достаточно для зарядки конденсатора емкостью 100 мкФ до напряжения 2.9 В. При этом длительность зарядки составляет 3 мин. Как полагают специалисты – это идеальные предпосылки для создания безбатарейных беспроводных датчиков удаленно-

Таблица 1. Параметры некоторых источников энергии

Параметры источника					Используемая мощность потока, мВт/см ²
Источник		Перемещение, м/ускорение, м/с ²	Мощность потока, мВт/см ²	Напряжение, В	
Освещение	Комнатное	—	0.1	>0.7	0.01
	Наружное	—	100		10
Перемещение, вибрации	Человек	0.5 (1 Гц)/1 (50 Гц)	—	>20	0.004
	Оборудование	1 (5 Гц)/10 (1 кГц)	—		0.4
Тепло	Человек	—	20	0...10	0.03
	Оборудование	—	100		1...10
Радиоизлучение	GSM BSS	—	0.0003	—	0.0001
	Wi-Fi	—	—		0.001

Таблица 2. Уровни мощности электромагнитного излучения

Источник	Частота, МГц	Напряженность, В/м	Мощность сигнала, мкВт
Цифровое TV	560...580	0.44... 0.57	18.54...30.76
	540...560	0.62... 0.79	39.02...64.76
	520...540	0.44...0.57	21.44...35.58
	510...520	0.007...0.01	0.007...0.011
Аналоговое TV	494	0.26...0.34	8.88...14.74
	487	0.62...0.80	49.77...82.60
	480	0.62...0.80	51.23...85.03

го мониторинга. Таким образом, на территории большинства городских районов для питания датчиков достаточно использования энергии радиоизлучений наземной инфраструктуры телевизионного вещания.

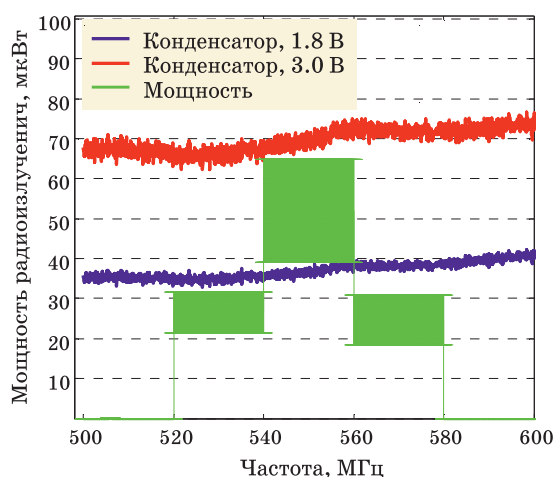


Рис. 3. Мощность, необходимая для зарядки конденсатора до напряжения 1.8 и 3.0 В

В статье рассматриваются микросхемы энергособирателей ведущих производителей, ориентированные на применение, в первую очередь, в беспроводных датчиках, поскольку особый интерес энергособиратели представляют для использования в беспроводных сетях (Wireless Sensor Networks – WSN), что позволяет гарантировать их длительную и безотказную работу без вмешательства обслуживающего персонала, а также обеспечивают им существенные преимущества по ряду эксплуатационных параметров. Применение энергособирателей повышает надежность оборудования и

снижает стоимость эксплуатации сетей беспроводных датчиков. Кроме того, разного рода датчики (например, вибродатчики), как правило, размещаются в непосредственной близости от источника энергии. Безусловно, что на всех уровнях системной интеграции автономное безбатарейное питание – одно из перспективных направлений в развитии беспроводных систем разного назначения.

Факторы, учитываемые при выборе стандарта беспроводной связи для сети датчиков, общеизвестны – это структура сети, дальность связи, скорость передачи данных и потребляемая мощность. С учетом того, что энергособиратели не в состоянии поддерживать большой уровень энергопотребления устройств, ключевой фактор – низкая потребляемая мощность. Кроме того, зачастую энергособиратели не могут обеспечить необходимый для полноценной работы устройства уровень мощности в непрерывном режиме работы прибора. Однако, во многих случаях в системах сбора информации беспроводных датчиков сбор данных осуществляется периодически, что вполне допустимо при работе большинства систем. Радиоприемопередатчики включаются периодически на непродолжительное время, а в интервалах между сеансами связи осуществляется накопление энергии (рис. 4).

В табл. 3 приведены некоторые характеристики беспроводных сетей. Наиболее подходящие для использования в них энергособирателей – это EnOcean-, ZigBee- и Bluetooth LE-сети.

Технология EnOcean, продвигаемая альян-

Таблица 3. Характеристики беспроводных сетей

Наименование	EnOcean	Z-Wave	ZigBee	Wireless HART	Bluetooth LE	Bluetooth	Wi-Fi
Организация стандартизации	EnOcean Alliance	Z-Wave Alliance	ZigBee Alliance	HART	Bluetooth SIG	Bluetooth SIG	Wi-Fi Alliance
Частотный диапазон, МГц	315	900	868 915 2400	2400			2400 5800
	868						
	900						
	920						
Скорость передачи	Низкая				Средняя	Высокая	Очень высокая
Дальность связи, м	50...300	30	100	250	50	100	
Потребляемая мощность	Очень низкая	Средняя	Очень низкая			Низкая	Высокая
Пригодность для использования энергособи- рателей	Отличная	Хорошая	Отличная			Неплохая	Плохая

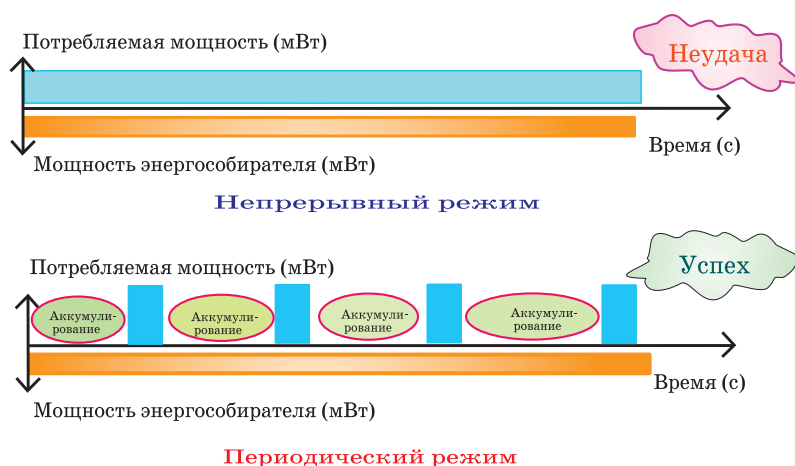


Рис. 4. Режимы работы беспроводных датчиков

сом с одноименным названием, ориентирована на создание беспроводных систем, в которых обмен данными между оконечными устройствами с минимальным, почти нулевым энергопотреблением, осуществляется по радиоканалу [4]. Беспроводные устройства – идеальное решение, в тех случаях, когда прокладка кабелей между устройствами по каким-либо причинам затруднена или вообще невозможна. Отличительной особенностью технологии EnOcean является отсутствие источников питания для энергоснабжения датчиков и простая интеграция в другие сетевые технологии.

В альянс EnOcean, образованный в 2008 г.,

входит более 300 компаний, выпускающих совместимое между собой оборудование. Технология EnOcean уже, де-факто стала стандартом для систем автоматизации зданий от небольших коттеджей до офисных небоскребов.

ПРИЛОЖЕНИЯ

Беспроводные сети датчиков (WSN) – одна из актуальных сфер применения энергособирающих устройств. WSN-сети используются при мони-

торинге состояния зданий, сооружений и мостов, летательных аппаратов и морских судов, турбин и насосов, компрессоров и двигателей и т.п.

Кроме того, энергособиратели могут успешно применяться в автомобильном электрооборудовании, насыщенном разнообразными встроенными датчиками, использование которых в процессе эксплуатации автомобиля сулит ряд преимуществ. В последние годы широкое распространение получают бесконтактные технологии измерения параметров автомобильной системы управления, однако для электропитания датчиков все еще приходится

использовать провода или батареи. Один из примеров возможного использования энерго-собирателей в автомобилях – системы контроля давления в шинах (Tire Pressure Monitoring System – TPMS), в которых датчики давления устанавливаются непосредственно в каждом колесе и питаются от батарей.

В имплантируемых медицинских приборах, беспилотных летательных аппаратах, а также в другом оборудовании, при работе которого исключается возможность вмешательства обслуживающего персонала, применение энерго-собирателей позволяет повысить надежность и удобство их эксплуатации.

Кроме того, сам человек является источником как тепловой, так и механической энергии, которую можно использовать в ряде приложений (рис. 5).



Рис. 5. Вариант использования энергии человека

ИНТЕГРАЛЬНЫЕ СХЕМЫ

Ведущие производители (Analog Devices, Linear Technology Corporation, Spansion, STMicroelectronics, Texas Instruments и др.) выпускают интегральные микросхемы (ИМС) для использования в энерго-собирающих устройствах. В табл. 4 приведены параметры некоторых микросхем энерго-собирателей. ИМС предназначены для сбора и аккумуляции энергии с использованием пьезоэлектрических, фотоэлектрических и термоэлектрических преобразователей, поскольку сегодня это наиболее распространенные и “прирученные человеком” источники энергии.

Вполне очевидно, что микросхемы для сбора энергии, во-первых, должны иметь минимальный уровень энергопотребления, как в рабочем режиме, так и в состоянии ожидания, а, во-вторых, – высокую эффективность преобразования.

В случае использования в качестве преобразователей фотоэлектрических элементов для того, чтобы обеспечить их высокую эффективность необходимо контролировать ток, отдаваемый источником в нагрузку. На рис. 6 приведена типовая вольтамперная характеристика (ВАХ) фотоэлектрического элемента. Поскольку с увеличением тока выходное напряжение уменьшается, всегда можно определить при каких значениях тока и напряжения мощность, отдаваемая элементом в нагрузку, будет

Таблица 4. Основные параметры ИС энерго-собирателей

Параметр	ADP5090	bq25504	LTC3331	MB39C811	SPV1050
Статический ток потребления, нА	260/320	330	950	1500	1500
Вх. напряжение, мВ	0.08...3.3	0.13...3.0	3...19	2.6...23	0.45...8
Система MPPT	+			—	+
Тип DC/DC-преобразователя	Boost		Buck-boost	Buck	Buck-boost
Диапазон рабочих температур, °C	—	-40...85	—	-40...85	
Температура кристалла, °C	-40...125	-40...105	-40...125	—	-40...125
Тип корпуса (размеры, мм)	16-LFCSF (3×3)	QFN-16 (3×3)	QFN-32 (5×5)	QFN-40 (6×6)	VFQFPN-20 (3×3)

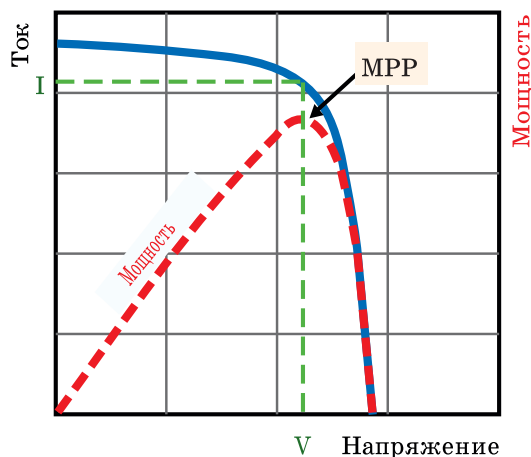


Рис. 6. Типовая ВАХ фотоэлектрического элемента

максимальной. Точка на ВАХ при этих значениях параметром называется точкой максимальной мощности (Maximum Power Point – MPP). Положение точки максимальной мощности на ВАХ изменяется в зависимости от уровня освещенности, температуры и других факторов. В идеальном случае эксплуатация фотоэлектрического элемента должна осуществляться с учетом положения точки максимальной мощности на ВАХ. Чтобы обеспечить наибольшую эффективность преобразования, ИМС, предназначенные для энергособирателей, содержат устройство слежения за точкой максимальной мощности (Maximum Power Point Tracking – MPPT).

Микросхема ADP5090 (Analog Devices) предназначена для использования с фотоэлектрическими, термоэлектрическими и пьезоэлектрическими преобразователями. ИМС ADP5090 не содержит встроенного диодного моста, поэтому при использовании пьезоэлектрического преобразователя необходимо применять внешний. Минимальная мощность входного сигнала достаточная для эффектив-

ного преобразования составляет всего 16 мкВт, минимальное входное напряжение – 380 мВ. После старта встроенного boost-преобразователя рабочие параметры поддерживаются в диапазоне входного напряжения от 80 мВ до 3.3 В. Типовое значение статического тока потребления в режиме ожидания 260 нА, в рабочем режиме – 320 нА. Структура энергособиателя, созданного на базе ИМС ADP5090, приведена на рис. 7.

Микросхема bq25504 (Texas Instruments) предназначена для использования с фотоэлектрическими и термоэлектрическими преобразователями. ИМС содержит высокоэффективный синхронный boost-преобразователь, обеспечивающий высокий КПД при низком входном напряжении. Типовое значение статического тока потребления в режиме ожидания 330 нА. На рис. 8 приведен график зависимости КПД от входного напряжения.

ИМС LTC3331 предназначена для использования с фотоэлектрическими, пьезоэлектрическими и электромагнитными преобразователями. Микросхема содержит встроенный диодный мост. При типовом токе пьезоэлектрического преобразователя 10 мкА падение напряжения на диодах составляет 800 мВ, при токе 50 мА – 1550 мВ.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В последние годы авторитетные аналитические агентства представили прогнозы развития мирового рынка энергособирующих устройств вплоть до 2024 г. И хотя они имеют отличия, согласно всем исследованиям предвидится устойчивый рост доходов. По мнению аналитиков компании IDTechEx ожидается, что общий объем рынка энергособиателей (от

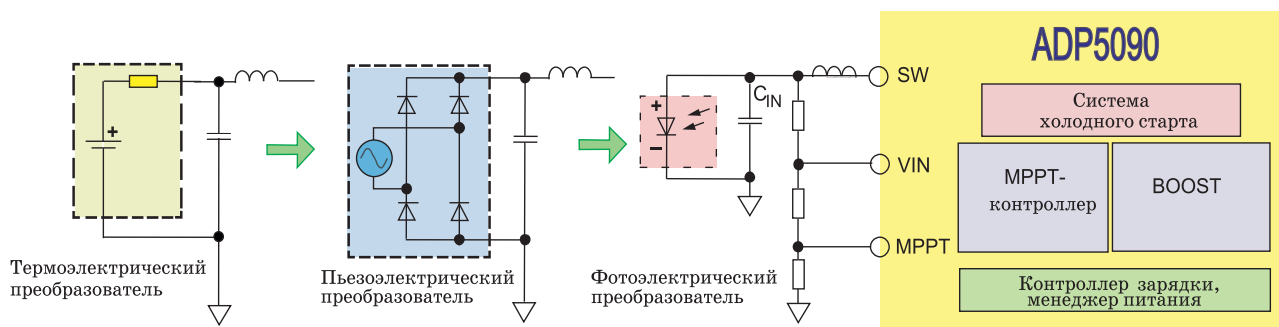


Рис. 7. Структура энергособиателя на базе ИМС ADP5090

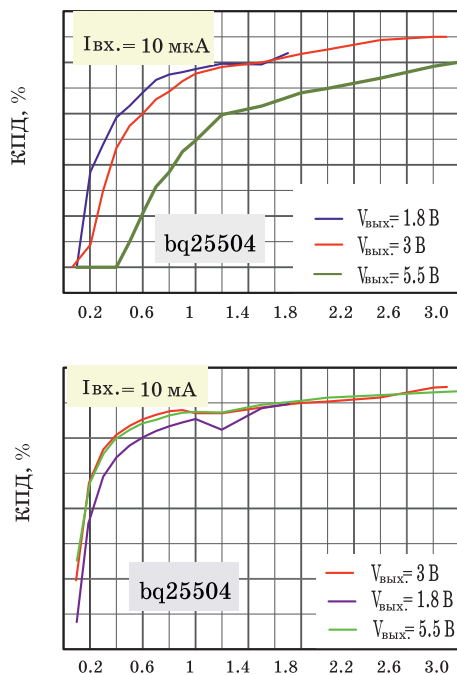


Рис. 8. Зависимость КПД от входного напряжения и тока

наручных часов до беспроводных датчиков) по самым скромным прогнозам вырастет до более чем 2.6 млрд долларов в 2024 г. (для сравнения объем рынка в 2012 г. оценивался в 0.7 млрд). Объем сегмента термоэлектрических энергособирателей в 2023 г. достигнет 865 млн долларов. На рис. 9 приведена диаграмма распределения прогнозируемого выпуска энергособирателей по годам в зависимости от используемого принципа действия преобразователей.

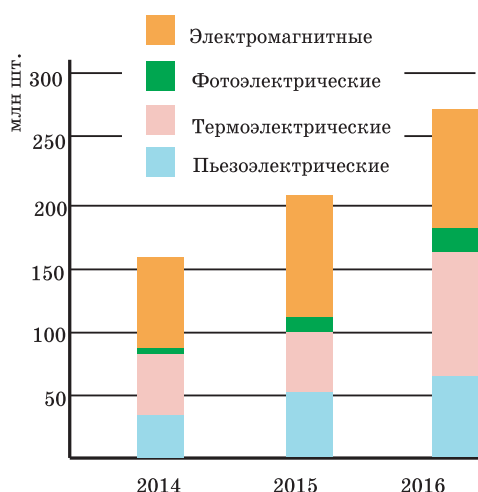


Рис. 9. Прогнозируемый объем рынка энергособирателей

Применение энергособирателей дает возможность продлить срок службы беспровод-

ных датчиков и исполнительных механизмов, разнообразных радио приемопередатчиков и регистраторов, а в ряде приложений – вовсе обойтись без использования батарей питания.

Хотя в условиях растущего дефицита энергии все большую актуальность приобретает энергосбережение, вряд ли повсеместное применение энергособирателей в WSN-сетях позволит достичь заметного эффекта в снижении потребления природных энергоресурсов.

Поскольку потребляемая мощность беспроводных датчиков постоянно снижается, энергособиратели становятся все более актуальными как для применения в устройствах “умного дома”, так и в промышленном оборудовании. Медицинские приборы и датчики, размещаемые на теле человека, – также одна из важных сфер применения энергособирателей. Все это стимулирует разработчиков на поиски новых способов “добычи” энергии из окружающей среды и новых нетрадиционных подходов.

Одно из таких перспективных направлений – преобразование тепла работающих двигателей и выхлопных газов в электроэнергию для электропитания систем управления/контроля автомобилем. Пьезоэлектрические энергособиратели также представляют большой интерес вследствие их миниатюрности и высокой эффективности.

Более полную информацию об энергособирателях см. [1-6].

ЛИТЕРАТУРА

1. Светлана Сысоева. Устройства для беспроводного и безбатарейного питания автономных узлов. Часть 1. ЭК №6, 2011.
2. Energy Harvesting from Human and Machine Motion for Wireless Electronic Devices.
3. A Battery-Less, Energy Harvesting Device for Long Range Scavenging of Wireless Power from Terrestrial TV Broadcasts.
4. www.enocean-alliance.org/en/home/.
5. ADP5090. Ultralow Power Boost Regulator with MPPT and Charge Management. – Analog devices (www.analog.com).
6. bq25504. Ultra Low Power Boost Converter with Battery Management for Energy Harvester Applications. – Texas Instruments (www.ti.com).

САМОВОССТАНАВЛИВАЮЩИЕСЯ ПРЕДОХРАНИТЕЛИ КОМПАНИИ LITTELFUSE

POLYMERIC PTC DEVICES

В статье рассматриваются характеристики самовосстанавливающихся предохранителей компании Littelfuse.

В. Охрименко

Abstract – The purpose of this article is to promote a better understanding of Polymeric PTC (Positive Temperature Coefficient) devices.

V. Okhrimenko

ВВЕДЕНИЕ

Традиционный способ защиты от перегрузки по току – применение плавких или самовосстанавливающихся предохранителей.

Компания Littelfuse – ведущий производитель пассивных электронных компонентов для "защиты" разного рода электротехнических устройств. Одно из важных направлений – производство предохранителей, основное назначение которых – защита от избыточного тока при возникновении аварийных ситуаций в системе. Кроме классических плавких предохранителей компания в настоящее время выпускает и т.н. самовосстанавливающиеся предохранители (polymeric positive temperature coefficient devices) [1-3].

Самовосстанавливающиеся предохранители – по сути, полимерные терморезисторы с положительным температурным коэффициентом (Positive Temperature Coefficient – PTC). В некоторых приложениях полимерные PTC-предохранители (в дальнейшем полимерные предохранители) можно с успехом использовать для замены стандартных плавких предохранителей (fuse).

И плавкие и полимерные предохранители предназначены для защиты устройств от перегрузок по току при возникновении аварийных режимов в системе, предохранения оборудования и людей от возникновения пожара и возможного риска поражения электрическим током, а также для изолирования дефектных блоков и узлов от основной системы еще до момента возникновения более неблагоприятных последствий.

Однако эти типы предохранителей базируются на разной технологии изготовления, и со-

ответственно обладают разными уникальными характеристиками, преимуществами и недостатками. Понимание особенностей технологий и принципа действия поможет сделать правильный выбор предохранителя для конкретного приложения с учетом всех его многочисленных параметров. Пожалуй, основное их отличие заключается в том, что полимерные предохранители восстанавливают свои характеристики (за исключением экстремальных случаев) после прекращения действия перегрузки, т.е. после снижения уровня протекающего тока. Однако восстановление характеристик происходит не полностью, что, конечно, следует учитывать при их применении в конкретном приложении. Традиционные плавкие предохранители для возобновления работоспособности системы подлежат обязательной замене после перегорания.

Поскольку полимерные предохранители восстанавливаются автоматически, их применение оправдывается в тех цепях, в которых перегрузки по току случаются довольно часто, а также, если доступ к месту их установки затруднен. В таких случаях сокращаются расходы на гарантийное и сервисное обслуживание. Однако для окончательного выбора типа предохранителя необходимо учитывать все эксплуатационные характеристики устройства.

И полимерные и традиционные плавкие предохранители реагируют, по сути, на тепло, выделяемое при протекании тока. В плавком предохранителе происходит расплавление плавкой вставки (т.е. обрыв цепи) и, в конечном счете, его разрушение. Самовосстанавливающийся только ограничивает ток в цепи вследствие существенного увеличения величины его сопротивления, что также происходит в

процессе его нагревания.

Упрощенное устройство полимерного предохранителя и принцип его действия следующий. Полимерный предохранитель представляет собой компаунд, состоящий из непроводящего полимерного материала (как правило, полиэтилена) и проводящих фракций графита. Благодаря наличию графитовых каналов в нормальном состоянии полимерный предохранитель является проводником со сравнительно низким собственным сопротивлением. При разогреве выше определенной температуры (т.н. температуры перехода) молекулы полимера получают дополнительную энергию, и изначальная кристаллическая структура трансформируется в аморфную, вследствие этого разрушаются графитовые каналы, что приводит к резкому изменению проводимости и соответственно к повышению сопротивления предохранителя. При снижении температуры полимер кристаллизуется, графитовые каналы восстанавливаются, что приводит к возврату проводящих свойств предохранителя.

Характеристика переключения приведена на рис. 1. Однако недостаток в том, что величина сопротивления после восстановления всегда больше первоначальной. Число переходов от проводящего состояния к непроводящему и обратно практически неограниченно, т.е. при отсутствии катастрофических факторов срок службы полимерного предохранителя не ограничен.

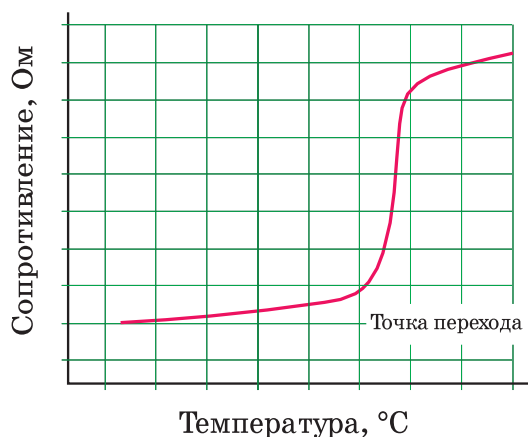


Рис. 1. Характеристика переключения полимерных предохранителей

В статье рассматриваются характеристики

и особенности полимерных предохранителей (Polyfuse, Resettable PTC), выпускаемых компанией Littelfuse.

ХАРАКТЕРИСТИКИ

Сопротивление полимерных предохранителей как минимум в два раза больше в сравнении с плавкими.

В отличие от плавких предохранителей полимерные не обеспечивают полного разрыва цепи. Поэтому в "отключенном" состоянии (т.е. в состоянии высокого сопротивления) полимерные предохранители характеризуются током утечки. Величина тока утечки может достигать нескольких сотен миллиампер. Плавкие предохранители при срабатывании полностью разрывают цепь протекания тока.

При выборе полимерного предохранителя следует принимать во внимание изменение параметров в рабочем диапазоне температур, габаритные размеры, а также соответствие стандартам. Для некоторых типов полимерных предохранителей в табл. 1 приведены зависимости номинального тока срабатывания предохранителей от температуры.

Скорость реакции полимерных предохранителей хуже, чем у плавких. Времятоковая характеристика полимерных предохранителей во многом аналогична той, которую имеют плавкие предохранители типа Littelfuse Slo-Blo. Времятоковая характеристика отключения – зависимость времени "перегорания" от протекающего тока. Это, по сути, время отключения как функция тока. На рис. 2 приведен график зависимости времени срабатывания от величины протекающего тока для полимерных предохранителей серии 0805L.

Максимально допустимый ток через полимерный предохранитель 10-100 А, тогда как у некоторых типов плавких максимальный ток может достигать величины 10 тыс. ампер.

Определения некоторых основных электрических характеристик полимерных предохранителей во многом соответствуют тем, которые используются для плавких [1-4]. Вместе с тем, в связи с особенностями технологии в документации, предоставляемой компанией Littelfuse, в качестве основных приводятся следующие электрические характеристики полимерных предохранителей.

Таблица 1. Зависимость номинального тока от температуры для некоторых типов полимерных предохранителей Littelfuse

Тип	Температура окружающей среды, °C								
	-40	- 20	0	23	40	50	60	70	85
	Номинальный ток (I_{hold}), А								
250R120T	0.18	0.16	0.14	0.12	0.10	0.09	0.08	0.06	0.05
250S130	0.21	0.19	0.17	0.13	0.11	0.10	0.09	0.07	0.05
16R110B	1.60	1.43	1.27	1.10	1.00	0.92	0.75	0.67	0.57
1812L200-C	3.08	2.71	2.35	2.00	1.80	1.60	1.50	1.07	0.80
0805L100	1.35	1.25	1.10	1.00	0.82	0.74	0.65	0.55	0.42
0603L025	0.32	0.29	0.27	0.25	0.21	0.18	0.16	0.14	0.10

Ток удержания I_{hold} (hold current). По сути, номинальный ток предохранителя. Ток удержания – максимальный ток, который может протекать через предохранитель, и который не приводит к переходу в непроводящее состояние при заданной температуре окружающего воздуха (как правило, – это 20 или 23 °C).

Ток срабатывания I_{trip} (trip current) – мини-

мальный ток, при котором полимерный предохранитель переходит в непроводящее состояние при заданной температуре окружающего воздуха.

Максимальный ток I_{max} (maximum fault current) – максимальный ток, который предохранитель может выдержать без повреждения при напряжении V_{max} .

Максимальное напряжение V_{max} (maximum voltage device) – максимальное напряжение, которое может выдержать предохранитель без повреждения при протекании максимального тока I_{max} . Следует учитывать не только номинальное значение рабочего напряжения, но и возможность возникновения разного рода импульсных помех (например, в системе электропитания автомобилей). Полимерные предохранители общего применения компании Littelfuse предназначены для работы при напряжении до 60 В. Для сравнения плавкие предохранители рассчитаны на напряжение 1000 В и более.

Мощность рассеивания P_{dmax} (power dissipated) – мощность, рассеиваемая предохранителем при переходе в непроводящее состояние при заданной температуре окружающего воздуха (обычно 20 или 23 °C).

Минимальное сопротивление R_{min} (minimum resistance of device in initial state). Минимальное начальное сопротивление предохранителя в проводящем состоянии до монтажа на плату, по сути, до его пайки.

Типовое сопротивление R_{typ} (typical resis-

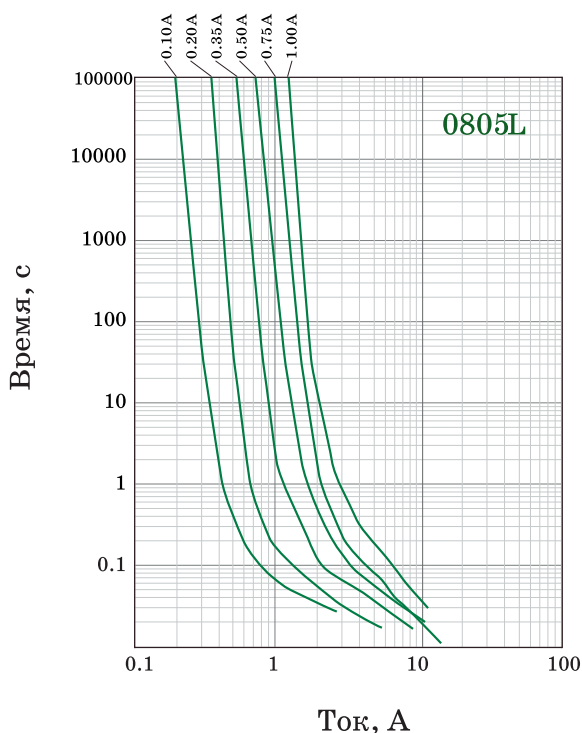


Рис. 2. Времятоковые характеристики полимерных предохранителей серии 0805L

tance of device in initial state). Типовое сопротивление предохранителя в проводящем состоянии до монтажа на плату.

Максимальное сопротивление после восстановления R_{1max} (maximum resistance) – максимальное сопротивление при заданной температуре, измеренное по истечению одного часа после восстановления или через 20 с после пайки при температуре 260 °С.

В табл. 2 приведены параметры полимерных предохранителей серии 0805L, в табл. 3 – параметры предохранителей серии 30R.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Полимерные предохранители (Polyfuse, Resettable PTC) это не аналог плавких предохранителей и по сравнению с ними – инерционные устройства, что необходимо учитывать при выборе предохранителя для конкретного приложения. Следует также принимать меры для ограничения протекающего тока и падения напряжения на нем. В некоторых случаях даже сопротивление соединительных проводов, на-

Таблица 2. Параметры SMD-предохранителей серии 0805L

Тип	I_{hold} , А	I_{trip} , А	V_{max} , В	I_{max} , А	P_{dmax} , Вт	Время срабатывания		Сопротивление, Ом		
						Ток, А	Время, с	R_{min}	R_{typ}	R_{1max}
0805L010	0.10	0.30	15	100	0.5	0.50	1.50	1.0	3.5	6.0
0805L020	0.20	0.50	9			8.00	0.02	0.65	2.0	3.5
0805L035	0.35	0.75	6				0.10	0.25	0.75	1.2
0805L050	0.50	1.00						0.15	0.5	0.85
0805L075	0.75	1.50		40	0.6		0.20	0.09	—	0.35
0805L100	1.0	1.95	0.30				0.06	0.21		

Таблица 3. Параметры предохранителей серии 30R

Тип	I_{hold} , А	I_{trip} , А	V_{max} , В	I_{max} , А	P_{dmax} , Вт	Время срабатывания		Сопротивление, Ом	
						Ток, А	Время, с	R_{min}	R_{1max}
30R090	0.90	1.80	30	40	0.6	4.50	5.90	0.070	0.220
30R110	1.10	2.20			0.7	5.50	6.60	0.050	0.170
30R135	1.35	2.70			0.8	6.75	7.30	0.040	0.130
30R160	1.60	3.20			0.9	8.00	8.00	0.030	0.110
30R185	1.85	3.70			1.0	9.25	8.70		0.090
30R250	2.50	5.00			1.2	12.50	10.30	0.020	0.070
30R300	3.00	6.00			2.0	15.00	10.80		0.080
30R400	4.00	8.00			2.5	20.00	12.70	0.010	0.050
30R500	5.00	10.00			3.0	25.00	14.50		
30R600	6.00	12.00			3.5	30.00	16.00	0.005	0.040
30R700	7.00	14.00			3.8	35.00	17.50		0.030
30R800	8.00	16.00			4.0	40.00	18.80		0.020
30R900	9.00	18.00			4.2	40.00	20.00		

пример, электропроводка транспортного средства или внутреннее сопротивление аккумулятора может ограничить ток до допустимого уровня в цепи предохранителя.

Нельзя забывать, что при восстановлении полимерного предохранителя его характеристики ухудшаются после каждого срабатывания, поэтому на реальное число срабатываний влияют также специфические особенности эксплуатации некоторых приборов (например, тех, в которых перегрузка по току – частое явление).

Ток срабатывания в значительной мере зависит от температуры окружающей среды. Если устройство предназначено для эксплуатации в расширенном диапазоне температур, использование полимерных предохранителей потенциально может привести к ложным срабатываниям.

Диапазон рабочих температур полимерных предохранителей всего -40...85 °C. На рис. 3 приведены графики зависимости номинальных параметров от температуры для плавких и полимерных предохранителей.

Постоянное уменьшение габаритных разме-

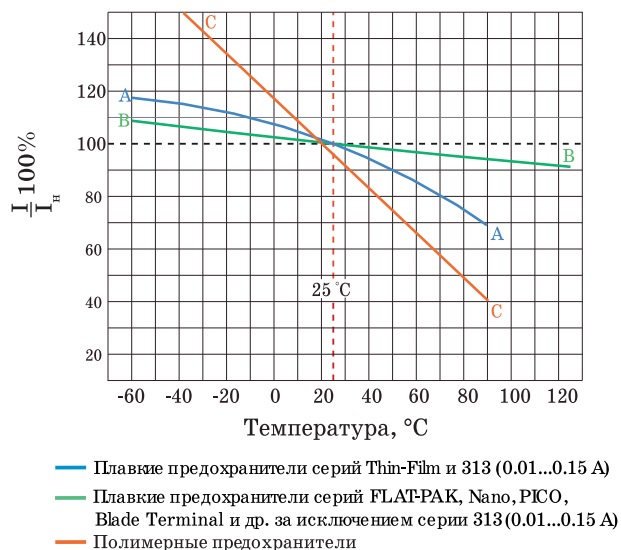


Рис. 3. Зависимость номинальных параметров от температуры для предохранителей разного типа

ров современной портативной электроники влечет за собой уменьшение размеров используемых компонентов. Полимерные SMD- пре-

дохранители типоразмера 0402 и 0603 можно с успехом применять в ноутбуках, мобильных телефонах и других интеллектуальных гаджетах.

В табл. 4...7 приведены параметры полимерных предохранителей, выпускаемых компанией Littelfuse, на рис. 4 – возможные варианты их использования

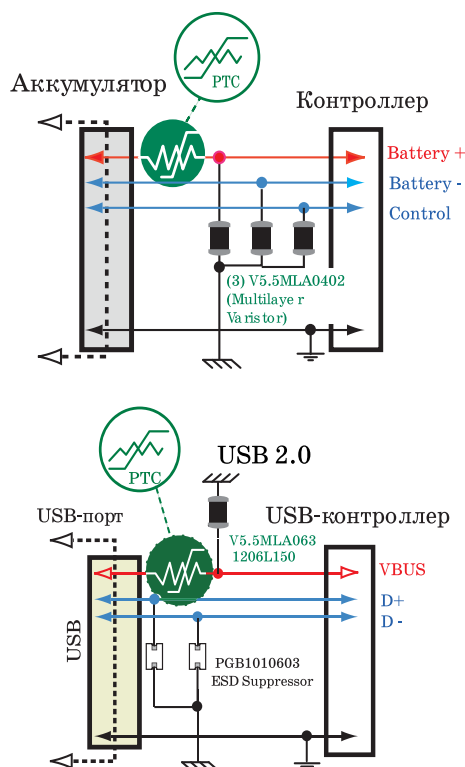


Рис. 4. Варианты использования полимерных предохранителей

Более полную информацию о полимерных предохранителях компании Littelfuse можно найти в [1-3].

ЛИТЕРАТУРА

1. Fuseology. Selection Guide. Fuse characteristic, terms and consideration factors. – Littelfuse, 2014.
2. Positive Temperature Coefficient (PTC) Thermistor Products – Littelfuse.
3. www.littelfuse.com.
4. Охрименко В. Романс о плавких предохранителях // ЭКиС, 2015, 4-6.

Таблица 4. Параметры SMD-предохранителей

Наименование	Полимерные SMD-предохранители							
Серия	0603L	0805L	1206L	1210L	1812L	2016L	2920L	250S
Типоразмер	0603	0805	1206	1210	1812	2016	2920	2505
Номинальный ток (I_{hold}), А	0.04-0.5	0.1-1.1	0.1-2.0	0.05-2.0	0.1-3.0	0.3-2.0	0.3-3.0	0.13
Макс. напряжение (V_{max}), В	6-15		6-30		6-60			60
Макс. ток (I_{max}), А	40	40/100	100	10/100	10/20/100	20/40	10/40	3
Диапазон рабочих температур, °C	-40...85							

Таблица 5. Параметры SMD-предохранителей серии LoRho PTC (Low Resistance)

Наименование	SMD-предохранители серии LoRho PTC (Low Resistance)					
Типоразмер	0402	0603	0805	1206	1812	2920
Номинальный ток (I_{hold}), А	0.1-0.5	0.5-2.0	0.75-3.0	0.75-4.5	1.9-3.7	7.0
Макс. напряжение (V_{max}), В	6/12					
Макс. ток (I_{max}), А	50					
Диапазон рабочих температур, °C	-40...85					

Таблица 6. Параметры предохранителей для монтажа в отверстия

Наименование	Полимерные предохранители для монтажа в отверстия						
Серия	USBR	16R	30R	60R	72R	250R	600R
Номинальный ток (I_{hold}), А	0.75-2.5	2.5-14.0	0.9-9.0	0.1-3.75	0.2-3.75	0.08-0.18	0.15-0.16
Макс. напряжение (V_{max}), В	6/16	16	30	60	72	250/60	600/60
Макс. ток (I_{max}), А	40	100	40			3/10	3
Диапазон рабочих температур, °C	-40...85						

Таблица 7. Параметры самовосстанавливающихся предохранителей для применения в аккумуляторах (SL LoRho Battery Strap)

Тип	I_{hold} , А	I_{trip} , А	V_{max} , В	(I_{max}) , А	P_{dmax} , Вт	Время срабатывания		Сопротивление, Ом		
						Ток, А	Время, с	R_{min}	R_{max}	R_{1max}
06SL190G	1.90	4.9	6	50	1.0	9.5	3.00	0.006	0.013	0.024
06SL370G	3.70	9.0			1.2	18.5	5.00	0.005		0.020

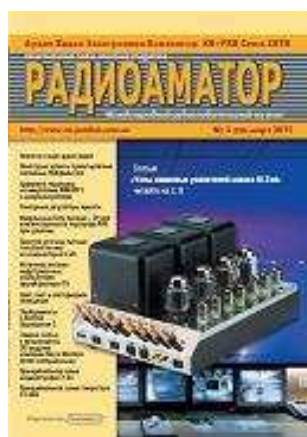
Аудио Видео Электроника Компьютер КВ+УКВ Связь СКТВ

International radio amateur magazine

РАДИОАМАТОР

Международный радиолюбительский журнал

www.ra-publish.com.ua/ra_mag.html



Уважаемые читатели и коллеги!

Журнал **«Радиоаматор. Международный радиолюбительский журнал»** (или просто **«Радиоаматор»**), издаваемый с 1993 года, - это увлекательный путеводитель в мир радио для тех, кто ради увлечения, либо по роду своей профессиональной деятельности работает в эфире, занимается разработкой и ремонтом разнообразных радиоэлектронных устройств. «Радиоаматор» – это журнал для тех, кто привык работать с паяльником в руках, со схемой, измерительной аппаратурой и компьютером на столе и для тех, кто своим призванием считает практическую радиоэлектронику. Журнал идет в ногу со временем, постоянно расширяя тематику. Нормой стали статьи по микроконтроллерным устройствам и использованию компьютеров в радиолюбительской практике. Не забываем мы и о начинающих радиолюбителях.

Ежегодно мы проводим конкурсы статей. Ранее эти конкурсы были тематические. Так, например, в 2013 году конкурс статей был посвящен 40-летию серийного производства 555-го таймера, в 2014-15 годах проводился конкурс статей по радиолюбительским конструкциям из старых мобильных телефонов и деталей от них. Конкурс этого (2016) года не имеет конкретной темы. Его призерами станут три автора, опубликованные статьи которых на любую тему жюри конкурса признает лучшими. Победители конкурса награждаются призами.

Подписаться на журнал **«Радиоаматор»** с ближайшего месяца можно в любом почтовом отделении. **Наш подписной индекс: 74435.**

Любые предложения по улучшению нашего журнала принимаются. Присылайте их в редакцию по адресу: *а/я 50, 03110, Киев110, Украина*, или на электронный адрес: *ra@sea.com.ua*.

Главный редактор журнала «Радиоаматор» Игорь Безверхний



АУДИО-ВИДЕО

Новости в мире аудио-видео	3/1, 2/2, 2/3, 2/4
Ремонт электродинамической головки 10ГДШ-1.	
А. Журенков.	6/1
Узлы ламповых усилителей класса Hi-End.	
А. Семёнов	9/1, 4/2, 9/3, 4/4, 2/5, 2/6, 6/7-8
Защита коаксиальных линий и оборудования систем видеонаблюдения от грозовых импульсных перенапряжений, А. Савченко	13/1, 8/2
Методы суммирования высокочастотной мощности, использующие гибридные ответвители. В. Рентюк	17/1
Модули современных усилителей мощности D-класса.	
В. Михальчук	11/2
Усилитель для будильника. А. Бутов.	4/3
Некоторые аспекты проектирования пассивных RC-фильтров. В. Рентюк.	6/3
Монитор компьютера в качестве телевизора В. Кандауров	5/6
Какой звуковой ЦАП лучше? В. Сергеев	7/6
Аудиофильские заблуждения. А. Сергеев	2/7-8, 2/9, 2/10, 2/11-12
Улучшенный выходной каскад УМЗЧ на полевых транзисторах. В. Костырко	6/9
Активная стереофоническая АС в необычном корпусе.	
А. Бутов	10/9
Доработка акустических систем SA90. А. Стехин.	6/10
Как воспроизвести звук с минимумом искажений.	
А. Сергеев.	10/10, 3/11-12

ОБМЕН ОПЫТОМ РЕМОНТА РЭА

О некоторых аспектах ремонта кинескопных (ЭЛТ) телевизоров импортного производства.	
Р. Корниенко	24/1, 24/2, 24/4
Ремонт источника питания DVD-проигрывателя RAINFORD DVD-3300. С. Ёлкин	31/1
Ремонт ЗУ светодиодных аккумуляторных фонарей.	
О. Никитенко, В. Никитенко.	23/2
Ремонт помпы EPB1 BEKA-MAX®. А. Сахненко	31/4
Автохолодильник «Термия» GSA-001B, устройство, схема и ремонт. И. Безверхний.	26/9, 48/10
USB-накопители. Устройство, неисправности, восстановление и ремонт. Р. Яreshko	8/11-12

ИСТОЧНИКИ ПИТАНИЯ

Повышающий DC/DC-преобразователь из деталей от мобильного телефона. А. Довгополов.	36/1
Выбираем источник питания для светодиодного освещения.	
О. Панасюк	38/1
Дискретный сетевой регулятор мощности на нагрузке. О. Белоусов	38/2
Источники питания промышленных компьютеров форм-фактора ITX. В. Рентюк.	32/3
Комбинированный блок питания. А. Молчанов.	13/4
Стабилизатор напряжения для мобильного телефонного аппарата. А. Бутов.	14/4
Устройство и эксплуатация импульсного источника питания фирмы MEAN WELL. Л. Вербицкий, М. Вербицкий	16/4
Источники питания промышленных компьютеров форм-фактора ITX. В. Рентюк.	20/4
Об экономии электроэнергии при работе РЭА в дежурном режиме. И. Безверхний.	35/4
Для чего нужна коррекция коэффициента мощности в импульсном источнике питания? А. Феклистов	18/5, 32/6
Мощный регулируемый источник питания. А. Зысюк	36/6
Сигнализатор аварийных режимов работы источника питания. С. Никулин	16/7-8

Релейный стабилизатор сетевого напряжения.	
В. Соколовский	18/7-8
ЗУ для автомобильных АКБ. С. Давыдок	22/7-8
Импульсный понижающий регулируемый стабилизатор напряжения на MP1584 (Доработка китайского электронного модуля) В. Михальчук.	23/7-8
Автоматический источник питания для 12-вольтового паяльника. А. Бутов.	25/7-8
Пополнение в семействе DC/DC-конвертеров TRACOPOWER мощностью 10 Вт. Ю. Скрипка.	49/9
LRS – новое поколение промышленных источников питания Mean Well. Ю. Скрипка.	31/10
Сетевой удлинитель с вольтметром и защитой. А. Бутов.	32/10
Зарядное устройство для щелочных, NiCd, NiMH и Li-ion аккумуляторов. А. Киселев.	34/10
Регулятор мощности для нагревательных приборов.	
О. Белоусов.	36/10
Устройство и ремонт импульсного адаптера CP-PWR-CUBE-3. Д. Кучеров	35/11-12
Понижающие стабилизаторы на микросхеме LM2675 от National Semiconductor. И. Безверхний.	38/11-12

ОСВЕТИТЕЛЬНЫЕ ПРИБОРЫ И УСТРОЙСТВА

Электронный балласт YZ-140EAA для люминесцентных ламп. Н. Петренко.	14/2
Выбираем источник питания для светодиодного освещения.	
О. Панасюк.	16/2
ИП для светодиодной лампы с цоколем E27. А. Усков	18/2
Замена лампы накаливания светодиодами в некоторых видах светильников. И. Безверхний	19/2
Простой преобразователь напряжения для питания люминесцентной лампы. С. Бабын.	21/2
LED-лампа. Что внутри? И. Безверхний.	22/2
Сенсорные регуляторы яркости. А. Одинец.	20/3, 6/5
Импульсный блок питания – ЗУ для компенсационного подзаряда АКБ при хранении. С. Бабын.	22/3
Ночник – зарядное устройство. А. Бутов.	22/4
Новые светодиодные панельные светильники Quadra от LEDsvit. О. Панасюк.	8/5
Всем ли хороши современные энергосберегающие лампы? А. Гаценко.	28/7-8
Повышение экономичности бытовых электроприборов.	
В. Кандауров.	36/7-8
Оптика для уличных светодиодных светильников.	
И. Павлов	14/10
Бюджетные светодиодные лампы. Обзор.	
В. Михальчук	16/10, 50/11-12
Применение диодных сумматоров в светотехнике.	
Г. Котов	42/11-12
Двухканальный контроллер светового шнура типа «дюралайт». А. Одинец	45/11-12

АВТОМАТИКА И ИЗМЕРИТЕЛЬНАЯ ТЕХНИКА

Применение презентера. А. Бутов	33/1
Регулятор-стабилизатор частоты вращения коллекторного двигателя с МК. В. Тушнов.	33/2
Высокоточный терморегулятор для термостата на ШИМ-контроллере. К. Лященко.	36/2
Цифровой термометр на микросхеме MAX6675 и микроконтроллере. А. Сахненко	13/3
Монитор электросети. П. Капитонов.	15/3
Акустические светодиодные драйверы. А. Одинец	17/3
Генератор пилообразного напряжения, управляемый цифровой логикой. Г. Спица, В. Ткаченко	40/5, 40/9
7-канальная охранная сигнализация. Д. Карелов	37/7-8

Устройство управления бытовым вентилятором. А. Петров	40/7-8
Двухпозиционный регулятор уровня воды в резервуаре. В. Калашник.	42/7-8
Два варианта включения электромагнитных реле. А. Бутов ..	33/9
Индикатор радиоактивности. Г. Закоморный	36/9
Устройство защиты трехфазных электродвигателей от перегрузки. К. Коломойцев.	38/9
LED фотоприемник-индикатор для систем охранной сигнализации. А. Попович	46/10
Детекторы быстроменяющихся сигналов. В. Рентюк ..	17/11-12
Устройство для динамического торможения однофазного асинхронного конденсаторного двигателя. К. Коломойцев	21/11-12
Измеритель емкости конденсаторов. А. Попович. ..	23/11-12
Измеритель C-ESR электролитических конденсаторов для внутрисхемных измерений – приставка к мультиметру. А. Кравченко. .	25/11-12
Электронный ЛАТР. Д. Карелов.	28/11-12

КОМПЬЮТЕРЫ В РАДИОЛЮБИТЕЛЬСКОЙ ПРАКТИКЕ

Подключение компьютера к трансиверу и работа в эфире Л. Вербицкий (UR5LAK), М. Вербицкий (US4LP)	20/10
--	-------

РА ДЛЯ НАЧИНАЮЩИХ

Электронно-механическая удочка. А. Довгополов ...	34/1
Нестандартное использование микросхем серии K176. Г. Котов.	41/2
Цвет, свет и светодиодное освещение. И. Безверхний. ...	36/3
Электронный свисток. О. Белоусов	40/3
Линейки «мигающих» светодиодов. С. Петров.	8/4
Простые способы восстановления нормальной работы ПК. А. Кашкаров.	38/4
Особенности УМЗЧ для переносной РЭА. И. Безверхний.	10/5, 16/6
Широкополосная резонансная антенна «Ластівка»®. В. Погребняк.	19/6
Охранная система на основе мобильного телефона. Н. Заец. .	29/6
О восстановлении работоспособности планшета Cortland TAB 001. И. Безверхний.	9 /7-8
Любительский автомобильный стереоприемник. А. Журенков.	12/7-8
Полезные советы пользователю ПК. А. Кашкаров ..	16/9, 24/10
Упрощенный ремонт болгарки. А. Журенков.	20/9
Устройство для светодиодной иллюминации. В. Мельник ..	24/9
Простой детектор-индикатор электромагнитного излучения на 555-м таймере. П. Петров	15/11-12

МИКРОКОНТРОЛЛЕРЫ В РАДИОЛЮБИТЕЛЬСКОЙ ПРАКТИКЕ

Эксперименты с Android. С. Рюмик. ...	40/1, 43/2, 44/3, 42/4, 46/9, 43/10
Шина I2C для 2-строчных дисплеев LCD и OLED с контроллером HD44780. А. Кравченко.	44/1
Нетривиальный ремонт светодиодного фонаря. А. Давиденко	43/9

ЭЛЕКТРОННЫЕ КОМПОНЕНТЫ

Новости в мире электронных компонентов. ...	20/1, 32/2, 42/3, 11/4, 28/6, 14/9, 10/11-12
Серводвигатели для роботов и игрушек И. Безверхний ..	22/1
Светодиоды 5630 с эффективностью до 200 лм/Вт. В. Чёрный	50/4
Акционные предложения на продукцию Sierra Wireless. .	52/4
Новый высоковольтный высокочастотный двухканальный аналоговый коммутатор для промышленных приложений. И. Васильев	27/6

Сверхкомпактный датчик угарного газа меньше предшественников в 10 раз! К. Лупич.	13/9
HLG-240H-C: LED-драйвер для очень суровых условий эксплуатации. Ю. Скрипка	13/11-12

ИНСТРУМЕНТЫ И ТЕХНОЛОГИИ

Простой источник питания гальванотехника из компьютерного БП. Д. Карелов.	24/3
---	------

СОВРЕМЕННЫЕ ТЕЛЕКОММУНИКАЦИИ

Замена снятых с производства 2G-модулей компании Sierra Wireless более совершенными. В. Чёрный ...	31/3
Назустріч операторам телекомунікацій і користувачам РЧР. О. Федієнко	46/4
Аналоговая часть прямого QPSK модулятора с большим диапазоном перестройки по частоте. П. Ксензенко, П. Химич.	12/6, 49/7-8, 38/10
Новое поколение шлюзов AirLink® для сетей 4G LTE. А. Тимченко	48/7-8
Широкополосный понижающий конвертор с двойным преобразованием частоты П. Ксензенко, П. Химич	52/11-12

КВ + УКВ

Бюллетень КВ + УКВ. А. Перевертайло	47/1, 47/2, 47/3, 45/5, 43/6, 59/7-8, 51/9, 51/10, 55/11-12
Дипломы AWARDS.	53/4
Светодиодный индикатор уровня выходной мощности связной радиостанции. В. Мельничук.	48/5
Секвенсор и таймер для накала лампы ГУ-81М. В. Мельничук	56/7-8
СиБи радиостанции и антенны PRESIDENT 25-30 МГц (AM/FM/SSB/CW)	58/11-12

НОВОСТИ ИНФОРМАЦИЯ КОММЕНТАРИИ

Колонка редактора.	2/1
Новости науки и техники.	51/1, 51/2, 51/3, 50/5, 43/6, 53/7-8
Отвечаем на вопросы и письма наших читателей ...	53/2, 43/3, 31/6, 50/9, 41/11-12
BCOPT-2015 – традиционная олимпиада по радиотехнике с нетрадиционным подходом проведения соревнования. С. Барабан, К. Коваль, А. Семенов	42/5
V Всеукраинская олимпиада по радиоэлектронике. С. Цирульник	45/7-8

ПРИНЦИПИАЛЬНЫЕ СХЕМЫ ПРОМЫШЛЕННОЙ РЭА

Принципиальная схема телевизионного шасси MC-15A фирмы Gold Star (LG)	27/1
Принципиальная схема телевизионного шасси MC-51A ..	26/2
Принципиальная схема осциллографа C1-94.	27/3
Схема соединений микроволновой печи DAEWOO KOR-6Q2B5S	28/3
Принципиальная схема устройства управления микроволновой печи DAEWOO KOR-6Q2B5S	29/3
Принципиальная схема генератора ГЗ-36А	30/3
Принципиальная схема телевизионного шасси TX807C/CS. .	27/4
Телевизор SHARP 21L-SC. Принципиальная и монтажная схемы.	23/6
Принципиальная электрическая схема телевизора RT-29FA34RB (шасси MC-036A) фирмы LG	31/7-8
Принципиальная схема беспроводного телефона Panasonic KX-TG9341/9342/9343/9344 ..	27/9, 27/10
Принципиальная электрическая схема полного усилителя A-X50 компании JVC (часть 1)	31/11-12



Серводвигатели для роботов и игрушек

Игорь Безверхний, г. Киев

В последние годы радиолюбителям и самоделщикам стали доступны комплектующие, которые применялись ранее в точном приборостроении и военной технике. К таким комплектующим относятся и серводвигатели, о которых рассказано в этой статье.

В настоящее время, даже в любительских конструкциях, решение задач по осуществлению управляемого перемещения требующей высоких точностей и динамики невозможно представить без использования различных серводвигателей. Существуют следующие их виды:

- асинхронный серводвигатель;
- синхронный серводвигатель;
- серводвигатель постоянного тока;
- синхронный реактивный серводвигатель.

В таких любительских конструкциях, как роботы, вертолеты, дроны, модели автомобилей, кораблей и яхт и т.п. используются, как правило, серводвигатели постоянного тока.

Рассмотрим их подробнее.

Серводвигатели, о которых пойдет речь, называют иногда «удерживающими» серводвигателями. На ось такого серводвигателя надевают качалку, к которой крепят исполнительный механизм (узел) конструкции (робота, вертолета и т.д.). Несколько качалок обычно входят в комплект поставки серводвигателя (**фото 1**).

Особенностью «удерживающего» серводвигателя является то, что параметрами управляющего сигнала можно установить и удерживать определенный угол поворота качалки. Максимальное значение этого угла может быть равно 180° или 360°.

Внешний вид одного из самых распространенных серводвигателей HXT900 фирмы HEXTRONIK показан на **фото** в начале статьи.

В корпусе серводвигателя находятся:

- электромотор (в нашем случае коллекторный электродвигатель постоянного тока);



Фото 1



- редуктор;
- датчик положения (позиции);
- плата управления.

Все это можно разглядеть на **фото 2** и **фото 3**, где изображен полуразобранный серводвигатель HXT900.

Принцип работы серводвигателя

Функциональная схема серводвигателя показана на **рис. 1**.

Заметим, что датчик положения (позиции) представляет собой потенциометр, который «насажен» на ось на выходе редуктора.

На плате управления расположены преобразователь ШИМ-сигнала в постоянное напряжение,

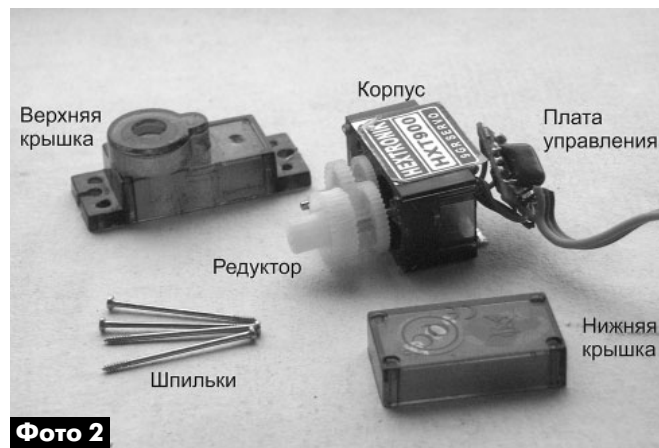


Фото 2

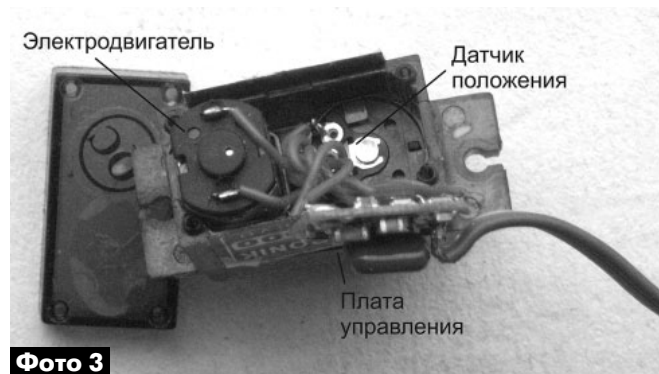


Фото 3



Рис. 1

усилитель ошибки, а в некоторых серводвигателях и усилитель мощности.

При включении питания включается электромотор серводвигателя и через редуктор происходит вращение, как качалки, так и подвижного контакта потенциометрического датчика положения. При этом на верхнем (по функциональной схеме **рис. 1**) входе усилителя ошибки напряжение будет меняться. На нижнем входе усилителя ошибки будет постоянное напряжение, которое определяется длительностью импульса входного ШИМ-сигнала.

Когда напряжения на входах усилителя ошибки станут равны, напряжение на электромотор подаваться не будет, и качалка замрет в установившемся положении. Если длительность импульсов входного управляющего ШИМ-сигнала изменится, изменится и величина постоянного напряжения на выходе преобразователя, а значит, опять включится электромотор, перемещая качалку и подвижной контакт датчика положения до тех пор, пока напряжение на верхнем входе усилителя ошибки (**рис. 1**) не станет равным напряжению от преобразователя на нижнем входе этого усилителя. Иначе говоря, в плате управления серводвигателя осуществляется обратная связь, которая достаточно точно позволяет позиционировать качалку серводвигателя в зависимости от длительности импульсов управляющего сигнала.

Импульсы управляющего ШИМ-сигнала имеют период повторения 20 мс (частота – 50 Гц). При длительности управляющих импульсов 1 мс угол поворота качалки 0°, при длительности 1,5 мс – 90°, а при длительности 2 мс – 180° (**рис. 2**). Это стандартизированные углы поворота. Линейной зависимости между углом поворота и длительностью импульсов управляющего ШИМ-сигнала нет. Поэтому длительность импульсов при повороте на определенный угол надо корректировать опытным путем.

Плата управления большинства серводвигате-

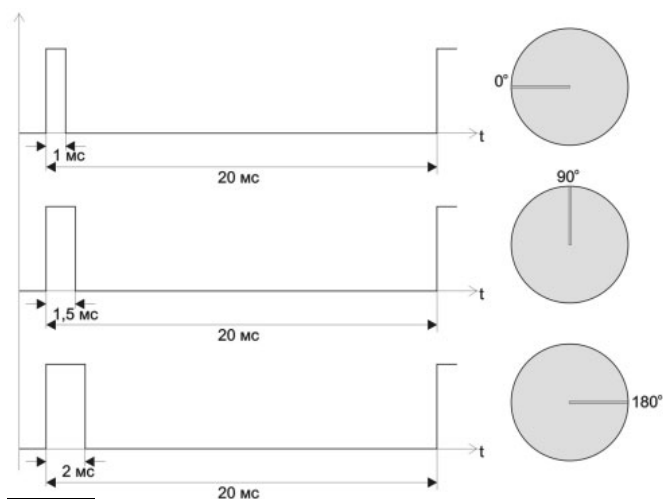


Рис. 2

лей выполнена на микросхеме AA51880 в корпусе SSOP16L от компании Agamem Microelectronics Inc.

Одна из типовых схем включения микросхемы AA51880 показана на **рис. 3**.

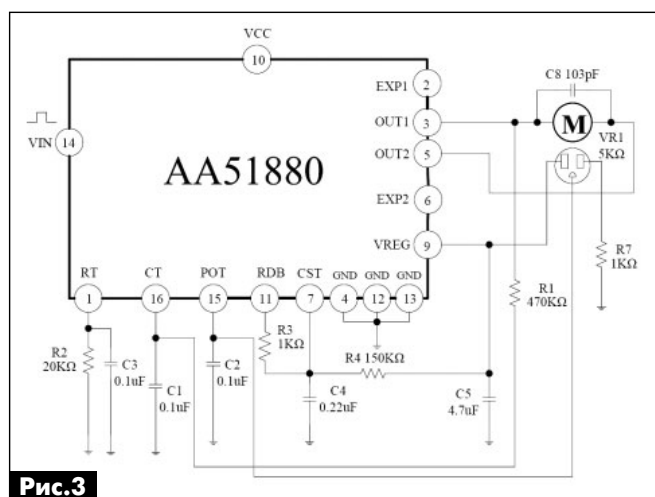


Рис. 3

Серводвигатели не самые дешевые компоненты. Их цена зависит от ряда качественных показателей. Один из них – это материал, из которого изготовлены шестерни редуктора. У серводвигателя HXT900 они пластмассовые, а значит, он не очень надежный. Одним из самых распространенных серводвигателей с металлическими шестернями в редукторе является MG90S компании Tower Pro (**фото 4**). Этот серводвигатель несколько мощнее HXT900, но и дороже в полтора-два раза. Параметры серводвигателей HXT900 и MG90S приведены в **таблице**.

Параметры	Серводвигатели	
	MG90S	HXT900
Напряжение питания, В	4,8...6,0	3...6,0
Диапазон температур, °C	-30...60	-30...60
Размеры, мм	22,5x12x35,5	22x12x21
Вес, г	13,4	9,1
Редуктор	металлический	пластмассовый
Рабочая скорость	0,1 с/60° (при 4,8 В)	0,12 с/60° (при 4,8 В)
	0,08 с/60° (при 6 В)	
Усилие, кг·см	2,2 (при 4,8 В), 2,5 (при 6 В)	1,6
Максимальный угол поворота качалки	180°	180°
Мертвая зона, мкс	5	
Производитель	Tower Pro	HEXTRONIK



Хочу обратить внимание на параметр, который называется рабочей скоростью (Operating speed). Рабочая скорость измеряется в весьма необычных единицах измерения $\text{с}/60^\circ$ (sek/60degree). Этот параметр показывает, за какое среднее время в секундах качалка серводвигателя повернется на 60° . Еще один важный параметр – это усилие (Stall torque). Собственно усилие – это модуль крутящего момента серводвигателя относительно оси редуктора серводвигателя. Измеряется усилие в кг-см, как и момент силы (крутящий момент).

Рабочая скорость и усилие зависят от напряжения питания двигателя, что указано в **таблице**.

Большинство серводвигателей подключаются к внешним устройствам штатным кабелем длиной до 25 см с 3-контактным разъемом типа JR. К этому разъему подпаяны провода кабеля в последовательности:

**Фото 4**

- коричневый (черный) – корпус;
- красный – напряжение питания;
- оранжевый – ШИМ-сигнал управления.

Ключа на разъеме серводвигателя нет. Это надо учитывать при подключении его к внешним устройствам.

Цифровой термометр на микросхеме MAX6675 и микроконтроллере

Андрей Сахненко, г. Одесса

Экспериментируя с высокотемпературными технологиями, автор вывел из строя несколько ртутных термометров. Это послужило толчком к разработке и изготовлению цифрового термометра, как альтернативу ртутному. Описание этого термометра приведено в настоящей статье.

Основой измерительной части рассматриваемого цифрового термометра является микросхема MAX6675ISA, позволяющая измерять температуру до 1023°C. Управление цифровым термометром осуществляется микроконтроллером (МК) PIC16F690-I/ML.

Разработанный прибор имеет следующие основные характеристики:

- Диапазон измеряемых температур 0...1023°C.
- Ошибка измерения в диапазоне 0...700°C $\pm 2^\circ\text{C}$.
- Ошибка измерения в диапазоне 700...1023°C $\pm 4,25^\circ\text{C}$.
- Максимальный ток потребления <12 мА.
- Ток в «спящем» режиме 0,3 мкА.

В термометре использованы SMD-компоненты, что позволило разместить его в корпусе от брелока для автосигнализации (фото 1 и фото 2).

Принципиальная схема термометра показана на рис. 1.

В качестве датчика температуры в приборе использована термопара К-типа.

Аналоговый сигнал от термопары усиливается и преобразуется в последовательный цифровой (двоичный) код в АЦП (аналого-цифровом преобразователе) DD1 типа MAX6675, который выполнен в корпусе SO-8. Этот код (в формате SPI™) обрабатывается в микроконтроллере DD2 типа PIC16F690 (в корпусе QFN-20). После этого измеренное значение температуры выводится на четы-



Фото 1



Фото 2

рехразрядный семисегментный светодиодный индикатор с общими анодами (ОА) HG1 типа GNQ2841BD-11.

Микросхема 12-разрядного АЦП DD1 типа MAX6675ISA специализированная. Она разработана специально для преобразования сигнала от термопары К-типа в последовательный цифровой код. MAX6675ISA имеет встроенную схему автоматической компенсации температур холодных спаев такой термопары.

Напряжение питания этой МС лежит в пределах 3,0...5,5 В, но при тестах она показала свою работоспособность на пониженном напряжении до 2,5 В.

Максимальный ток потребления микросхемы MAX6675 не более 1,5 мА. Поэтому автор использовал в качестве источника питания этой МС один из портов МК, тем самым, обеспечив минимальный ток потребления в спящем режиме.

Напряжение питания MAX6675 подается на вывод 4 DD1, с вывода 15 МК DD2 через фильтр R6C1.

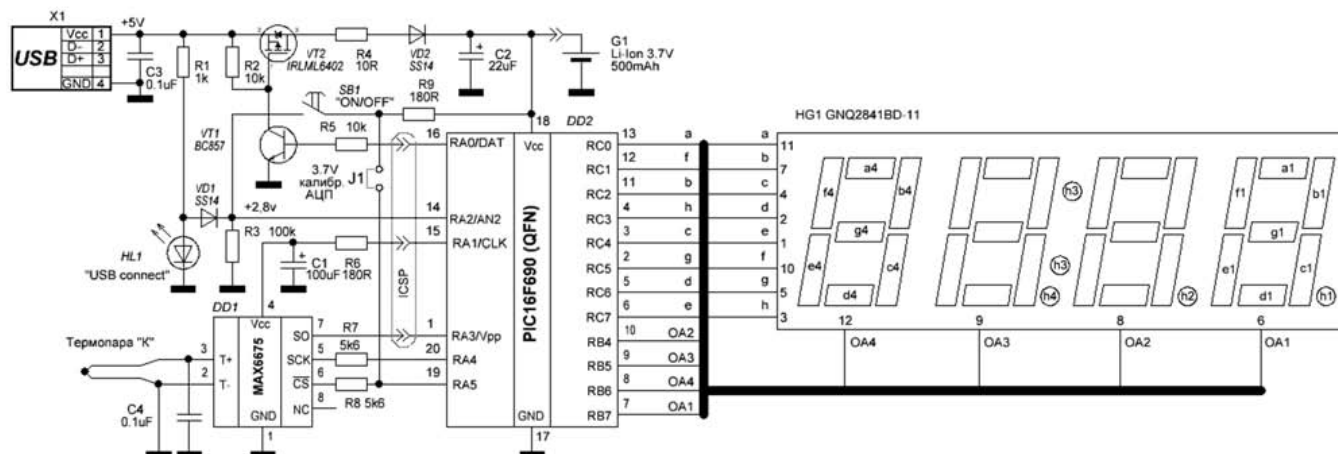


Рис. 1

Назначение выводов МК DD1 MAX6675 приведено в **табл. 1**, а назначение выводов DD2 PIC16F690-I/ML, с учетом записанной в этот МК программы, – в **табл. 2**.

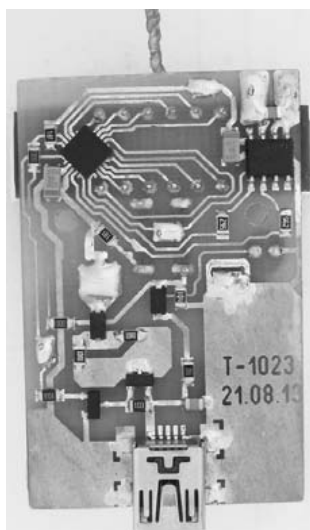


Фото 2



Фото 3

Напряжение питания МК PIC16F690-I/ML при тактовой частоте 8 МГц лежит в диапазоне 2,0...5,5 В.

Табл. 1

№	Обозначение	Назначение
1	GND	Корпус
2	T-	Входы сигнала термопары
3	T+	
4	Vcc	Напряжение питания
5	SCK	Вход синхронизации
6	-CS	Вход выбора кристалла
7	SO	Выход данных
8	NC	Свободный вывод

Табл. 2

№	Обозначение	Назначение
1	RA3/Vpp	Вход данных от АЦП U1
2	RC5	Выход на сегмент g HG1
3	RC4	Выход на сегмент c HG1
4	RC3	Выход на сегмент h HG1
5	RC6	Выход на сегмент d HG1
6	RC7	Выход на сегмент e HG1
7	RB7	Выход на OA1 HG1
8	RB6	Выход на OA4 HG1
9	RB5	Выход на OA3 HG1
10	RB4	Выход на OA2 HG1
11	RC2	Выход на сегмент b HG1
12	RC1	Выход на сегмент f HG1
13	RC0	Выход на сегмент a HG1
14	RA2/AN2	Вход команды ON/OFF
15	RA1/CLK	Выход напряжения питания для DD1
16	RA0/DAT	Выход команды вкл. питания от USB
17	GND	Корпус
18	Vcc	Напряжение питания
19	RA5	Выход вкл. АЦП
20	RA4	Выход тактовых импульсов для DD1

В качестве источника питания МК (и всей схемы) используется литиевый аккумулятор (3,7 В) без маркировки размером 30 x 25 x 6 мм.

Кнопка SB1 служит для включения или выключения термометра.

В термометр встроено USB зарядное устройство (ЗУ) для аккумулятора.

ЗУ построено на двух транзисторах: VT2 – силовой ключ управления зарядным током батареи, VT1 – его драйвер. Подбор зарядного тока, в зависимости от емкости применяемой батареи, производится подбором сопротивления резистора R4.

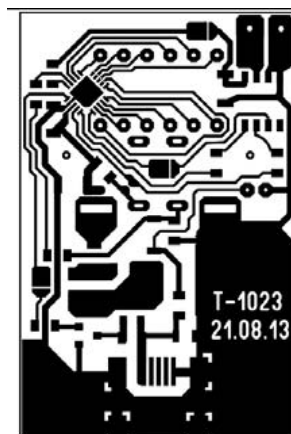


Рис. 2

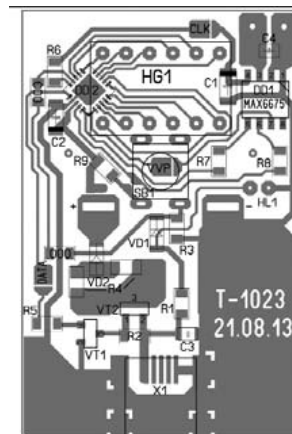


Рис. 3

Если USB-кабель не подсоединен, то развязывающий диод VD2 отключает схему зарядки от батареи.

При подключении прибора к USB порту ПК, термометр автоматически включается в режим зарядки батареи и на индикаторе высвечивается текущее напряжение на ней.

Падение напряжения, снимаемое с индикатора включения USB ЗУ (HL1), через развязывающий диод VD1 поступает на вход RA2/AN2 микроконтроллера DD2. По величине этого напряжения МК определяет включено или выключено питание через разъем USB. Вторая функция входа RA2/AN2 – сканирование состояния (нажатия) кнопки SB1 «ON/OFF».

В процессе измерения температуры кнопкой SB1 можно переключать индикатор из режима индикации температуры в режим индикации напряжения батареи питания и наоборот.

При заряде аккумулятора, когда напряжение на нем достигнет 4,2 В, процесс зарядки отключится, а на индикаторе высветится надпись «FULL».

Для согласования уровней шины обмена данными, используются резисторы R7 и R8.

В приборе применена посегментная, динамическая индикация четырехразрядного индикатора. Время обновления индикации 4 мс. Низкое напряжение питания, позволило автору обойтись без токоограничивающих резисторов для HL1.

В своей конструкции автор попробовал использовать термопару от мультиметра DT-838, но при нагреве выше 600°C термометр переставал работать. Сначала причину этого искалась в программе, но при замене термопары той, что изображена на **фото 1**, термометр заработал нормально. Эта поппате термопара К-типа была приобретена на радиорынке.

В схеме и на печатной плате устройства предусмотрена возможность внутрисхемного программирования (ICSP) МК. С этой целью на плате имеются три контактных площадки:

- Vpp – напряжение программирования;
- DATA – данные;
- CLK – синхронизация (тактовые импульсы).

Эти площадки подключены к выводам 1, 16 и 15 DD2 соответственно. При программировании (прошивке) МК DD2 к этим площадкам и корпусу припаиваются провода с выходов программатора. Для обеспечения обычного режима работы эти площадки соединяются каплей припоя (перемычкой) с рядом расположенными контактными площадками.

Устройство собрано на односторонней печатной плате размерами 32x47 мм (**фото 3** и **фото 4**). Чертеж печатной платы показан на **рис.2**, а расположение деталей на ней – на **рис.3**.

Для калибровки схемы контроля напряжения батареи питания, необходимо:

- отпаять литиевый аккумулятор;
- установить перемычку J1, нанеся паяльником каплю припоя, соединив две соответствующие контактные площадки на печатной плате;
- подключить к плате калиброванный источник с напряжением $3,7 \pm 0,05$ В.

При этом МК запишет в свою энергонезависимую память новое значение калибровочной константы. По окончании записи будет высвечена надпись «Stor» (от англ. Store – хранить).

После этого надо отключить источник калиброванного напряжения от платы, снять перемычку J1, убрав каплю припоя, и подключить литиевый аккумулятор. Термометр готов к работе.

Желающие повторить рассмотренную в этой статье конструкцию могут скачать чертеж печатной платы в формате программ Sprint-Layout 6.0 и файл прошивки (HEX-файл) с сайта издательства «Радиоаматор».

Ссылки

1. <http://www.ra-publish.com.ua/> – сайт издательства «Радиоаматор».

Монитор электросети

Павел Капитонов, с. Песоченка, Московской обл.

В статье автор рассказывает об устройстве контроля и регистрации различных параметров работы электросети (220 В/50 Гц), что позволяет оценить качество электроснабжения, что немаловажно знать, как бытовым, так и промышленным потребителям (особенно в сельской местности). Устройство было создано по просьбе товарища, который занимается обслуживанием промышленного электрооборудования.

Необходимость мониторинга сети может возникнуть, когда ремонтному и обслуживающему персоналу постоянно и необоснованно предъявляют претензии при сбоях работы электрооборудования, главные причины которых в нестабильности электросети, а энергоснабжающая организация отказывается признавать свою причастность к этим проблемам. Монитор может быть полезен фермерам, сельским жителям и просто дачникам, несмотря на то, что показания этого простого прибора не могут служить юридическим основанием для рекламаций.

Внешний вид монитора сети показан на **фото**, а принципиальная схема – на **рисунке**.

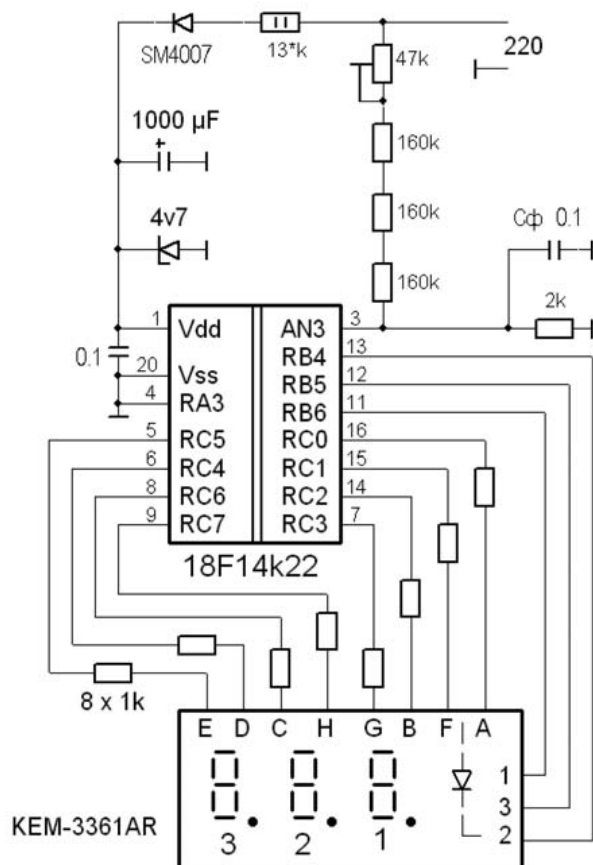
Он собран на микроконтроллере (МК) типа PIC18F14K22 компании Microchip Technology Inc. и трехразрядном семи-сегментном индикаторе красного цвета свечения с общими катодами типа KEM-3361AR.

Назначение выводов МК с учетом записанной в него программы приведено в **таблице**.

МК питается стабильным напряжением 4,7 В без гальванической развязки с сетью, которое получено на стабилизаторе после однополупериодного выпрямления диодом типа SM4007 (1N4007). Мощный резистор (2...5 Вт) сопротивлением 13...15 кОм – балластный для стабилизатора. Его номинал выбирают в зависимости от значения тока стабилизации используемого стабилизатора.

Восемь резисторов номиналом 1 кОм ограничивают ток сегментов индикатора.





Остальные пять резисторов – это регулируемый делитель входного напряжения.

Подстроечным резистором 47 кОм, при регулировке прибора, устанавливают реальное значение действующего напряжения сети (U_{rms}).

Прибор позволяет измерять и просматривать семь параметров питающей сети, которые сменяются по кругу:

1. Время (количество часов) работы с момента первого включения (0...999 ч). По истечении 999 ч это число «виснет». При этом все разряды индикатора монитора моргают.

2. Текущее действующее значение напряжения (U_{rms}), усреднённое за 1 с.

3. Количество пропаданий электроэнергии в пределах 0–99. После каждого выключения-включения это число увеличивается на 1. Этот режим индицируется символом «с» в старшем разряде.

4. Текущее амплитудное значение напряжения, деленное на 1,41 ($U_m/1,41$), усреднённое за 1 сек.

Примечание: В идеале показания прибора, полученные в этом пункте, должны совпадать с показаниями пункта 2. В этом случае можно говорить, что напряжение сети имеет форму идеальной синусоиды.

По разнице этих показаний можно косвенно судить о наличии искажений синусоиды.

5. Частота сети. Этот режим индицируется символом «F» в старшем разряде.

6. Минимальная зарегистрированная амплитуда (U_{min}) за все время с момента включения. Этот режим индицируется точкой в младшем разряде.

7. Максимальная зарегистрированная амплитуда (U_{max}). Индикация этого режима – точки во всех разрядах.

Параметры 2 и 4 видны в течение 3 с, остальные – 1 с (в первом круге после включения параметр 2 «висит» 30 с, чтобы успеть выставить U_{rms} по эталонному вольтметру).

Информативность показаний прибора довольно высокая. Так, например, если $U_{min}=0$ или возле того, то это значит, что было пропадание напряжения сети на время менее 0,2 с. Емкость накопительного конденсатора выпрямителя напряжения питания поддерживает работу МК приблизительно это время до выключения.

По разнице U_{rms} и U_m можно косвенно оценить отклонение формы переменного напряжения сети от синусоиды.

В своей конструкции автор использовал печатную плату от устройства, которое описано в [1]. Несколько таких плат были заказаны в одной из промышленных фирм.

Желающие повторить конструкцию могут скачать прошивку микроконтроллера с сайта издательства «Радиоаматор» [2]. Там же можно найти и скачать и чертеж печатной платы в формате программы Sprint Layout как приложение к статье [1].

Ссылки

1. Капитонов П. «Паяльная станция» на ручке паяльника // Радиоаматор. – 2014. – №5 – С.29–31.

2. <http://www.ra-publish.com.ua/> – сайт издательства «Радиоаматор».

№№ п/п	Обозначение	Назначение
1	Vdd	Вход напряжения питания
3	AN3	Вход АЦП (вольтметра)
4	RA3	Корпус
5	RC5	На аноды сегментов E LED-индикатора
6	RC4	На аноды сегментов D LED-индикатора
7	RC3	На аноды сегментов G LED-индикатора
8	RC6	На аноды сегментов C LED-индикатора
9	RC7	На аноды сегментов H (точки) LED-индикатора
11	RB6	От общих катодов младшего разряда LED-индикатора
12	RB5	От общих катодов старшего разряда LED-индикатора
13	RB4	От общих катодов среднего разряда LED-индикатора
14	RC2	На аноды сегментов B LED-индикатора
15	RC1	На аноды сегментов F LED-индикатора
16	RC0	На аноды сегментов A LED-индикатора
20	Vss	Корпус



Простой источник питания гальванотехника из компьютерного БП

Дмитрий Карелов, г. Кривой Рог

В статье рассмотрена конструкция источника питания, разработанного для использования в гальванотехнике. Он изготовлен на основе компьютерного блока питания АТХ и позволяет выдавать в нагрузку стабилизированный ток до 20 А в течение времени, заданного с помощью таймера.

Тема любительской гальванотехники довольно популярна. Технология гальваники требует наличия источника стабильного тока довольно высокого качества. Использование радиолюбительских лабораторных блоков питания средней мощности не всегда приемлемо для этой цели, так как, обычно, в них стараются сбалансировать характеристики таким образом, чтобы получить большой диапазон выходного напряжения при небольшом токе. С другой стороны, всевозможные зарядные устройства для свинцово-кислотных аккумуляторов позволяют получать большой ток, часто стабилизированный, но многие из них имеют большие пульсации выходного напряжения, что не позволяет получить гладкое покрытие изделия металлом.

Поэтому, автор решил изготовить специализированный источник питания для использования в гальванотехнике (ИПГ), имеющий следующие основные технические характеристики:

- напряжение питания сети ~230 В;
- два взаимосвязанных канала с плавно регулируемым стабилизированным выходным напряжением постоянного тока:
 - напряжение в первом канале от 0 до 20 В, при токе до 10 А;
 - во втором канале от 0 до 8 В, при токе до 20 А;
 - плавно регулируемое ограничение тока (токовая стабилизация) в диапазоне от 0 до 20 А;
 - пульсация выходного напряжения постоянного тока не более 20 мВ;
 - измерение выходного напряжения/тока с помощью цифрового мультиметра (в формате 0,00–19,99 В/А);
 - светодиодная индикация перехода в режим ограничения тока;
 - возможность использования таймера отключения ИПГ с помощью электронно-механических часов до 11,5 часов.

О переделке компьютерных блоков питания (БП) от персонального компьютера (ПК) написано много статей, в том числе автором, например [1, 2]. Особенностью этой конструкции является использование 5-вольтового выхода БП от ПК для



получения большого выходного тока, измененная схема управления и индикации, и наличие возможности подключения таймера отключения.

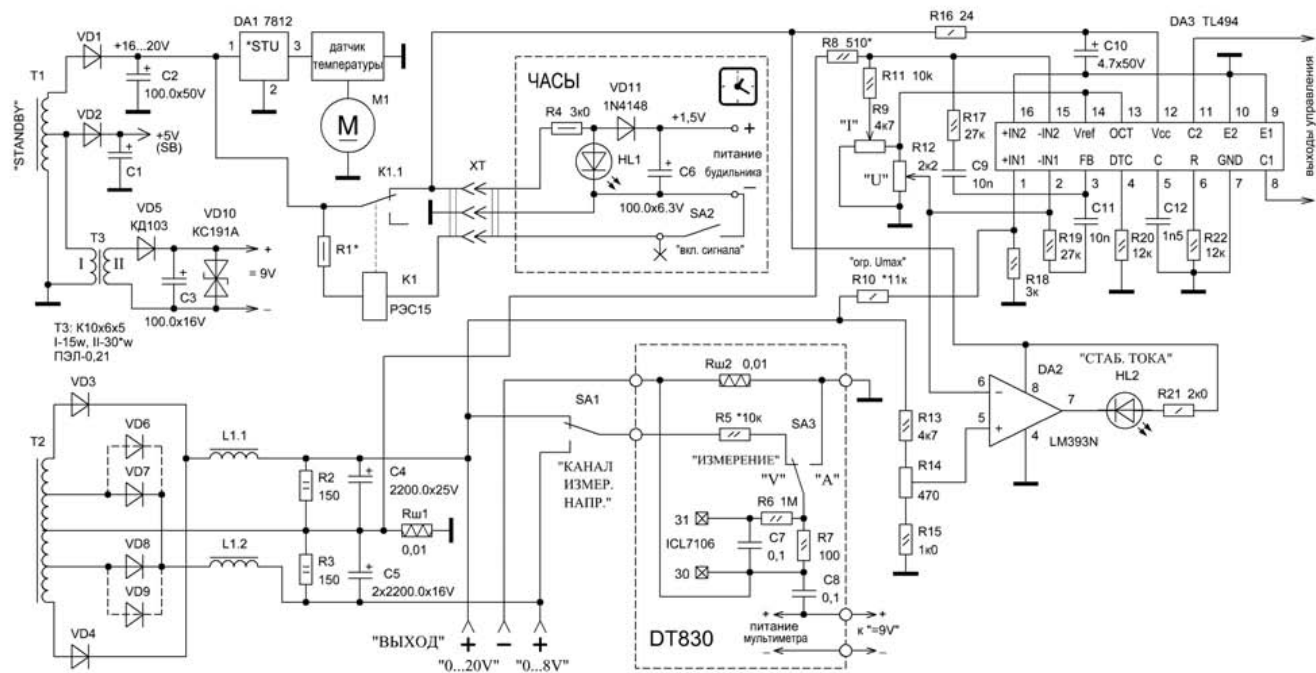
Принципиальная электрическая схема ИПГ показана на **рис. 1**. За основу ИПГ был взят блок питания АТХ мощностью 300 Вт с датчиком температуры для управления скоростью вращения вентилятора охлаждения. В исходном БП использовался ШИМ-контроллер типа DR-B2005, поэтому для его переделки была использована дополнительная плата управления на контроллере TL494 (DA3). Подробнее о такой замене ШИМ-контроллера было написано автором в [1]. Схема управления аналогична описанной в [2]. Для обеспечения индикации перехода ИПГ в режим ограничения тока, согласно рекомендациям, приведенным в [3], в схему управления добавлен компаратор DA2, выход которого нагружен на светодиод HL2.

Схема модуля питания цепей управления, собранная на трансформаторе Т1 «дежурного» режима БП ПК, аналогична описанной в [1]. В исходном БП ПК имелся датчик температуры, и автор решил его оставить, так как автоматическая регулировка скорости вращения вентилятора охлаждения

заметно снижает шум. Поэтому в схему питания вентилятора M1 добавлен интегральный стабилизатор DA1, подающий на терморегулятор стабилизированное напряжение =12 В.

Модуль силового питания имеет два канала, так как используется 12-вольтный и 5-вольтный выходы силового трансформатора T2 с соответствующими выпрямителями. Использование 5-вольтного выхода позволяет при необходимости получить больший ток, чем при использовании 12-

стабилизатор на элементах R4, HL1 с напряжением стабилизации около 2 В. Затем это напряжение нормализуется до номинального (около 1,5 В) с помощью диода VD11 и фильтруется конденсатором C6. Емкость конденсатора подобрана таким образом, чтобы во время работы часов светодиод VD11 мигал, индицируя таким образом их ход. Контактная пара SA2 часов, включающая сигнал будильника, при замыкании ставит под ток реле K1, контакт K1.1 размыкается, отключая питание



вольтного выхода. Схемы выпрямления и фильтрации обоих каналов особенностей не имеют и соответствуют штатной схеме БП от ПК. Датчик тока Rш1 включен в разрыв общего провода, поэтому не имеет значения, какой из каналов нагружен, ограничение тока будет работать в любом случае.

Для индикации уровня выходного напряжения и тока использован широко распространенный малогабаритный цифровой мультиметр типа DT830B, из которого удалены все штатные делители, а собрана входная цепь R6R8C7, установлен конденсатор развязки C8, шунт Rш2 и добавочное сопротивление R5. Измерения производятся на пределе 20 В, что позволяет отображать значение напряжения и тока с двумя знаками после запятой, то есть от 0,00 до 19,99. С помощью переключателя SA1 выбирают канал измерения напряжения, а переключателем SA3 – род работ. Питание мультиметра берется от отдельного стабилизатора на элементах T3, VD5, VD10, C3, гальванически не связанного с остальными элементами схемы.

Таймер отключения ИПГ сделан на базе популярных китайских электронно-механических часов с будильником. Часы запитаны от источника питания дежурного режима БП ПК через нормально замкнутую пару контактов K1.1 реле K1. Схема питания представляет собой параметрический

схемы управления и часов. Таким образом, управление ключевыми транзисторами не производится, и напряжение с выхода ИПГ снимается.

Конструкция, детали и наладка

Все элементы ИПГ, кроме часов, расположены в корпусе БП, в одной из сторон которого вырезано большое отверстие для размещения передней панели с органами управления и индикации. Часы подключаются к основному блоку через разъем, расположенный на задней стенке ИПГ с помощью кабеля. Внешний вид собранного устройства показан на **фото**.

Отдельные функциональные блоки конструкции собраны либо на отдельных печатных платах, либо навесным монтажом. Чертежи печатных плат не приводятся, так как в процессе разработки они претерпевали значительные изменения. Кроме того, размеры и форма блоков будет зависеть от конструкции исходного БП от ПК.

Выпрямительные диоды (диодные сборки) VD3, VD4 12-вольтной цепи и VD7, VD8 5-вольтной цепи не менялись, так как выходное напряжение ИПГ не превышает их максимально допустимые значения. В оригинальном БП для обеспечения большей нагрузочной способности в 5-вольтной цепи производителем были установлены две параллельно





включенные диодные сборки: VD7, VD8 и VD6, VD9, одной из которых вполне достаточно. Поэтому вторую можно демонтировать. Дроссель фильтров питания L1 БП ПК оставлен без изменений. Конденсаторы фильтров C4, C5 заменены в соответствии с номиналами, указанными на схеме **рис. 1**. Также следует установить нагрузочные резисторы R1, R2. Датчик тока Rш1 изготовлен из нескольких



параллельно включенных отрезков провода диаметром 0,8 мм (ранее служивших шунтом старого комбинированного прибора) и запаяв в разрыв общего провода прямо на плате БП.

За основу платы блока управления на TL494 можно взять конструкцию, описанную в [1], добавив на нее компаратор DA2. Подробно о наладке схемы управления описано в [3]. Средние выводы переменных резисторов R9, R12 рекомендуется зашунтировать на «землю» конденсаторами емкостью 0,01...0,1 мкФ. Следует отметить, что для обеспечения более точной настройки ограничения тока полезно будет добавить в схему и вывести на переднюю панель еще один переменный резистор сопротивлением в 10 раз меньше R9, включенный потенциометром в разрыв провода, соединяющего вывод R9 с общим проводом. Подбором резистора R11 выставляется максимальное напряжение первого канала ИПГ (0...20 В), которое и контролируется схемой управления. Напряжение низковольтного канала (0...8 В) регулируется опосредованно путем контроля напряжения первого канала.

Переделка мультиметра типа DT830 заключается в укорачивании печатной платы до минимально возможного размера и установке необходимых элементов, показанных на схеме. В зависимости от способа установки мультиметра, следует также обрезать и сформировать его корпус. В данной конструкции было удобнее вынести мультиметр нару-

жу передней панели, поэтому нижняя часть корпуса была аккуратно отрезана и переклеена выше.

Схема питания часов расположена в нише установки элемента питания, причем светодиод HL1 выведен на циферблат. Вывод контакта включения будильника SA2, идущий в схему часов, следует перерезать и подключить к нему проводник. Второй конец контакта находится на минусе питания часов. Схема, расположенная в часах, подключается к основному блоку трехпроводным кабелем с установленным на конце «аудио» штеккером (TRS). Это удобно, так как позволяет легко заменить часы в случае выхода их из строя, или же отключить за ненадобностью. К основанию корпуса часов приклеена магнитная лента, с помощью которой они надежно прикрепляются к корпусу источника питания.

Для коммутации питания схемы управления использовано малогабаритное реле K1 типа РЭС-15. Вместо него можно использовать любое другое реле с одной нормально замкнутой группой контактов и номинальным напряжением не более 15 В. Токоограничивающий резистор R3 подбирают опытным путем для обеспечения нормального режима работы реле под током. Вместо реле также можно использовать маломощный полевой транзистор с изолированным затвором.

Шунты Rш1, Rш2 следует разместить внутри корпуса таким образом, чтобы они хорошо обдувались вентилятором охлаждения, так как на них может рассеиваться большая мощность. Использование в конструкции ИПГ двух шунтов связано с тем, что автор использовал ранее изготовленные и отлаженные мультиметр и плату управления. В новой конструкции проще использовать только шунт мультиметра, как это сделано в конструкции, описанной в [2].

За исключением ранее описанных случаев, особых требований к деталям устройства не предъявляется, и могут быть использованы любые доступные элементы с параметрами, аналогичными параметрам элементов, указанных в схеме.

Кроме использования ИПГ в процессе гальванизки, наличие в описанной конструкции таймера отключения позволяет автоматизировать и другие задачи, например производить зарядку аккумуляторных батарей стабильным током в течение заданного времени.

Литература

1. Карелов Д. Лабораторные источники питания из БП от ПК с ШИМ-контроллерами DR-B2002, DR-B2003, SG6105 // Радиоаматор. – 2013. – №11. – С.16–19.
2. Карелов Д. Двухполярный источник питания – зарядное устройство из компьютерного БП // Радиоаматор. – 2014. – №5. – С.16–17; №6, – С.28–30.
3. Андриюшкевич В. Переделка компьютерного блока питания в лабораторный и зарядное устройство // Радио. – 2012. – №3. – С.22–24.

Нетривиальный ремонт светодиодного фонаря

Александр Давиденко, г. Киев



Ручной светодиодный фонарь BL-8760 потерял работоспособность. При отсутствии реакции на переключатель режимов работы фонарь хаотично мигал или постоянно светился. Переустановка аккумулятора восстанавливала нормальную работу, но вскоре перестала помогать. Как была решена эта задача, описано в данной статье.

Конструкция этого фонаря заметно отличается от многих подобных изделий. Корпус герметичный с резиновыми уплотнителями, привычного выключателя в резьбовой крышке нет, а переключатель режимов выполнен в виде кольца на корпусе, вращающегося с фиксацией в шести положениях, соответствующих режимам работы. Кольцо не имеет электрических контактов и не нарушает герметичность корпуса.

На кольце обозначены шесть режимов работы:

- выключен;
- полная яркость;
- средняя яркость;
- малая яркость;
- строб (периодические короткие вспышки);
- SOS (телеграфный сигнал).

Питается фонарь от одного литий-ионного аккумулятора типоразмером 18650.

При изучении конструкции этого фонаря было определено, что переключение режимов магнитное. В кольце переключателя режимов под знаком режима «Малая яркость» установлен магнит, а на плате драйвера по периметру размещены магнитоуправляемые ключи на эффекте Холла. В фиксированных положениях кольца магнит подводится к соответствующему ключу и включает его. Выход ключа переходит в низкий логический уровень. Выходы ключей подключены к микросхеме, управляющей транзистором-драйвером светодиода. Ключи размещены так, что магнитом одновременно включается не более одного из них, либо все они выключены.

Внешний вид платы драйвера фонаря показан на **фото 1**, а внешний вид этой платы под микроскопом – на **фото 2**.

По печатной плате драйвера воссоздана его электрическая принципиальная схема (**рис. 1**). Замечу, что позиционные обозначения деталей на плате нанесены только для ключей; остальным элементам они присвоены автором статьи.

Элементы C1, VD1 и VT1 были измерены с помощью тестера полупроводниковых приборов SC Analyzer 2005 и мультиметра. Для ключей и полупроводниковых приборов приведена маркировка на корпусах элементов.



Элементы на плате фонаря:

- C1 – SMD керамический конденсатор 10 мкФ;
- H1, H2, H4, H5 – магнитоуправляемые ключи 4913B;
- R0 – пустое посадочное место под двухвыводной SMD-компонент;
- R1 – SMD резистор 10 кОм;
- VD1 – SMD кремниевый диод S4;
- VD2 – ультраяркий светодиод Cree;
- VT1 – SMD кремниевый PNP транзистор B772.

Производитель сэкономил один ключ – диаметрально противоположным на кольце режимам «Малая яркость» и «Выключен» соответствуют положения переключателя, при котором магнит удалён от всех установленных ключей, и все они выключены. Четыре остальных режима соответствуют включению отдельных ключей. По промежутку в нумерации ключей видно, что был ещё один – H3, а у микросхемы D1 есть незадействованный вывод, к которому мог быть подключён выход этого ключа.

Для проверки ключей и определения соответствия им режимов был собран стенд. Видеозапись проверки работы конструкции размещена в Интернет по адресу [1]. На записи видно, что ключи в рабочем состоянии; также видно одинаковое состояние ключей в двух вышеупомянутых режимах.

Неопознанной осталась только микросхема D1 в SMD корпусе SO-8. На верхней стороне корпуса маркировки нет, на нижней – есть маркировка T1H2B25CAE, но поиск в Интернет ничего не дал. Возможно, это заказная микросхема, информация о которой нигде не публиковалась.

Также был безуспешен поиск её функциональных аналогов с аналогичными режимами, способами управления и цоколёвкой.

Замена платы драйвера на имеющиеся в продаже драйверы без магнитного управления требовала установки выключателя, но приобретение подходящей резьбовой крышки корпуса со встроенной кнопкой включения делало ремонт экономич-

чески нецелесообразным. Причём при такой замене нарушалась бы герметичность конструкции.

Обратило на себя внимание расположение выводов питания микросхемы D1: положительный полюс напряжения питания подводится к выводу

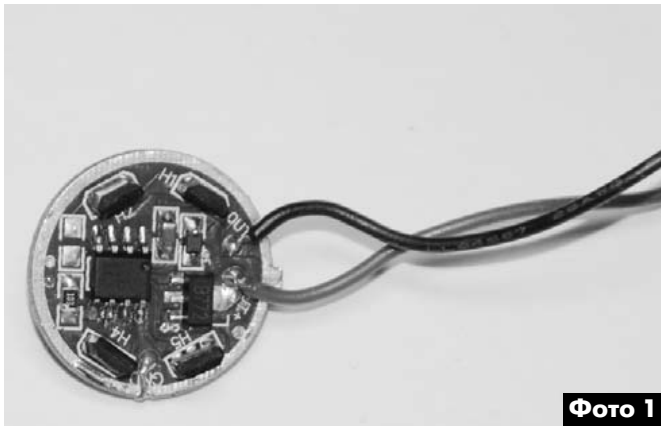


Фото 1

1, а отрицательный – к выводу 8. Такое расположение выводов питания имеют микроконтроллеры (МК) семейства PIC12 фирмы Microchip. Если предположить применение этих МК в данной схеме, то становится понятным назначение пустого посадочного места R0. Оно необходимо для установки внешнего резистора подтяжки (pull-up). У ключей выходы с открытым коллектором и для согласования с цифровыми входами необходим ре-

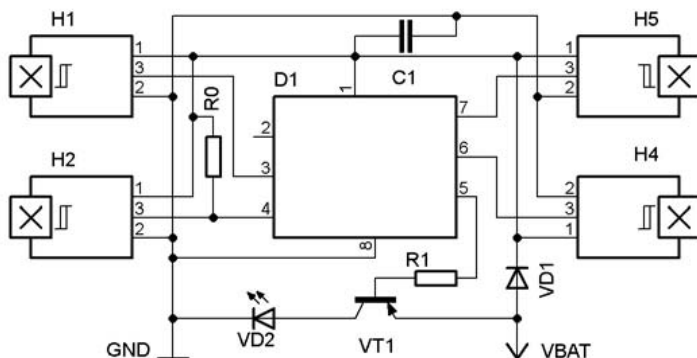


Рис. 1

зистор между выходом и положительным полюсом питания, а вывод 4 (GP3/MCLR) в режиме входа не имеет такого встроенного резистора в отличие от других выводов порта.

При проектировании драйвера мог быть применён МК из семейства PIC12, при серийном производстве заменённый заказной версией с масочным программированием и встроенным резистором подтяжки на выводе 4.

Остаётся непонятным назначение диода VD1. От неправильной полярности питания он защитит только маломощную часть схемы. Возможно, он способствует защите аккумулятора с помощью детектора пониженного напряжения (Brown Out Detector – BOD) в МК. При напряжении питания ниже 2 В BOD удерживает МК в состоянии сброса. С учётом падения напряжения на диоде около 0,6 В срабатывание BOD произойдёт при снижении на-

пряжения на аккумуляторе до 2,6 В. В состоянии сброса транзистор VT1 закрыт, светодиод VD2 погашен, и потребление всей схемы составляет порядка 100 мкА, что предотвращает глубокий разряд аккумулятора.

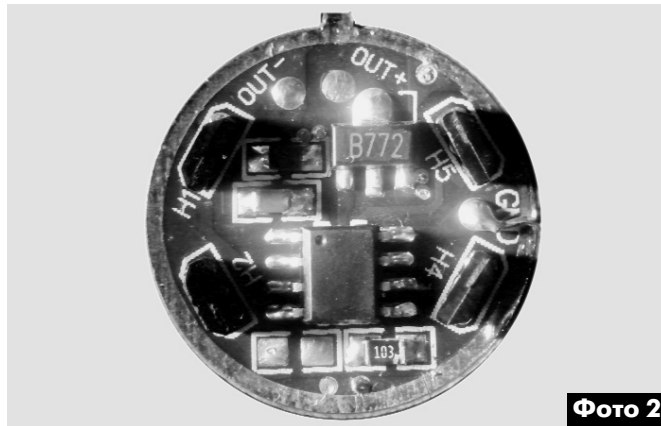


Фото 2

На основании вышеописанных данных было решено заменить микросхему D1 доступным и дешёвым МК типа PIC12F629 в корпусе SO-8 и написать для него реализующую требуемый функционал программу.

Для программирования МК с такими скромными ресурсами предпочтителен предоставляемый бесплатно ассемблер от производителя.

При написании программы необходимо предусмотреть использование:

- BOD;
- сторожевого таймера (WDT);
- состояния SLEEP в выключенном режиме;
- внутреннего тактового RC-генератора.

Также надо учитывать одинаковое состояние сигналов от ключей в режимах «Выключен» и «Малая яркость» – для их различия придётся запоминать соседние режимы. Из-за этой особенности при смене аккумулятора или ином прерывании питания в режиме «Малая яркость» МК потеряет данные о предыдущих режимах и перейдёт в режим «Выключен». То же произойдёт в случае сбоя программы и перезапуска МК от WDT. Можно запоминать предыдущие состояния в EEPROM, но это поможет только при сбое МК, который в такой несложной программе маловероятен, а при замене аккумулятора переключатель режимов может оказаться в любом случайном положении, и запоминание в таком случае не имеет смысла, так что использование EEPROM избыточно.

Устранить неоднозначность выбора режимов может только установка ещё одного ключа, подключение его выхода к свободному выводу МК и использование его в программе для включения режима «Малая яркость», тогда пять режимов свечения будут включаться соответствующими ключами, а режим «Выключен» будет при отсутствии включённых ключей.

Замеры режимов работы драйвера другого фонаря показали, что частота ШИМ равна 2 кГц, а

соответствующие средней и малой яркости скважности – 40% и 10%. При написании программы автор ориентировался на эти значения.

Заданный функционал может быть реализован разными алгоритмами. Авторская версия программы управляет состоянием выхода, формирует ШИМ и опрашивает входы без использования таймеров и прерываний. В режиме «Выключен» МК переводится в состояние SLEEP, из которого периодически возвращается срабатыванием сторожевого таймера (WDT).

Частота ШИМ 2,315 кГц. Строб-импульсы имеют длительность 10 мс и частоту следования 1 Гц. Сигнал SOS имеет длительность точки 500 мс. Поддерживаются как изначальный вариант схемы с четырьмя ключами и запоминанием режимов при переключении, так и доработанный с добавленным ключом, выход которого подключён к выводу 2 микросхемы D1.

Исходный текст программы и HEX-файл для прошивки МК размещены в Интернете по адресу [2]. Их можно скачать также с сайта издательства «Радиоаматор» <http://www.ra-publish.com.ua/>.

Запрограммировать МК при отсутствии фирменных программаторов можно простыми самодельными программаторами, описанными в [3] или [4].

Вместе с заменой микросхемы D1 запрограммированным МК надо установить на пустое поса-

дочное место R0 SMD-резистор номиналом 10...22 кОм типоразмера 0805.

Программа была отлажена на макете, но после установки МК на плату обнаружились проблемы: в режиме «Выключен» наблюдались незначительные всплески и мерцание светодиода VD2, а в режимах пониженной яркости на осциллографе было видно неполное выключение светодиода VD2, свидетельствующее о работе транзистора VT1 в активном, а не ключевом режиме. Это происходит из-за диода VD1, создающего смещение базы транзистора VT1 относительно эмиттера и не позволяющее его полностью закрыть. Неизвестно, проявлялись ли эти проблемы до ремонта.

Для устранения этого недостатка между базой и эмиттером транзистора VT1 был включен резистор 2 кОм (на схеме не показан), а резистор R1 был заменён также 2 кОм, что перевело транзистор VT1 в ключевой режим и устранило мерцание светодиода VD2.

Ссылки

1. <http://youtu.be/n2G-AF2zsVl>.
2. <https://github.com/o-m-d/fl5mode>.
3. <http://goo.gl/VhYWpR>.
4. http://www.labkit.ru/html/programmatrors_shm?id=76.
5. http://www.natlinear.com/uploadfiles/2014/LN/LN4913_E.pdf.



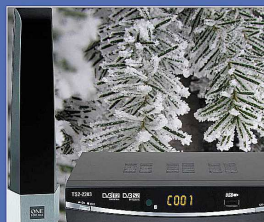
РАДИО- КОНСТРУКТОР

www.radiocon.nethouse.ru

**РАДИО-
КОНСТРУКТОР**
январь, 2015 **01-2015**



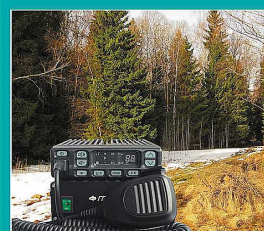
**РАДИО-
КОНСТРУКТОР**
февраль, 2015 **02-2015**



**РАДИО-
КОНСТРУКТОР**
март, 2015 **03-2015**



**РАДИО-
КОНСТРУКТОР**
апрель, 2015 **04-2015**



**РАДИО-
КОНСТРУКТОР**
май, 2015 **05-2015**



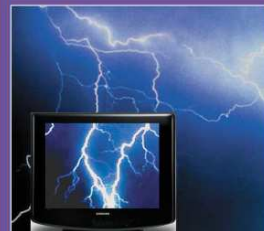
**РАДИО-
КОНСТРУКТОР**
июнь, 2015 **06-2015**



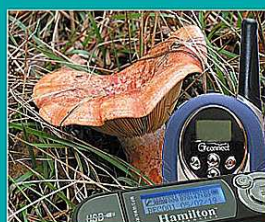
**РАДИО-
КОНСТРУКТОР**
июль, 2015 **07-2015**



**РАДИО-
КОНСТРУКТОР**
август, 2015 **08-2015**



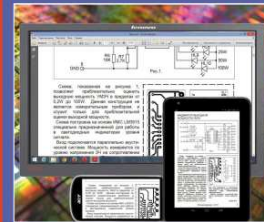
**РАДИО-
КОНСТРУКТОР**
сентябрь, 2015 **09-2015**



**РАДИО-
КОНСТРУКТОР**
октябрь, 2015 **10-2015**



**РАДИО-
КОНСТРУКТОР**
ноябрь, 2015 **11-2015**



**РАДИО-
КОНСТРУКТОР**
декабрь, 2015 **12-2015**



Уважаемые читатели !

С апреля начинается подписка на журналы и газеты на второе полугодие 2016 года. Оформить подписку на журнал «Радиоинструктор» можно, как всегда, в любом почтовом отделении России, по каталогу **«Роспечать. Газеты и журналы»** (индекс 78787).

Каталоги «Роспечать. Газеты и журналы» должны быть на всех почтовых отделениях РФ. Если на почте не оказалось каталога «Роспечать. Газеты и журналы», можно оформить подписку и без него. Просто возьмите лист бумаги и напишите на нем примерно следующее:

«Журнал Радиоинструктор, индекс 78787, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 2016 год», далее укажите свой адрес, Ф.И.О. и подайте почтовому оператору.

Существует альтернативная подписка (через редакцию). Её особенность в том, что подписчик её оплачивает не по почтовому абонементу, а непосредственно на счет издателя, почтовым переводом или банковским перечислением. При этом, стоимость подписки фактически получается несколько ниже, и нет жестких ограничений по срокам оформления. А минус в том, что журналы высылаются не каждый месяц, а по три номера один раз в квартал.

Стоимость подписки на 2-е полугодие 2016 г., включая стоимость пересылки по 3 номера, при оформлении через редакцию, – вся (7-12-2016) – 384 р., квартал (7-9-2016) или 10-12-2016) – 192 р.

Если по какой-то причине Вы не смогли подписаться на журналы первого полугодия 2016 г., или у вас нет журналов за прошлые годы, можно их купить в редакции. Воложане всегда могут приобрести журналы в магазине «Электротовары» (г.Вологда, у.Зосимовская 91), а иногородним читателям мы вышлем почтой. Все цены включают пересылку в пределах РФ, при условии, что сумма заказа не менее 50р.

- | | |
|--|--|
| 1. 1-6-2016 г. = 360 р. (цена каждого 60 р.) | 7. 9,11,12-2011г. = 90 р. (цена каждого 30 р.) |
| 2. 7-12-2015 г. = 312 р. (цена каждого 52 р.) | 8. 1,2,4,6-2011г. = 108 р. (цена каждого 27 р.) |
| 3. 1-6-2015 г. = 276 р. (цена каждого 46 р.) | 9. 1-9-2009 г. = 162 р. (цена каждого 18р.). |
| 4. 1-12-2014г. = 480р. (цена каждого 40 р.) | 10. 7-12 2008 г. = 90 руб. (цена каждого 15 р.). |
| 5. 1-9,11,12-2013г. = 396р. (цена каждого 36 р.) | 11. 7-12-2007 г. = 84 руб. (цена каждого 14 р.). |
| 6. 1,2,3,4,5,7-12-2012г.=352 р. (цена каждого 32 р.) | 12. 7-12-2006 = 78 руб. (цена каждого 13 р.). |

ВНИМАНИЕ! Другие журналы за прошлые годы закончились, в бумажном виде их уже нет, но их копии есть в электронных архивах на DVD #22 (стоит он 120 р.).

Для оформления подписки через редакцию или покупки отдельных номеров журналов или дисков нужно оплатить стоимость заказа почтовым переводом или банковским перечислением :

! Переводы можно направлять только сюда:

кому : И.П. Алексеев Владимир Владимирович ИНН 352500520883, КПП 0

куда : 160015 Вологда, СБ.РФ Вологодское отд. №8638.

БИК 041909644, р.с.40802810412250100264, к.с. 30101810900000000644

Пользователи Интернета могут оплатить через систему «Яндекс-Деньги» на счет 410011722323964

! Платежными реквизитами нельзя пользоваться как адресом для писем. Для писем, бандеролей и посылок существует почтовый адрес: 160009 Вологда а/я 26.

В разделе почтового перевода «для письменного сообщения» необходимо написать ваш почтовый адрес, индекс, а так же, ваши фамилию, имя и отчество. И здесь же написать, за что произведена оплата (например, если нужны с 7 по 12 за 2006, год пишите: 7-12-2006).

! Отправляя почтовый перевод, спросите на почте, как он будет отправлен, – почтовый или электронный. Если перевод электронный сообщите в редакцию электронной почтой или почтовой карточкой номер и дату перевода, сумму, назначение платежа, ваш подробный почтовый адрес. То же самое, если заказ оплатили перечислением с банка.

При оплате через «Яндекс-Деньги» сообщите параметры заказа и оплаты на radiocon@bk.ru

Е-mail : radiocon@bk.ru. Тел. 8(8172)-70-47-56. Факс 8(812) 670-62-77 доб.934285

Карточку или письмо отправляйте по адресу : 160009 Вологда а/я 26 Алексееву В.В.

Бандероли с уже выпущенными журналами или дисками, отправим в течение 15-и дней с момента поступления оплаты (15 дней, - это срок без учета времени прохождения перевода и бандероли по почте). Журналы текущей подписки высылаем согласно квартальному графику.

! Если Вы в течение месяца после отправки перевода не получили оплаченный заказ, на уже вышедшие журналы, обязательно сообщите об этом в редакцию, возможно произошло какое-то недоразумение. В сообщении обязательно укажите Ваш адрес, содержание заказа, дату и сумму оплаты, номер квитанции.

УСТРОЙСТВО СВЕТОВЫХ ЭФФЕКТОВ С УПРАВЛЕНИЕМ ПО КАНАЛУ RS-485

В статье представлен вариант устройства световых эффектов на базе микроконтроллеров AVR с управлением по интерфейсу RS-485. В состав устройства входит 15 контроллеров световых эффектов и пульт управления. Пульт управления подключается к контроллерам по сети RS-485. Каждый контроллер реализует 16 различных световых эффектов, параметры которых можно задать и с клавиатуры контроллера.

превышать 32. К пульту по сети RS-485 можно подключить до 15 контроллеров световых эффектов №1...№15. Данные контроллеры идентичны по конструкции и схемотехнике. Каждый контроллер имеет в сети свой адрес, зашитый в память программ микроконтроллера. Поэтому программное обеспечение у контроллеров №1...№15 – разное. Принципиальная схема контроллера световых эффектов (далее контроллер) представлена на рис. 2. Принципиальная схема пульта управления

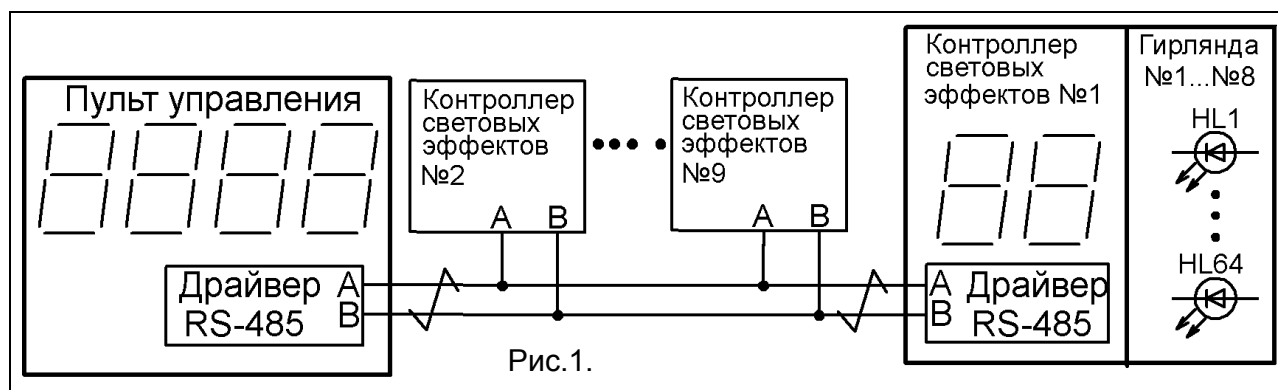


Рис. 1.

Структурная схема устройства световых эффектов представлена на рис. 1.

В качестве канала связи применен интерфейс RS-485. Это широко распространенный высокоскоростной и помехоустойчивый промышленный последовательный интерфейс передачи данных. Интерфейс RS-485 основан на стандарте EIA RS-422/RS-485. К сожалению, полноценного эквивалентного российского стандарта не существует. Устройства, подключаемые к интерфейсу RS-485, характеризуются важным параметром по входу приемопередатчика: “единица нагрузки” (“Unit Load” - UL). По стандарту в сети допускается использование до 32 единиц нагрузки, т.е. до 32 устройств, каждое из которых нагружает линию в 1 UL. В настоящее время существуют микросхемы приемопередатчиков с характеристикой менее 1 UL, например - 0,25 UL. В этом случае количество физически подключенных к линии устройств можно увеличить, но суммарное количество UL в одной линии не должно

(далее пульт) представлена на рис. 3.

Количество подключаемых контроллеров к пульту ограничено тем, что на дисплее пульта для задания адреса, предусмотрен один разряд (семисегментный индикатор). Автор не будет приводить конструкцию функциональных узлов устройства, а остановится только на схемотехнике и программном обеспечении. Интерфейс управления устройством состоит из интерфейса управления контроллера и интерфейса управления пультом. Элементы интерфейса контроллера: клавиатура (кнопки S1...S5) индикаторы HG1, HG2 (рис. 2) и элементы интерфейса пульта: индикаторы HG1...HG4; клавиатура (кнопки S1...S8) (рис. 3).

Рассмотрим алгоритм работы контроллера. Число, индицируемое на индикаторе HG1, определяет номер светового эффекта исполняемого в устройстве. (Более подробно, все реализуемые в устройстве световые эффекты будут приведены ниже.) Число, индицируемое на индика-

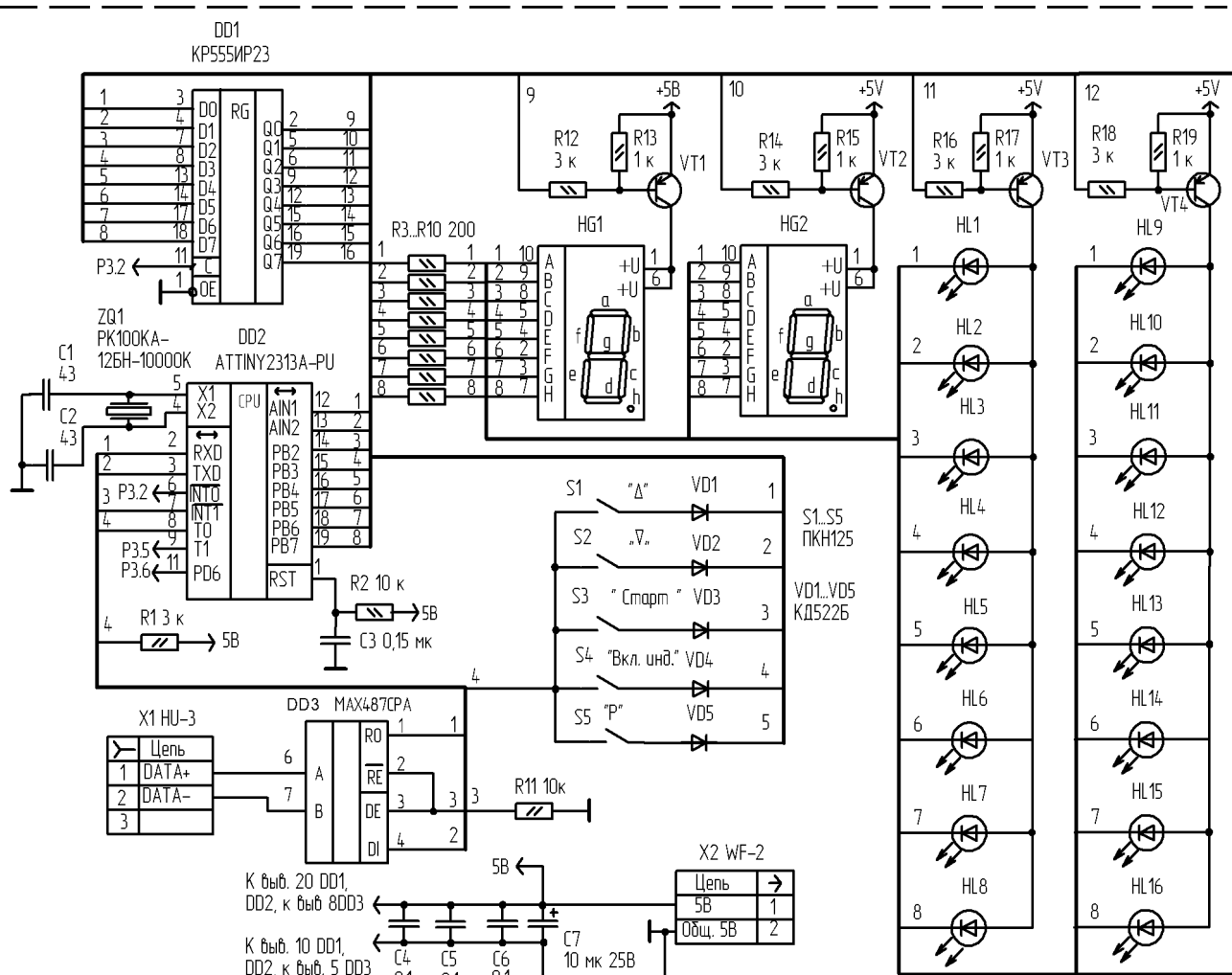


Рис.2.

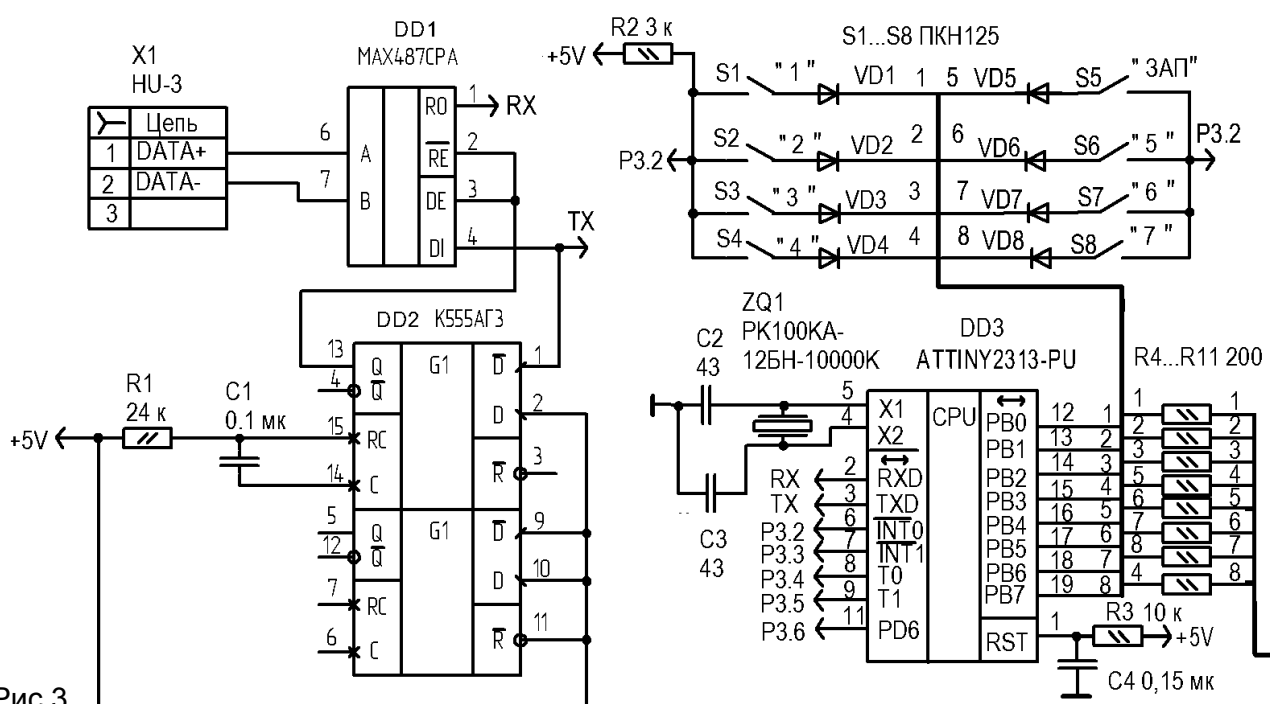
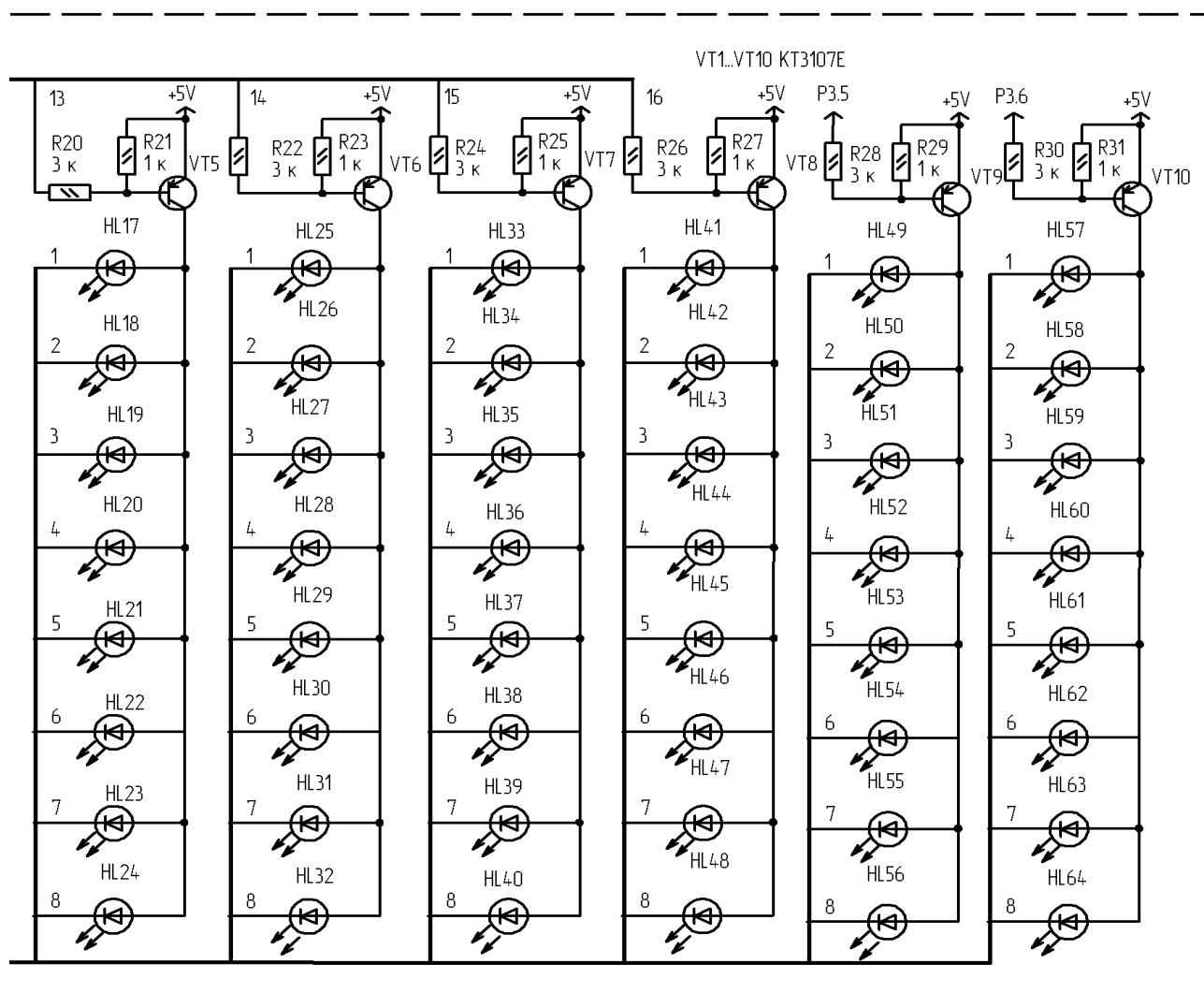
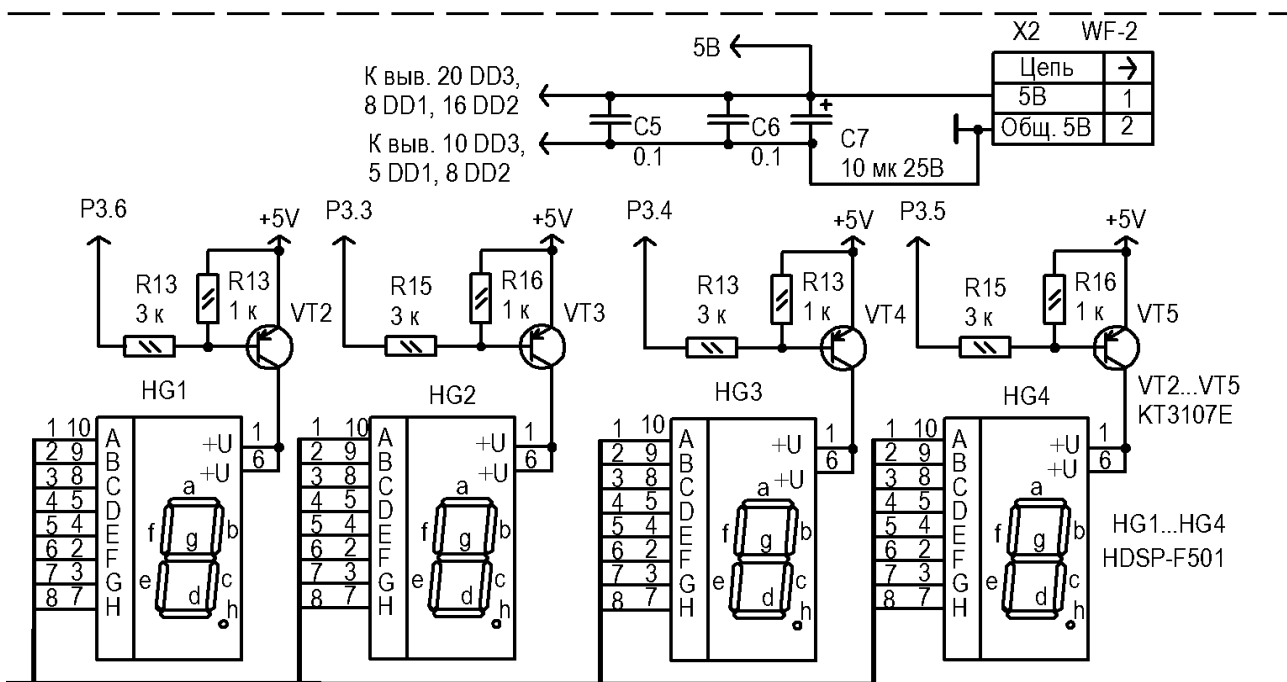


Рис.3.



торе HG2, определяет относительную скорость переключения индикаторов в выбранном световом эффекте, данное число может изменяться в пределах от 1 до 8 с шагом 1.

Кнопки клавиатуры имеют следующее назначение:

S1 (Δ) – инкремент числа индицируемого на индикаторе HG1 (выбор номера выполняемого светового эффекта). Инкремент числа индицируемого на индикаторе HG2 (увеличение скорости).

S2 (∇) – декремент числа индицируемого на индикаторе HG1. (выбор номера выполняемого светового эффекта). Декремент числа индицируемого на индикаторе HG2 (уменьшение скорости).

S3 (C) – старт/стоп. После нажатия на данную кнопку устройство реализует световой эффект, индицируемый на индикаторе HG1, со скоростью переключения, индицируемой на индикаторе HG2.

S4 (B) – включить / выключить индикаторы HL1...HL64. После нажатия на данную кнопку включаются / выключаются все индикаторы подключенные к контроллеру. Данная опция необходима для проверки работоспособности всех индикаторов в устройстве.

S5 (P) – кнопка выбора режима работы кнопок S1, S2, задание номера светового эффекта или задание скорости. При выборе номера светового эффекта у индикатора HG2 точка h - выключена, при выборе режима задания скорости у индикатора HG2 точка h - включена.

Шишкин С.

Окончание в следующем номере.

УСТРОЙСТВО СВЕТОВЫХ ЭФФЕКТОВ С УПРАВЛЕНИЕМ ПО КАНАЛУ RS-485

Окончание. Начало в «РК» №2-2015

Световые эффекты, реализуемые контроллером №1 представлены в таблице 1. Для описания световых эффектов, введем следующие условные обозначения: индикатор HL1 – индикатор № 1, индикатор HL2 – индикатор № 2, индикатор HL64 – индикатор № 64. Конструктивно, индикаторы № 1...№ 8 образуют собой гирлянду (далее гирлянда №1), соот-

ветственно индикаторы №9...№16 образуют гирлянду № 2 и т.д. Индикаторы №58...№ 64 - гирлянда №8. Считаем, так же, что конструктивно все индикаторы в гирлянде расположены в один ряд. Применительно к елке: на левой стороне целесообразно разместить гирлянды с нечетными номерами, на правой с четными.

Таблица 1.

Номер светового эффекта	Число (символ) на индикаторе HG1	Название светового эффекта	Описание светового эффекта
1	0	Мерцающая елка	Сначала включаются четные номера индикаторов, (нечетные выключены) потом нечетные номера (четные выключены). Если индикаторы расположить в виде массива (или матрицы) так же как на принципиальной схеме (рис. 1), то получается имитация (эффект) мерцания звездного неба.
1	1	Переключаемая елка	Поочередное включение и выключение всех индикаторов в гирлянде.
3	2	Бегущий огонек №1	В каждой гирлянде один включенный индикатор "пробегают" по всей гирлянде в одном направлении. Например, в гирлянде № 1 от индикатора №1 к индикатору №8, в цикле. Сначала включается индикатор №1, потом №2 (№1 при этом- выключается), и т.д. В гирлянде №2 от индикатора №9 к индикатору №17 и т. д.
4	3	Бегущий огонек №2	В каждой гирлянде два включенных индикатора "пробегают" по всей гирлянде в одном направлении. Например, в гирлянде № 1 от индикатора №1 к индикатору №8, в цикле. Сначала включаются индикатор №1, потом индикатор №2, затем индикатор №1 – выключается, индикатор №3 - включается и т.д.
5	4	Бегущий огонек №3	В каждой гирлянде три включенных индикатора "пробегают" по всей гирлянде в одном направлении. Например, в гирлянде № 1 от индикатора №1 к индикатору №8, в цикле. Сначала включаются индикатор №1, потом индикатор №2, затем индикатор №3. Индикатор №1 – выключается, индикатор №4 – включается и т.д.
6	5	Переключаемые гирлянды № 1	Поочередное включение сначала всех гирлянд с четными номерами, а затем с нечетными (четные при этом выключаются) и наоборот.
7	6	Переключение группы в каждой гирлянде	Поочередное включение групп индикаторов в каждой гирлянде (в группе -4 индикатора). Например, для гирлянды №1. Сначала, включаются индикаторы № 1...№4, потом включаются индикаторы № 5...№8, индикаторы № 1...№4 при этом выключаются и т. д.

8	7	Бегущая лента	Сначала, в гирлянде № 1 включается индикатор № 1, затем № 2, затем № 3 и т.д. до № 8. Потом то же самое в гирлянде № 2 (сначала включается индикатор № 9, затем № 10, затем № 11 и т.д. до № 16). Получается имитация бегущей ленты. После того, как лента “проползает” по всем гирляндам (после включения индикатора № 64 в гирлянде № 8) – все гирлянды- гаснут. Далее цикл повторяется, опять в гирлянде № 1 включается индикатор № 1 затем № 2 и т. д.
9	8	Бегущий огонек №4	В каждой гирлянде один выключенный индикатор “пробегают ” по всей гирлянде в одном направлении, а затем в обратном (реверс). Например, в гирлянде № 1 от индикатора №1 к индикатору №8, в цикле, а потом от индикатора №8 к индикатору №1 Сначала выключается индикатор №1 (все остальные индикаторы в данной гирлянде-включены), потом №2 (№1 при этом- включается), и т.д. до индикатора № 8. Затем индикатор № 8 – включается и и снова выключается № 1 и т. д.
10	9	Бегущая гирлянда	Включенная гирлянда “пробегают” по всей елке в одном направлении, от гирлянды №1 к гирлянде №13, в цикле. Сначала, включаются гирлянда № 1, потом включается гирлянда № 2, гирлянда № 1, при этом выключаются и т. д.
11	A	Переключаемые гирлянды №2	Поочередное включение гирлянд. Затем общее выключение. Сначала, включается гирлянда № 1, затем №2, затем № 3...№13, потом все гирлянды - выключаются и т. д
12	B.	Переключаемые гирлянды №3	Поочередное включение гирлянд. Затем общее выключение. Сначала, включается гирлянда № 1, затем №2, затем № 3 и так до...№8, потом гирлянда №8 – выключаются, затем № 7 и так до...№1. Затем все повторяется в цикле
13	C	Переключаемые гирлянды №4	Сначала включаются гирлянды расположенные на левой стороне елки - гирлянды № 1 - №4, гирлянды на правой стороне елки №5...№18 – выключены и наоборот гирлянды на левой стороне елки - выключаются на правой - включаются
14	D.	Переключаемые гирлянды №5	Сначала, включается все гирлянды, затем поочередное выключение - гирлянда № 1, затем №2, затем № 3...№8, потом все гирлянды снова включаются и т. д
15	E	Бегущий огонек №4	Одиночный “огонь” (один включенный индикатор) “пробегают” по всем гирляндам в одном направлении от индикатора № 1 гирлянды № 1 до индикатора № 64 гирлянды №.8. Затем цикл повторяется.
16	F	Бегущий огонек №5	Одиночный “огонь” (один включенный индикатор) “пробегают” по всем гирляндам в одном направлении от индикатора № 1 гирлянды № 1 до индикатора № 64 гирлянды №.8. Потом в обратном направлении от индикатора № 64 гирлянды № 8 до индикатора № 1 гирлянды №.1. Затем цикл повторяется.

Алгоритм работы контроллера следующий. Сразу после подачи питания устройство готово к работе. Номер исполняемого светового эффекта задается кнопками S1, S2 (точка h у индикатора HG2- выключена). Далее необходимо нажать кнопку S4 (B), при этом включится точка h в индикаторе HG2 дисплея. Кнопками S1, S2 задать скорость переключения индикаторов в выбранном световом эффекте. Исполнение эффекта начинается после нажатия кнопки S3 (C). Для исполнения другого светового эффекта (или для изменения скорости переключения индикаторов в исполняемом) необходимо нажать кнопку S3 (C) (остановить исполняемый световой эффект). Далее необходимо выполнить, вышеуказанные операции по установке номера светового эффекта и задания скорости переключения индикаторов).

На семисегментном индикаторе HG1 буква B и цифра 8, а так же буква D и цифра 0 индицируются одинаково. Поэтому при индицировании букв B и D на семисегментном индикаторе HG1 включается точка h.

С порта PB микроконтроллер DD2 управляет индикаторами гирлянд № 1... № 8. Сами гирлянды управляются ключами, выполненными на транзисторах VT3...VT10. Данные ключи управляются с выводов синхронного регистра DD1и выводов 9, 11 микроконтроллера DD2. Резисторы R3...R10 - токоограничительные для индикаторов HL1...HL64. Все индикаторы в контроллере работают в режиме динамической индикации. Коды для включения индикаторов при функционировании динамической индикации поступают на вход порта PB микроконтроллера DD2. Регистр DD1 управляет ключами VT1...VT8. Для функционирования клавиатуры задействован вывод 8 микроконтроллера DD2. Питающее напряжение поступает на контроллер с соединителя X2. Конденсатор C5 фильтрует пульсации в цепи питания +5 В. При инициализации во все разряды портов микроконтроллера DD1 записываются лог. 1. Ключи на транзисторах VT3...VT10 закрыты, индикаторы HL1...HL64 – выключены.

Программное обеспечение микроконтроллера DD2 обеспечивает реализацию алгоритма работы задаваемых световых эффектов в режиме динамической индикации, с заданной скоростью переключения гирлянд. Задача по формированию временного интервала для включения индикаторов каждой гирлянде (или интервал переключения индикаторов и гирлянд), решена с помощью прерываний от таймера T/C1, и счетчиках на

регистрах r8 (sek1) и r13 (min1). Таймер T/C1 формирует запрос на прерывание. Счетчики на регистрах r8 и r13, подсчитывает количество прерываний, и устанавливается необходимый флаг (нулевой разряд регистра r19 (flo)). Скорость переключения индикаторов изменяется изменением числа speed загружаемого в регистр r13 (min1).

Программа состоит из процедуры инициализации, основной программы, работающей в замкнутом цикле и подпрограммы обработки прерывания от таймера T/C1 и прерывание по завершению приема USART. При переходе на метку Reset инициализируются стек, USART, таймер, порты, а так же флаги и переменные используемые в программе

В подпрограмме обработки прерывания осуществляется формирование временного интервала для включения индикаторов, опрос клавиатуры, работа динамической индикации, а так же происходит выполнение всех световых эффектов реализованных в устройстве. В памяти данных микроконтроллера DD1 с адреса 60H по 69H организован буфер отображения для динамической индикации. По адресу 60H, размещен байт номера отображаемого светового эффекта. По адресу 61H, размещено число, задающее скорость переключения индикаторов. Данные байты после перекодировки, в режиме динамической индикации выводятся на дисплей устройства. 62H...69H – адреса, где хранится текущее значение для индикаторов HL1...HL64 (гирлянд № 1...№8). Доступ к данным в адресном пространстве, с помощью адресных указателей следующий. Адреса гирлянд № 1...№ 8 и байты номеров светового эффекта и скорости загружаются в Y –регистр во фрагментах программы, где происходит выполнение светового эффекта. Z –регистр задействован только в фрагменте динамической индикации. При задании параметров с пульта, в приемнике, из регистра UDR сообщение переписывается в буфер приема с адреса 6CH по адрес 6FH.

Протокол односторонний - от пульта к контроллерам. Пульт – передатчик. Контроллеры - приемники. Сообщения (протокол передачи) имеют следующий вид: A1 A2 A3 A4, где A1 – байт адреса контроллера светового эффекта (число от 1 до F); A2 – байт номера светового эффекта (число от 0 до F, световые эффекты приведены в таблице 1)); A3 – байт скорости переключения индикаторов (число от 1 до 8); A4- байт включения/выключения заданного светового эффекта (число 1 в данном байте – включение

выбранного светового эффекта, число 0 – выключение светового эффекта).

Ниже приведен фрагмент программы обработки буфера приема для контроллера с адресом -1.

S2 (∇) - декремент числа выбранного разряда в четырехразрядном дисплее;

S3 (C) – кнопка выбора разряда на дисплее, для изменения числа в нем, (выбранный разряд – мигает с частотой 1 с) ;

ms1:	LDS tec,\$6C	;загрузка байта с адресом контроллера
	CPI tec,1	;проверка адреса контроллера
	brne ms2	;уход на отображение дисплея
	ldi tec,0	
	STS \$6C,tec	;
	LDS tec,\$6D	;загрузка номера светового эффекта
	STS \$60,tec	
	Mov nomer,tec	
	LDS tec,\$6E	;загрузка скорости переключения индикаторов
	STS \$61,tec	
	mov speed,tec	
	LDS tec,\$6F	;включение/выключение светового эффекта
	CPI tec,1	
	brne ms2	
	sbrc flo,6	;инверсия флага включения/выключения св. эффекта
	rjmp MLAT1	
	SBR flo,0b01000000	
	ldi tec,9	;гашение всех индикаторов если выключение св эффекта
	mov tm1,tec	
	ldi YL,low(RAM+2)	
	ldi YH,high(RAM+2)	
K0S4:	ldi cod, 0b11111111	
	st Y+,cod	
	dec tm1	
	brne K0S4	
	rjmp ms2	
MLAT1:	CBR flo,0b01000000	

Разработанная программа на ассемблере занимает порядка 1,9 КБайт памяти программ (flash-память программ) микроконтроллера.

В контроллере использованы резисторы C2-33H-0.125, подойдут любые другие с такой же мощностью рассеивания и погрешностью 5 %. Конденсаторы C1...C3, C5, C6 типа K10-17а. C4 типа K50-35. Конденсатор C5 устанавливаются между цепью +5V и общим проводником микроконтроллера DD2. Конденсатор C6 устанавливаются между цепью +5V и общим проводником регистра DD1. Семисегментные индикаторы HG1, HG2 типа HDSP-F501. Индикаторы HL1...HL64 типа КИПД40С20-Л4-П7. Для гирлянд можно подобрать абсолютно любые индикаторы, желательно с Iпр = 10 мА.

Рассмотрим далее алгоритм работы пульта. Кнопки его клавиатуры имеют следующее назначение:

S1 (Δ) – инкремент числа выбранного разряда в четырехразрядном дисплее;

S4 (O) – кнопка обнуления показаний дисплея (после нажатия на данную кнопку во всех разрядах дисплея индицируется нули);

S5 (B) – кнопка отправки набранного сообщения по последовательному каналу.

Функциональное назначение индикаторов HG1...HG4 на дисплее пульта соответствует назначению байтам в сообщении:

HG1 – индикатор адреса (число от 1 до F);

HG2 – индикатор номера светового эффекта (число от 1 до F);

HG3 – индикатор скорости переключения индикаторов в световом эффекте (число от 1 до 8);

HG4 – индикатор включения/выключения светового эффекта в выбранном контроллере (число 1 или 0).

Число индицируемое на каждом из индикаторов HG1...HG4, кнопками S1 (Δ), S2 (∇) можно задать в диапазоне от 0 до F. В данном случае программа для пульта получается более простой и занимает меньше места в памяти программ микроконтроллера.

Точно так же как и в дисплее контроллера, на семисегментном индикаторе буква В и цифра 8, а так же буква D и цифра 0 индицируются одинаково. Поэтому при индицировании букв В и D в семисегментных индикаторах дисплея пульта, включается точка h.

Сразу после подачи питания пульт переходит в рабочий режим, на дисплее индицируется число 0000. С помощью клавиатуры на дисплее задается и отправляется необходимое сообщение в выбранный контролер.

В программе пульта используются три прерывания: Reset и прерывание таймера T1, и прерывание по событию: регистр данных USART пуст. При переходе на метку Reset инициализируются стек, USART, таймер, порты, а так же флаги и переменные используемые в программе. В обработчике прерывания таймера T1 осуществляется: процедура опроса кнопок S1...S5, функционирование динамической индикации, перекодировка двоичного числа в код для отображения информации на семисегментных индикаторах устройства. В подпрограмме обработки прерывания по событию регистр данных USART пуст, происходит передача данных через передатчик USART. В ОЗУ микроконтроллера с адреса \$61 по адрес \$64

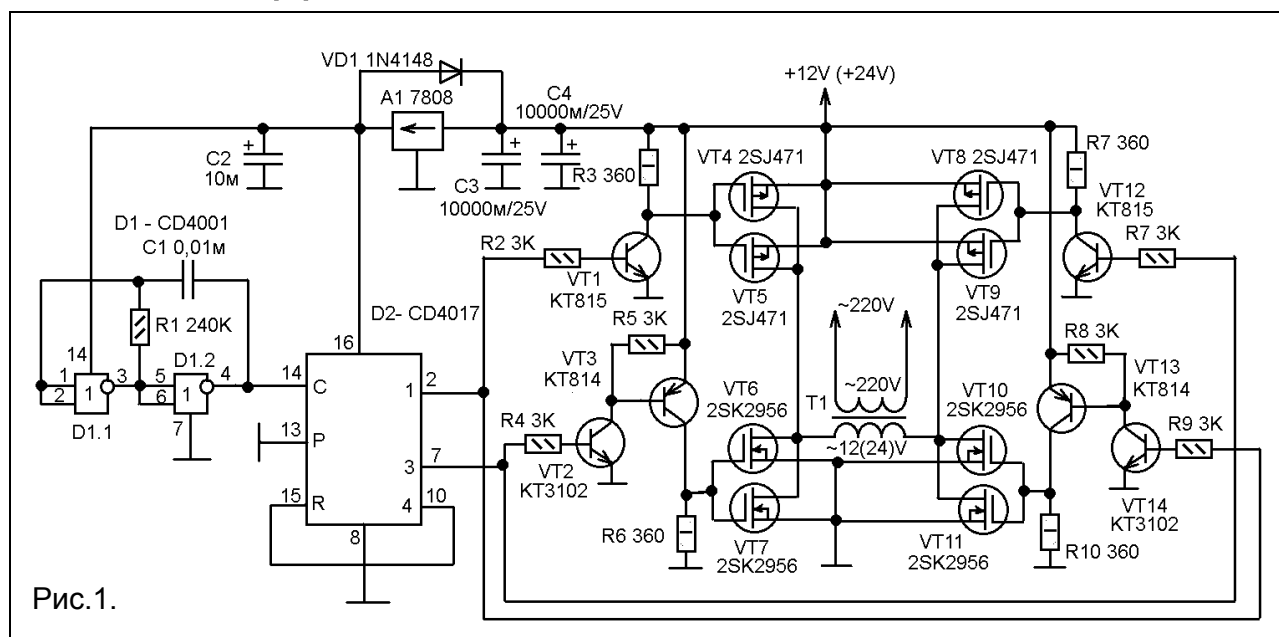
организован буфер отображения для динамической индикации. Разработанная программа на ассемблере занимает в порядка 0,74 КБайт памяти программ (flash-память программ) микроконтроллера.

Пульт и контроллеры собраны фактически из одних и тех же элементов. В пульте применены резисторы типа С2-33Н подойдут любые другие с такой же мощностью рассеивания и погрешностью 5 %. Конденсаторы С1...С6, типа-К10-17а, С7 – К50-35а. Семисегментные индикаторы НГ1...НГ4 типа HDSP-F501, зеленого цвета. Элементную базу для клавиатуры, динамической индикации можно подобрать совершенно любую, лишь бы она отвечала требованиям для работы в составе функциональных узлов устройства. Для организации сети RS-485 можно применить кабель типа КИПЭП 1 х 2 х 0,60 ТУ16.К99-008-2001 или любой другой типа "витая пара" с волновым сопротивлением 120 Ом.

Тексты программ, (для пульта и версии для контроллеров №1...№15), а так же hex-файлы представлены на сайте редакции.

Шишкин С.

ИНВЕРТОР =12(24)V / ~220V 500W С МОДИФИЦИРОВАННОЙ СИНУСОИДОЙ

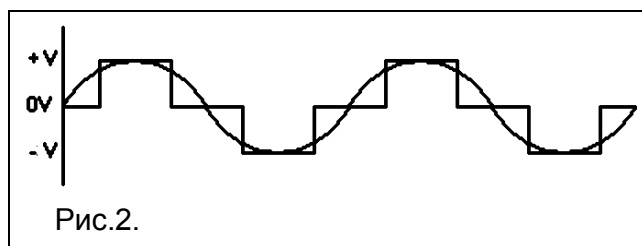


Инвертор предназначен для организации резервного питания от автомобильной бортовой сети или альтернативного источника постоянного тока вроде солнечной батареи (при условии наличия промежуточного аккумулятора и зарядно-питающего устройства, обеспечивающего стабильное напряжение зарядки данного аккумулятора).

Основными отличиями данной схемы инвертора от многих вариантов, предложенных в различных радиолюбительских изданиях являются:

1. Использование готового низкочастотного силового трансформатора с одной низковольтной обмоткой и без отводов от её середины. Что наиболее выгодно с точки зрения выбора готового трансформатора.
2. Ступенчатое импульсное напряжение, поступающее на низковольтную обмотку трансформатора создает на высоковольтной обмотке напряжение наиболее близкое по форме к синусоиде.

Принципиальная схема показана на рисунке 1. На рисунке 2 приводится график формирования выходного напряжения. На низковольтную обмотку



трансформатора поступает ступенчатое напряжение, форма которого видна на рисунке 2. Это напряжение возбуждает обмотку трансформатора и на индуктивности его высоковольтной обмотки происходит интеграция данного ступенчатого напряжения, в напряжение по форме наиболее близкое к синусоидальному.

Для того чтобы в инверторе можно было использовать трансформатор с одной низковольтной обмоткой, его выходной каскад выполнен по мостовой двухтактной схеме. Это позволяет отказаться от отвода в низковольтной обмотке, но ведет к двухкратному увеличению числа выходных транзисторов.

Выходной каскад состоит из двух двухтактных выходных каскадов на разнотипных мощных ключевых полевых транзисторах с низким сопротивлением откры-

того канала. Для увеличения мощности каждое плечо составлено из двух полевых транзисторах, включенных параллельно. Можно еще более увеличить мощность, используя большее число включенных параллельно полевых транзисторов.

Мощные ключевые МДП-транзисторы с минимальным сопротивлением открытого канала, статически, обладают бесконечным сопротивлением затвора, поскольку затвор у них изолированный, но динамически играет большую роль емкость затвора, на зарядку которой в процессе переключения транзистора может возникать существенный импульс тока, способный повредить выходы логических микросхем, при непосредственном управлении. Поэтому для управления полевыми транзисторами используются промежуточные ключи на биполярных транзисторах VT1-VT3 и VT12-VT14.

Транзистор VT1 управляет транзисторами VT4 и VT5. Это P-канальные полевые транзисторы, поэтому для их открывания требуется подача на затвор напряжения, отрицательного относительно истока. Между затвором и истоком включен резистор R3, уменьшающий сопротивление цепи затвора и обеспечивающий разрядку емкости затвора. Транзистор VT1 при открывании подает на затвор отрицательное напряжение (относительно плюса питания). Так образом, при подаче напряжения высокого логического уровня через R2 на базу транзистора VT1 происходит открывание транзисторов VT4 и VT5.

Транзисторы VT6 и VT7 - N-канальные, поэтому для их открывания требуется подача на затвор положительного, относительно общего минуса, напряжения. При этом, открывать их надо так же, - логической единицей. По этому на транзисторах VT2 и VT3 сделан каскад, управляющий транзисторами VT6 и VT7, но не инвертирующий сигнал управления. Так образом, при подаче напряжения высокого логического уровня через R4 на базу транзистора VT2 происходит открывание транзисторов VT6 и VT7.

Аналогичным образом происходит управление и полевыми транзисторами VT8-VT11 второго плеча мостового выходного каскада. Транзистор VT12 при открывании

подает на затворы VT8 и VT9 отрицательное напряжение (относительно плюса питания). Так образом, при подаче напряжения высокого логического уровня через R7 на базу транзистора VT12 происходит открывание транзисторов VT8 и VT9.

На транзисторах VT13 и VT14 сделан каскад, управляющий транзисторами VT10 и VT11, но не инвертирующий сигнал управления. Таким образом, при подаче напряжения высокого логического уровня через R9 на базу транзистора VT14 происходит открывание транзисторов VT10 и VT11.

Генератор управляющих импульсов выполнен на цифровых микросхемах D1 и D2. Элементы D1.1 и D1.2 микросхемы D1 образуют мультивибратор, генерирующий импульсы частотой 200 Гц (частота в четыре раза выше частоты выходного переменного напряжения, снимаемого с высоковольтной вторичной обмотки трансформатора Т1). Частота устанавливается с помощью конденсатора С1 и резистора R1.

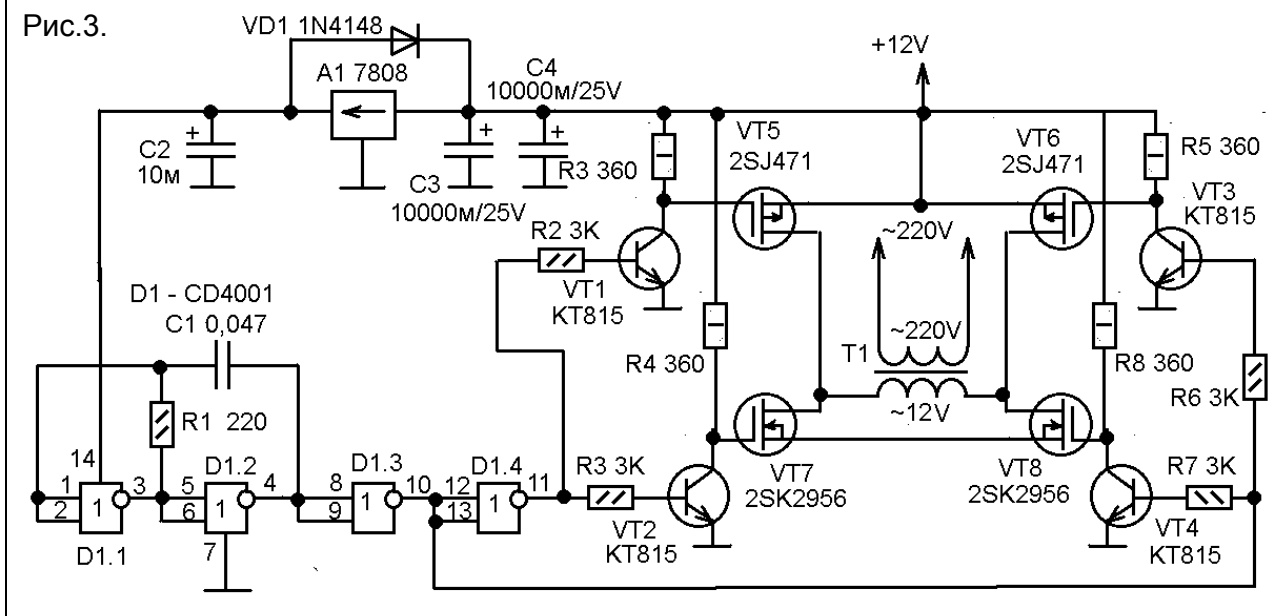
Импульсы 200 Гц с выхода D1.2 поступают на счетный вход счетчика D2 на микросхеме С4017. Это десятичный счетчик, состояния выходов которого изменяются последовательно согласно числу входных импульсов. Счет счетчика ограничен соединением выводов 15 и 10. При поступлении на его вход 4-го импульса единица с вывода 10 поступает на вывод 15 и сбрасывает счетчик в нулевое положение.

И так, с приходом первого (после сброса) импульса на вход счетчика D2, на его выходе «1» (вывод 2) появляется логическая единица. Она поступает на базы транзисторов VT1 и VT14. В результате открываются транзисторы VT4-VT5 и VT10-VT11. Левый, по схеме, конец низковольтной обмотки трансформатора Т1 соединяется с плюсом питающего напряжения, а правый (по схеме) - с минусом.

Затем на вход D2 приходит второй импульс и на его выходе «2» устанавливается единица. При этом на всех остальных выходах - ноль. Соответственно все транзисторы закрыты, на обмотке трансформатора нуль напряжения.

С приходом третьего импульса появля-

Рис.3.



ется логическая единица на выводе 7 D2. Это приводит к открыванию транзисторов VT6-VT9. Теперь правый (по схеме) конец низковольтной обмотки трансформатора T1 подключен к плюсу питания, а левый (по схеме) к минусу.

С четвертым импульсом счетчик возвращается в нулевое положение и все транзисторы закрыты. На обмотке трансформатора ноль напряжения.

Далее, все повторяется.

Фактическая выходная мощность, конечно же, в основном зависит от мощности используемого трансформатора. Это должен быть силовой трансформатор на 50 Гц, причем его низковольтная обмотка на 12V (или 24V) должна быть основной, той самой на которой и выдается вся выходная мощность трансформатора.

Фактически, при указанных на схеме транзисторах мощность может быть до 700W. Полевые транзисторы должны быть на радиаторах, обеспечивающих эффективный теплоотвод.

Мощность можно существенно увеличить, пропорционально увеличив количество параллельно включенных полевых транзисторов. Здесь, практически нет ограничений, разумеется и трансформатор потребует соответствующий.

Если мощность не планируется более 200W можно выходной каскад сделать на

одиночных транзисторах.

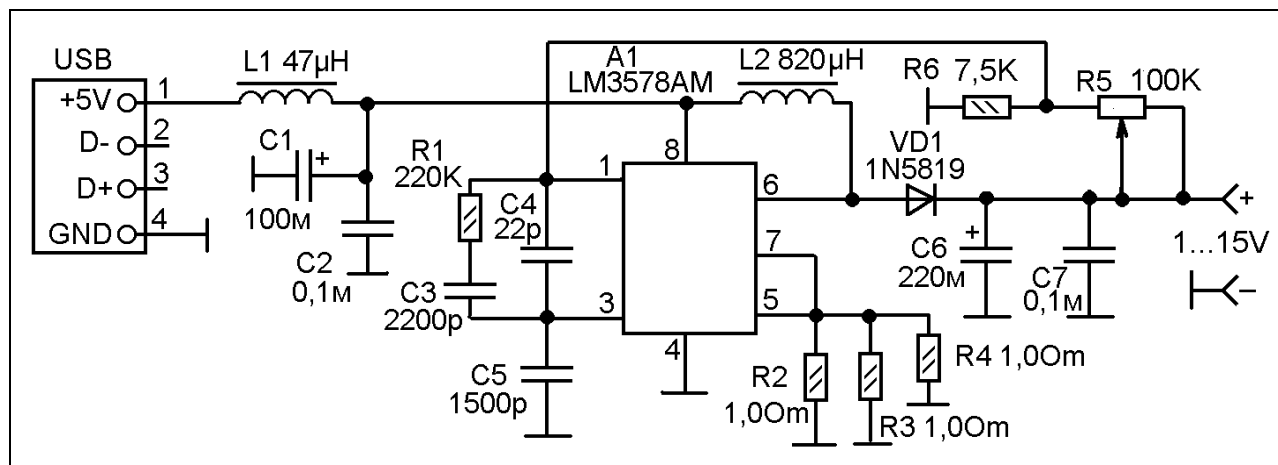
Если синусоидальность выходного напряжения не имеет существенного значения можно сделать инвертор по упрощенной схеме. На рисунке 3 показана схема инвертора мощностью 150W с выходным напряжением, по форме менее похожим на синусоиду. Тем не менее, такой инвертор можно использовать для питания многих электроприборов и даже электронных приборов с импульсными источниками питания.

Упрощение коснулось формирователя импульсов, - теперь это обычный мультивибратор, генерирующий противофазные импульсы частотой 50 Гц на выходах D1.3 и D1.4. На одном такте единица на выходе D1.3 и ноль на выходе D1.4. Соответственно, открываются транзисторы VT3 и VT7. На другом такте единица на выходе D1.4 и ноль на выходе D1.3. Открываются транзисторы VT5 и VT8.

Проще стал и выходной каскад, - теперь меньше биполярных транзисторов. Полевых то же меньше, но при желании повысить мощность их можно включить параллельно по два или три.

Снегирев И.

ПОРТ USB – РЕГУЛИРУЕМЫЙ ИСТОЧНИК ПИТАНИЯ



В настоящее время USB является универсальным портом персонального компьютера, к которому подключаются самые разные устройства. На USB выведен достаточно мощный источник напряжения 5V, поэтому многие устройства не только обмениваются данными через него, но и питаются от USB порта. Это различные сканеры, вебкамеры, выносные CD или DVD-приводы, модемы и др. В интернете можно встретить описания весьма глупых безделушек, питающихся от USB, – микропылесосы, нагреватели чая, и даже микрокофеварки.

В принципе, от USB можно питать многие другие периферийные устройства, даже не рассчитанные на это, но есть некоторые ограничения. В частности, по напряжению питания, которое всего-то 5V. При том, что периферия, питающаяся от собственных сетевых адаптеров обычно требует более высокого напряжения, да и для питания многих самоделок 5V далеко не всегда то что нужно.

На рисунке показана схема несложного адаптера, позволяющего получить от USB-порта стабильное постоянное напряжение регулируемое в пределах от 1 до 15V, при условии, что ток нагрузки не будет превышать 150-200 mA. С помощью такого адаптера можно питать от USB-порта самые различные схемы и устройства, и даже использовать его как лабораторный источник, что наиболее актуально при работе с «USB-лаборато-

рией» или доступным набором программ вроде тех, что позволяют ПК с звуковой картой превратить в низкочастотный осциллограф, милливольтметр, генератор НЧ, частотомер (такие программы обычно доступны в интернете бесплатно, некоторые из них описывались и на страницах «Радиоконструктора»).

В основе схемы DC-DC преобразователь на микросхеме LM3578AM. Так как преобразователь импульсный, на входе установлена индуктивность L1, препятствующая прониканию импульсных помех как в цепи компьютера, так и из компьютера в цепь питающегося устройства. В составе микросхем A1 имеется импульсный генератор с ШИМ, и выходной ключ. Ключ выходит на выводы 6 и 5. Вывод 7 – вход контрольной схемы защиты, которая по величине падения напряжения на сопротивлении резисторов R2-R4 определяет ток через ключ. И при превышении им допустимого значения срабатывает защита.

Накачка напряжения происходит на индуктивности L2. Затем, это переменное напряжение выпрямляется диодом Шоттки VD1 и сглаживается конденсаторами C6 и C7. Стабилизация выходного напряжения происходит по сравнению напряжения снимаемого с делителя R5-R6 с опорным напряжением, вырабатываемым стабилизатором, входящим в состав микросхемы. Контрольный вход – вывод 1. Резисторы R5 и R6 образуют

регулируемый делитель напряжения, с помощью которого делится выходное напряжение так, чтобы при требуемом выходном напряжении на выводе 1 A1 было напряжение 1V. Таким образом, R5 является органом плавной регулировки выходного напряжения. Когда сопротивление R5 равно нулю (в крайнем правом по схеме положении) делитель перестает работать как делитель и напряжение с выхода поступает на вывод 1 A1 непосредственно. При этом микросхема будет поддерживать выходное напряжение равным 1V.

Выходное напряжение тем больше, чем больше коэффициент деления делителя R5-R7. В принципе, максимальное выходное напряжение можно сделать и значительно выше (но не более 30V). Увеличить максимальное выходное напряжение можно уменьшив сопротивление R6.

Монтаж преобразователя удобнее всего сделать на небольшой печатной макетной плате.

Дроссели L1 и L2 – готовые, промышленного изготовления.

Журбин А.

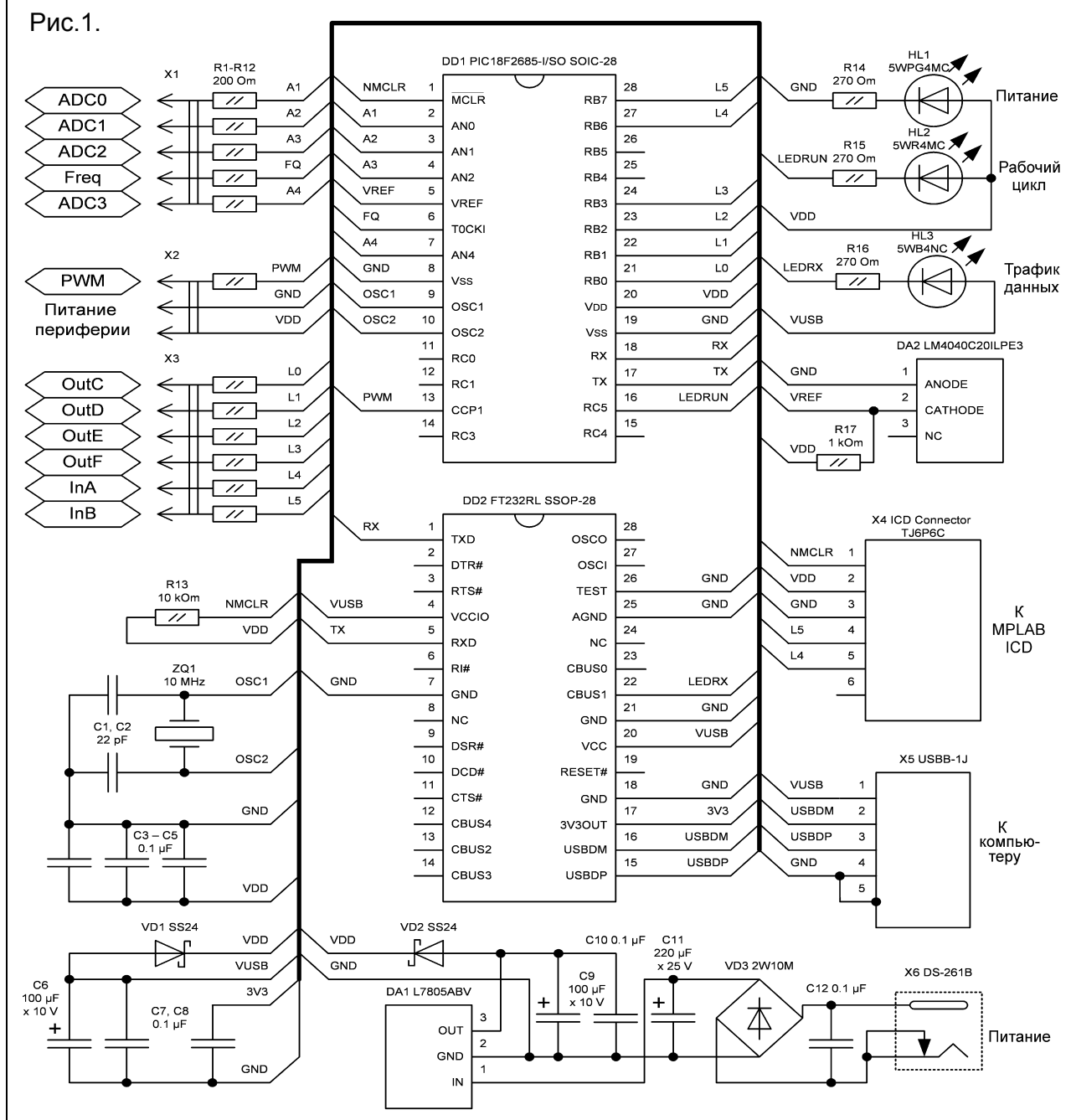
USB-ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЙ ПРИБОР ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ЭКСПЕРИМЕНТОВ

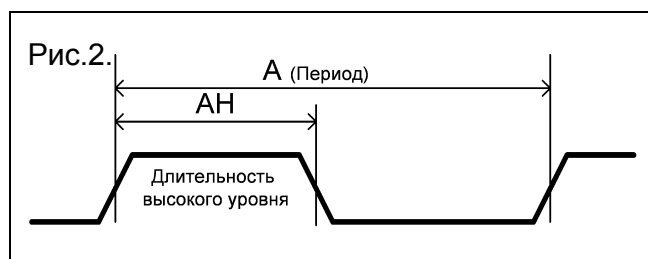
Введение

Данная разработка позволяет измерять 4 напряжения с точностью до 0,002 В, два периода по переднему фронту, две длительности высокого уровня и подсчитать количество импульсов. Точность измерения времени 0,001 секунды. Измерить частоту с точностью до 10 Гц. С помощью специальных настроек в приборе можно

задавать логическое условие начала измерения времени на логических КМОП входах. Устанавливать логический уровень на 4-х логических КМОП выходах и реализовывать КМОП ШИМ. Ежесекундный отчёт измерения формируется в CSV-файле для дальнейшей загрузки и работе в Open Office Calc.

Рис.1.





Прибор

Принципиальная схема прибора изображена на рисунке 1. В таблице приведены все характеристики прибора:

Количество каналов	Спецификация	Диапазон	Дискретность
4	Аналоговый вход, измерение напряжения	0..2046 мВ	0,002 В
1	КМОП-вход, частотомер	0..3 МГц	10 Гц
2	КМОП-вход, счётчик импульсов	0..65535*	1
2	КМОП-вход, измерение периода	0..16777215 мс*	0,001 с
2	КМОП-вход, измерение длительности высокого уровня	0..16777215 мс*	0,001 с
4	КМОП-выход	0 В / 5 В	
1	КМОП-выход, ШИМ	0 В / 5 В	

*При переполнении происходит обнуление всех величин секундомера.

Основой прибора является микроконтроллер DD1 PIC18F2685 [1] и UART-USB интерфейс DD2 FT232RL [2]. Микроконтроллер DD1 можно запрограммировать, подключив к разъёму X4 внутри-схемный программатор MPLAB ICD 2 или MPLAB ICD 3. Принудительная возможность сбросить микроконтроллер во время работы отсутствует, R13 подключен к NMCLR выводу микроконтроллера. Генератор тактовой частоты для микроконтроллера DD1 собран на кварцевом резонаторе ZQ1 и стабилизирующих конденсаторах C1 и C2.

К разъёму X1, X2 и X3 подключены резисторы R1-R12 для рассеивания электрической энергии из-за возможного замыкания выводов между собой или с питанием. Источник опорного напряжения DA2 LM4040C20ILPE3 подключен последова-

тельно с резистором R17 и даёт для 10-и битного АЦП микроконтроллера 2,048В.

Питаться прибор может во время программирования через разъём X4 (в настройках интегрированной среды MPLAB IDE нужно этот способ указать). Подключить через разъём X6 блок питания (способного давать переменный или постоянный ток 0,5А и напряжение 9 – 15В). Полярность можно не соблюдать, всё равно диодный мост VD3 выпрямит ток. Интегральный линейный стабилиза-

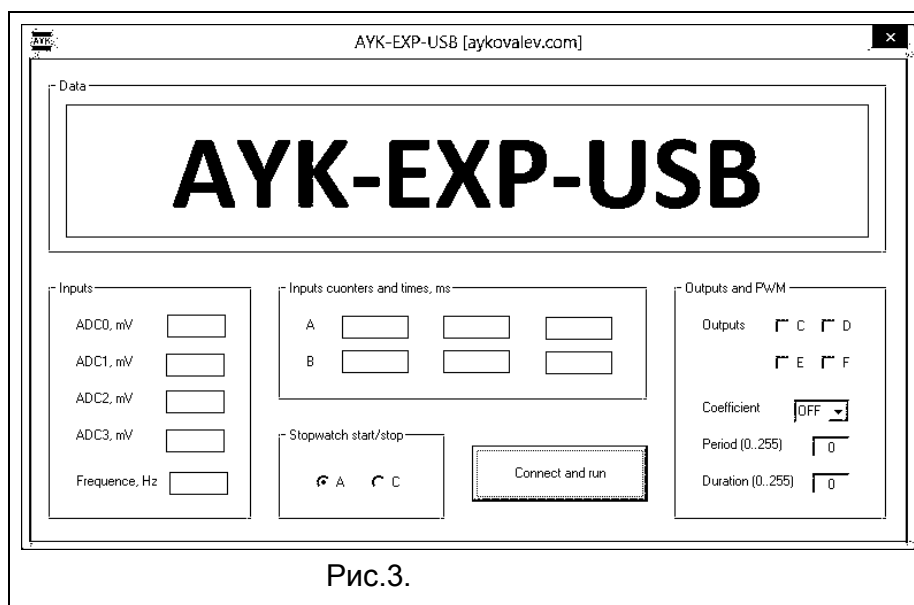


Рис.3.

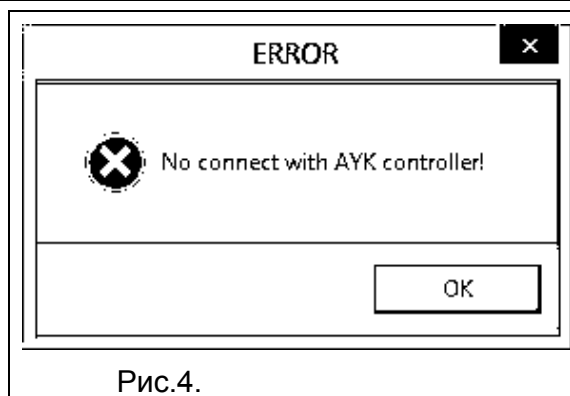


Рис.4.

тор напряжения DA1 L7805ACV стабилизирует напряжение 5В с точностью в 2%. Развязка напряжения между источниками питания подключены к разъёмам X5 и X6 выполнена на диодах Шоттки VD1 и VD2. Питание прибора блокируется фильтрующими конденсаторами C3-C12.

Светодиоды HL1-HL3 информируют о питании, работе и трафике данных прибора.

Программное обеспечение

Собрав и запрограммировав устройство можно подключить к ПК через USB разъём X5. Скачать драйвер можно с официального сайта [2].

ПО работает с такими ОС, как Windows XP, Vista, 7 и 8.

Откройте ПО AYK-EXP-USB. Затем убедившись, что компьютер распознаёт прибор можно нажать на кнопку «Connect and run» (рис.3), если программа не нашла прибор, тогда появляется сообщение об ошибке, смотреть рис.4. При грамотном подключении программа

выглядит, как показано на рис.5. Чтобы в поле «Data» отобразить напряжение, частоту, количество импульсов или время с размерностью нужно дважды щёлкнуть левой кнопкой мыши на нужном поле.

Для запуска секундомера нужно выполнить любое из двух условий:

1) Выбрать A и для начала отсчёта времени подать высокий логический

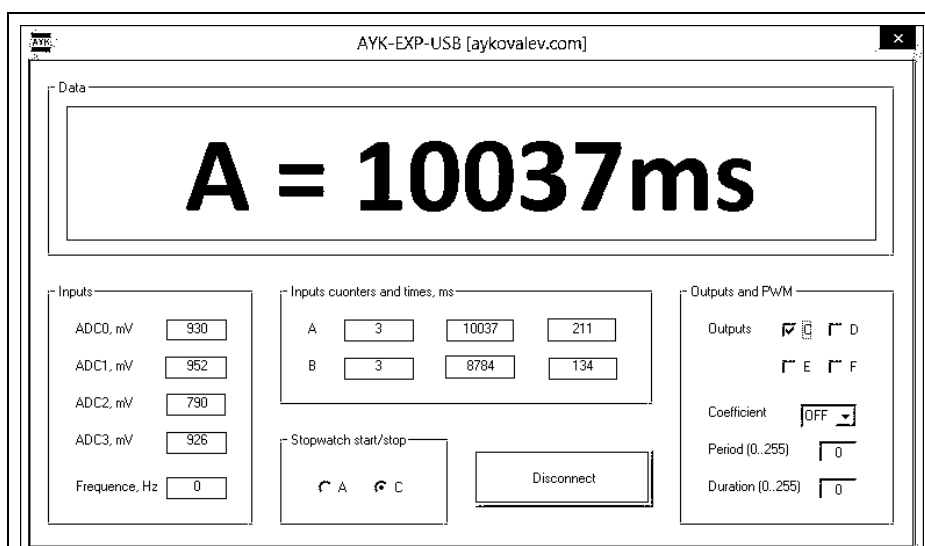


Рис.5.

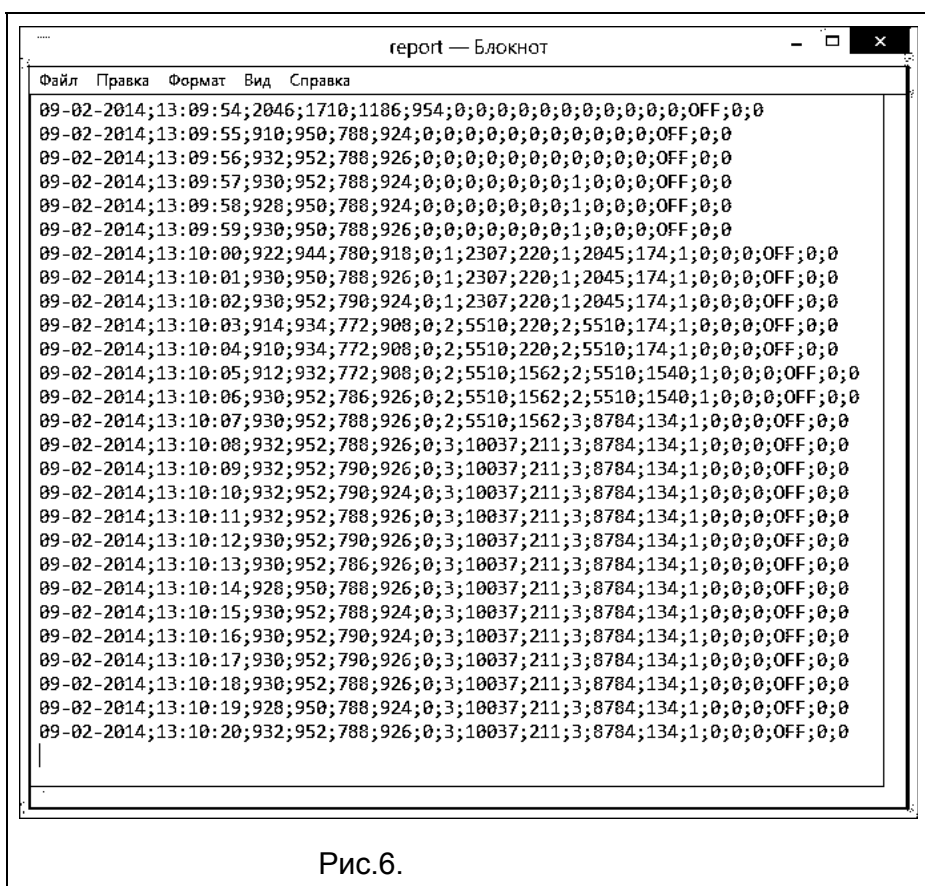


Рис.6.

уровень на вход InA. Пока происходит удержание высокого уровня на входе InA, секундомер работает, значит можно производить измерения периода (интервала времени между двумя физическими событиями) или время удержания высокого уровня (длительность конкретного физического события) на входе InB.

2) Выбрать C и для начала отсчёта

времени установить высокий логический уровень на выходе OutC. Секундомер работает, пока на выходе OutC установлен высокий логический уровень. На рисунке 2 изображена диаграмма измерения времени импульсов на входе InA. В данном режиме аналогичным образом можно измерить время импульсов на входе InB.

При работе программа в одной директории формирует отчёт в файле report.csv параллельно ходу измерения, отчёт можно открыть в блокноте (рис.6.).

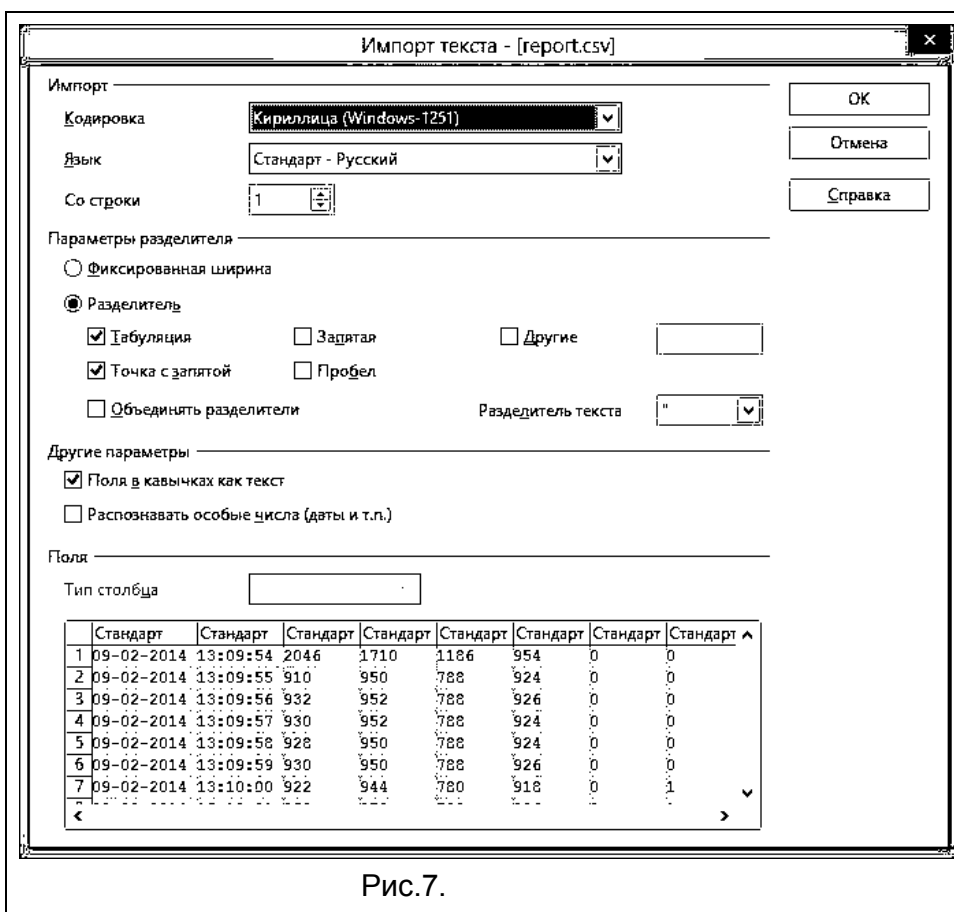


Рис.7.

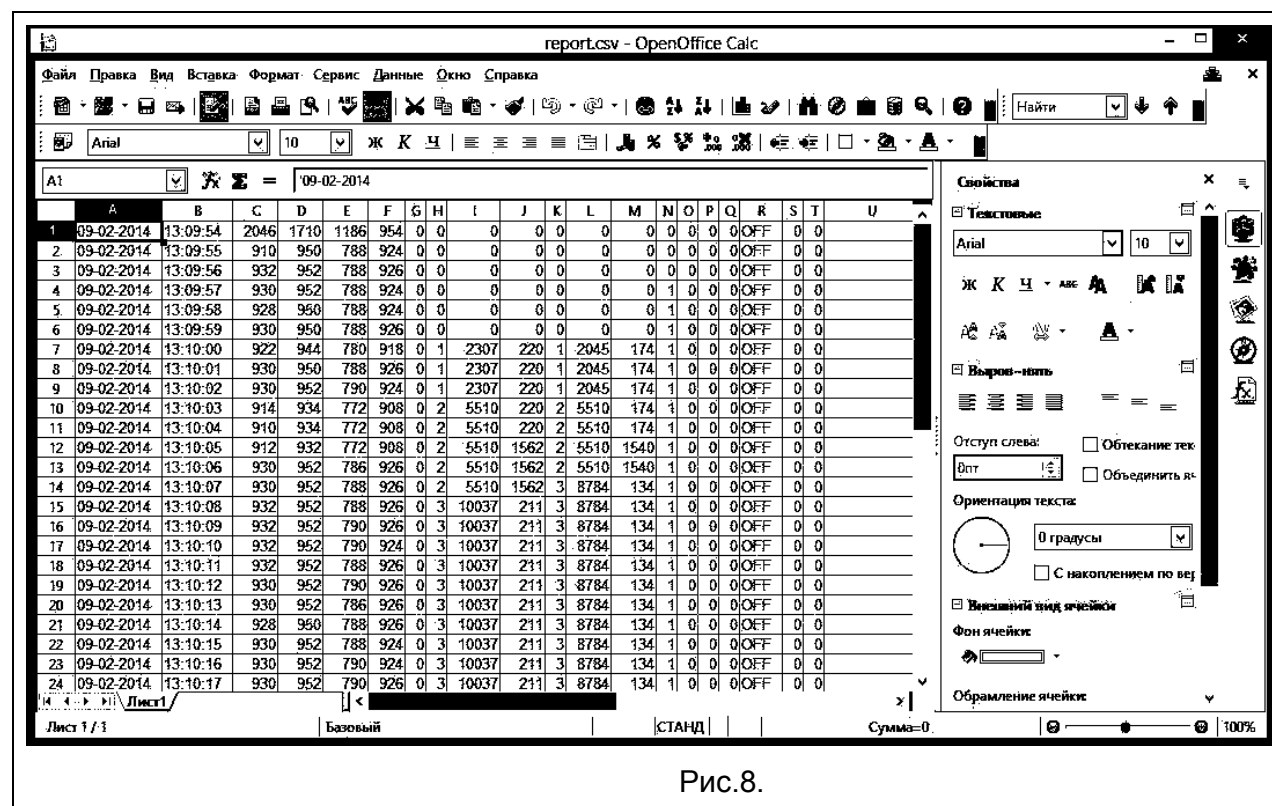


Рис.8.

Для загрузки CSV-файла в электронную таблицу нужно скачать Open Office с офи-

циального сайта <http://www.openoffice.org/download/> и установить как обычное

программное обеспечение. Для импорта CSV-файла, нужно в Open Office Calc открыть файл report.csv. Выбрать кодировку «Кириллица (Windows-1251)» и выбрать разделитель табуляция и точка с запятой (рис.7). Нажать «ОК».

На рис.8. показана электронная таблица, импортированная из файла report.csv. Теперь можно провести необходимые

расчёты и построить график.

Для разрыва связи ПК с прибором нужно нажать на кнопку «Disconnect».

Ковалев А.Ю.

aykovalev@yandex.ru

Ссылки в интернете:

1) www.microchip.com

2) www.ftdichip.com

ГЕНЕРАТОР ПЛАВНОГО ДИАПАЗОНА НА ЦИФРОВОЙ МИКРОСХЕМЕ

Микросхема HC4046 (а так же аналоги MM74HC4046N, MJM74HC4046 и другие) представляет собой RC-генератор с ФАПЧ, способный генерировать стабильную частоту до 50 MHz, что позволяет сделать ГПД (генератор плавного диапазона) для КВ радиовещательного приемника или связной аппаратуры, достоинством которого будет стабильная частота на выходе и полное отсутствие LC-частотоподающих контуров. Настройка при этом будет осуществляться изменением напряжения на выводе 9 микросхемы с помощью переменного резистора или электронной схемы, синтезирующей напряжение.

На рисунке показана схема генератора, вырабатывающего частоту от 2,5 MHz до 40 MHz, изменяемую в четырех поддиапазонах, которые переключаются переключателем S1. При этом настройка частоты в каждом поддиапазоне осуществляется грубо резисторами R1-R4 и плавно резистором R5. Задача всей этой цепи на резисторах R1-R5, R7 в регулировке постоянного управляющего напряжения на выводе 9 D1. Кроме того, частота зависит и от сопротивления R6. В таблицу 1 сведены данные по частоте в поддиапазонах при R6 равном 22K и 6,8K.

Изменив схему формирования напряжения на выводе 9 D1, добавив резисторы, ограничивающие регулировку, а так же, изменив сопротивление резистора R6, можно сделать ГПД, работающий практически в любом диапазоне в пределах от 2,5 до 50 MHz.

Выходной сигнал представляет собой

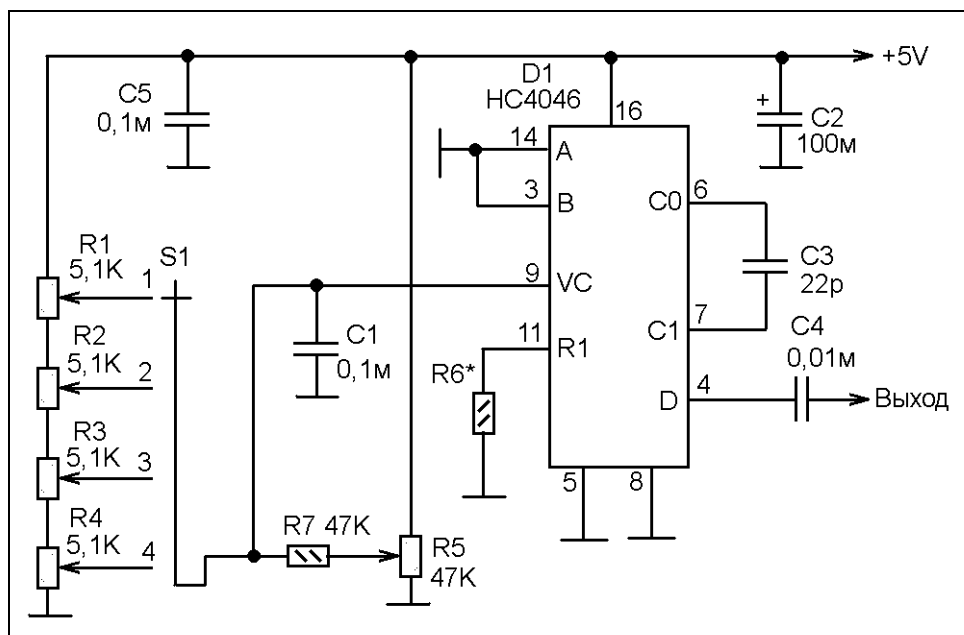


Таблица 1.

Диапазон	R6 = 22 K	R6 = 6,8K
1	2,5... 5 MHz	7 ... 13 MHz
2	5 ... 8,6 MHz	13 ... 21 MHz
3	8,6 ... 12,3 MHz	21 ... 27 MHz
4	12,3 ... 22 MHz	27 ... 40 MHz

прямоугольные импульсы TTL уровня, такой сигнал можно подавать непосредственно (через разделительный конденсатор и если нужно, делитель напряжения) на ключевые преобразователи частоты. Либо можно подать на ВЧ-трансформатор, на выходе которого, в результате действия индуктивности, будут уже импульсы близкой к синусоидальной форме.

Напряжение питания на схему нужно подавать через стабилизатор напряжения на 5V, например, KP142EH5A.

Иванов А.

ШЕСТНАДЦАТИКОМАНДНОЕ УПРАВЛЕНИЕ ПО ЭЛЕКТРОСЕТИ

В статье «Многокомандное управление по электросети» (РК 06-2014, стр. 35-38) автор предложил простую схему состоящую из передатчика и приемника для передачи по электросети нескольких команд. Схема кодера и декодера была выполнена на микросхемах LM567CN. Для каждой команды на приемном узле в той схеме нужно было устанавливать по отдельному декодеру на LM567CN, таким образом, при значительном числе команд схема получилась весьма громоздкой.

поэтому использовать её для числа команд более 4-5-ти вряд ли имеет смысл. К тому же микросхемы LM567CN не

слишком доступны, а используемый в них метод однотонового кодирования команды не обеспечивает достаточной помехозащищенности, особенно в многокомандном варианте.

Здесь приводится усовершенствованный вариант схемы, который, благодаря использованию метода двухтонового кодирования (DTMF) и соответствующих микросхем, позволяет осуществить управление на 16 команд, при значительно лучшей помехозащищенности и доступ-

ности элементной базы, меньшим количеством микросхем.

Схема 16-командного передающего узла показана на рисунке 1.

Каналом передачи сигнала является электросеть, сигнал передается на относительно невысокой частоте, где-то 120-140 кГц. Данный сигнал не будет никому мешать, но с помощью специального приемника его можно будет принять из любой электророзетки в этом доме, а может быть даже и в соседнем доме. Правда, необходимо чтобы приемник и передатчик были подключены к одной и той же фазе.

На транзисторах VT1 и VT2 выполнен LC-генератор. Транзисторы включены по схеме Дарлингтона (составного транзистора). Это позволяет получить наибольший выходной сигнал. Частота определяется контуром L2-C2, настроенным на частоту около 135 кГц. Данный сигнал через конденсатор C1 подается на фазный провод (обязательно на фазный). При этом с общим проводом передатчика соединяется нулевой провод сети.

Ток на генератор проходит через амплитудный модулятор на транзисторе VT3. Этот транзистор почти открыт (сопротивление R3 выбирают таким, чтобы напряжение на его коллекторе не было более 2-3В). А его нагрузкой является генератор на VT1 и VT2. Если на базу VT3 через конденсатор C5 подавать НЧ-сигнал, то возникнет амплитудная модуляция.

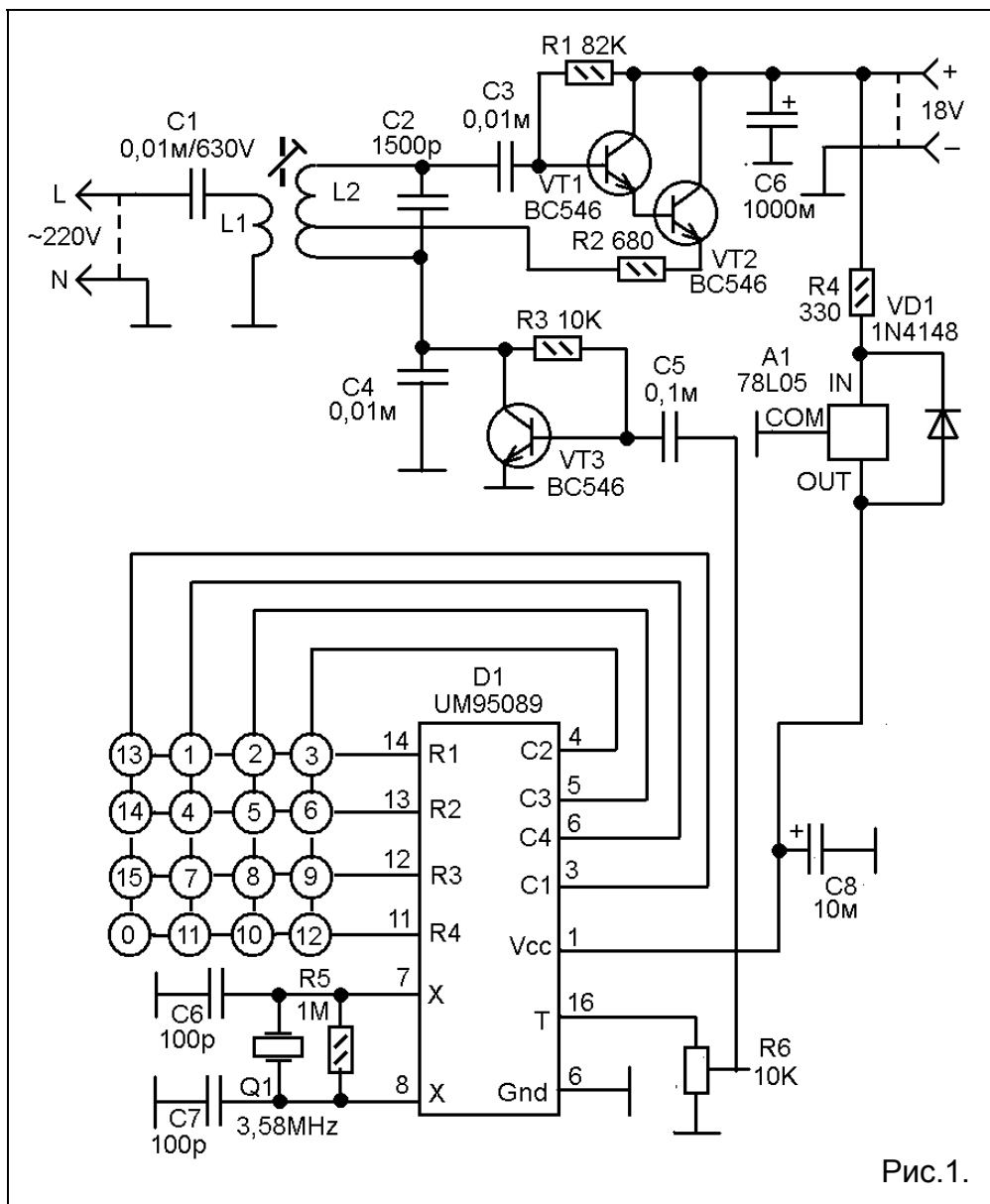
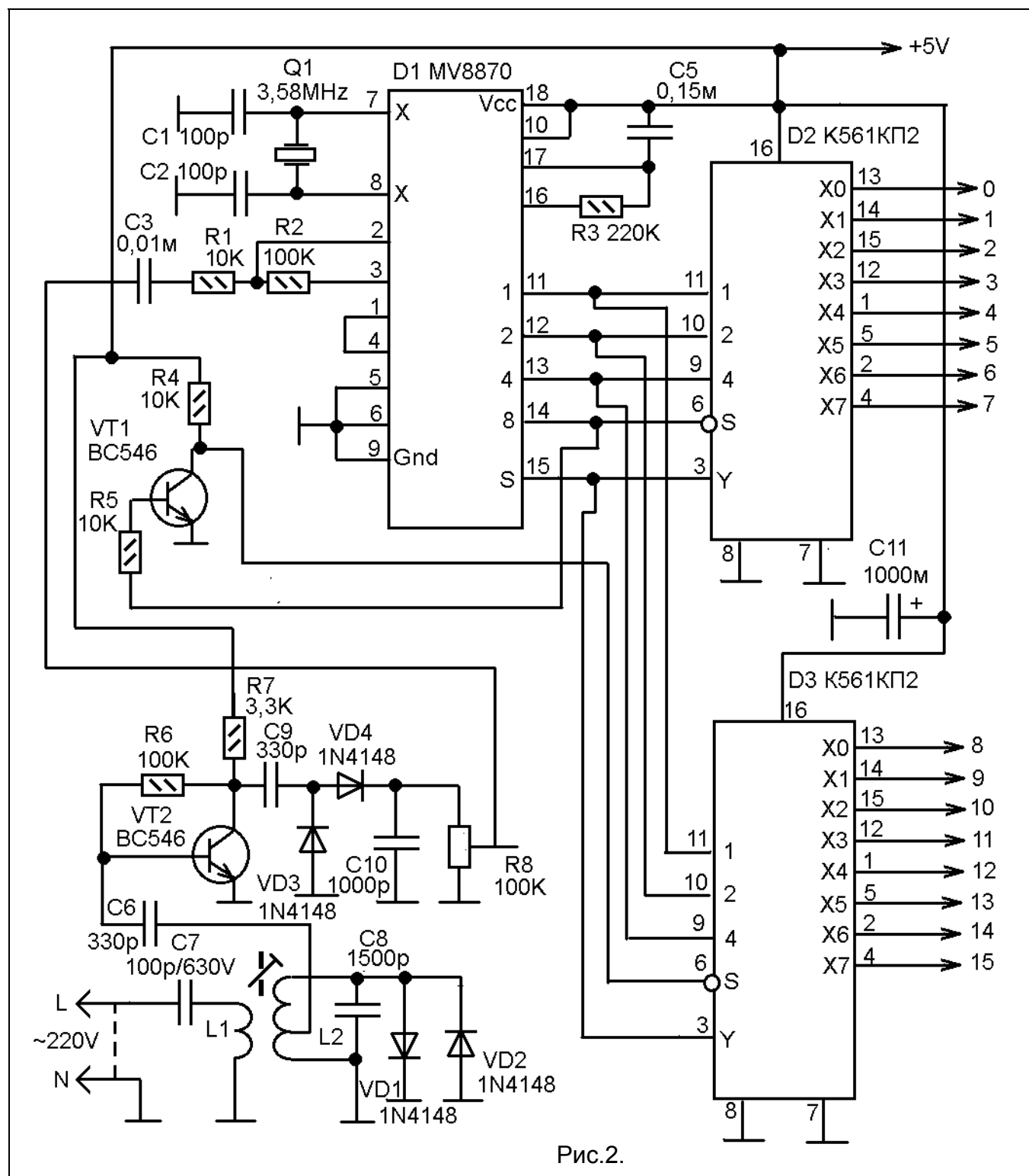


Рис.1.

Схема кодера выполнена на микросхеме D1 типа UM95089, содержащей DTMF кодер 16-ти команд. Клавиатура состоит из 16-ти кнопок, включенных по координатной схеме. Кнопки подписаны, соответственно номерам команд, от «0» до «15». Нажатие любой из кнопок приводит к формированию двухтонального сигнала на выходе микросхемы (вывод 16). С этого вывода через подстроечный резистор R6, которым можно регулировать уровень сигнала, поступающего на модулятор, DTMF сигнал поступает на базу VT3 через конденсатор C5.

Питание 5V на микросхему D1 подается через стабилизатор на микросхеме A1.

Схема приемного устройства показана на рисунке 2.). Сигнал с фазной линии электросети (обязательно именно с той же



фазы, на которую подключен передатчик) поступает через конденсатор C7 на катушку связи L1 входного контура. Частота передачи 135 кГц значительно выше частоты электросети, поэтому конденсатор C7 в значительной мере подавляет 50 Гц оказывая на этой частоте сопротивление значительно большее, чем на 135 кГц. Вместе с полезным сигналом в электросети есть и масса помех, от

сигналов радиостанций, электроприборов, импульсных источников питания и др. Контур L2-C8 выделяет нужный сигнал частотой 135 кГц. С отвода катушки L2 выделенный сигнал поступает на усилительный каскад на транзисторе VT2. Диоды VD1 и VD2 защищают базу транзистора от выбросов и импульсов повышенного напряжения.

Усиленный сигнал с коллектора VT1

проходит на детектор на диодах VD3 и VD4. И на конденсаторе C10 выделяется демодулированный сигнал, который через резистор-регулятор чувствительности R8 поступает на декодер на микросхеме D1 типа MV8870.

После приема команды на выходе микросхемы D1 устанавливается двоичный четырехразрядный код, численно равный номеру нажатой на клавиатуре кодера кнопки. При этом, установленный на выходе микросхемы код сохраняется до поступления следующей команды. А на выводе 15 логическая единица появляется каждый раз, как только идет прием команды и держится столько времени, сколько удерживают нажатой кнопку клавиатуры.

Для преобразования двоичного кода на выходе D1 в десятичный код используется дешифратор на двух мультиплексорах D2 и D3 типа K561КП2. В каждой микросхеме есть восемь каналов, соединенных с одной общей точкой «У» (вывод 3). Выбор канала осуществляется двоичным кодом на входах «1-2-4». Подачей нуля на вывод 6 включаются мультиплексор, подачей единицы - блокируется. Два восьми-канальных мультиплексора объединены в один шестнадцатиканальный с помощью выводов 6. У микросхемы D2 вывод 6 подключен непосредственно к старшему выходу D1, поэтому при коде на выходе D1 от 0000 до 0111 работает мультиплексор D2, так как на его вывод 6 поступает логический ноль. А вывод 6 мультиплексора D3 подключен к старшему выходу D1 подключен через инвертор на транзисторе VT1, поэтому при коде на выходе D1 от 0000 до 0111 на вывод 6 D3 поступает единица и D3 заблокирован.

Выходные уровни можно подавать на входы КМОП микросхем, или через резисторы на базы транзисторных ключей, управляющих электромагнитными реле или оптопарами. При этом нужно учесть, что в состоянии логического нуля выход микросхемы K561КП2 находится в высокоомном состоянии, то есть, в некоторых случаях может потребоваться включение между выходами K561КП2 и общим минусом постоянных резисторов сопротивлением 5-100 кОм.

Максимально допустимый ток ключа микросхемы K561КП2 всего 5 мА, это нужно учитывать при разработке схемы, которой нужно будет управлять.

Катушки передатчика и приемника совершенно одинаковые. Они намотаны на стандартных четырехсекционных каркасах с ферритовыми подстроечными сердечниками диаметром 2,8 мм и длиной 14 мм. Сначала наматываются катушки L2 – по 260 витков провода ПЭВ 0,12 (по 65 витков в секцию). Отвод делается от 65-го витка. Затем на поверхность этой намотки в верхнюю секцию (ближайшую к подстроечнику) наматывается 25 витков такого же провода (это катушка L1).

Транзисторы BC546 можно заменить на KT3102 или KT315. Все конденсаторы должны быть на напряжение не ниже напряжения питания. Диоды 1N4148 можно заменить на КД521, КД522.

Кварцевые резонаторы на 3,58 МГц для телефонных аппаратов с тональным набором. Их можно заменить резонаторами от видеотехники с НТСЦ 3,5.

Все микросхемы можно заменить другими отечественными и зарубежными аналогами.

Налаживание приемника и передатчика в основном сводится к сопряжению настроек их контуров.

Коэффициент усиления входного предварительного усилителя микросхемы D1 (рисунок 2) зависит от соотношения резисторов R1 и R2. При необходимости его можно скорректировать подбором сопротивления R1.

Максимов А.Н.

Литература:

1. Максимов А. Н. «Многокомандное управление по электросети». ж. Радиоконструктор, №6, 2014, стр. 35-38.
2. Рыбин Л. Н. «Система дистанционного управления шестнадцатью объектами». ж. Радиоконструктор, №6, 2014, стр. 21-23.

Электронная версия журнала «Радиоконструктор»

К сожалению, обычная почта не всегда срабатывает исправно. Случаются проблемы как с оформлением подписки, так и с доставкой. В некоторых населенных пунктах вообще невозможно оформить подписку. Определенные сложности с подпиской испытывают и зарубежные читатели.

В настоящее время получается так, что в некоторых случаях электронная почта более доступна нежели обычная. Поэтому распространение электронной версии журнала посредством электронной почты может быть хорошим выходом из положения. К тому же качественная электронная версия может иметь существенные преимущества перед бумажной. Просмотр на персональном компьютере позволяет многократно увеличивать участки текста или схемы, что немаловажно для людей с пониженным зрением. А возможность выкопировать, распечатать на принтере любой участок текста, схемы, чертежа позволит легче изготовить печатную плату или взять с собой «на объект» только нужный материал, не опасаясь повредить, испачкать бумажный оригинал.

Впрочем, персональным компьютером дело не ограничивается, журналы можно просматривать и на планшетных компьютерах и на смартфоне, даже на самых бюджетных, разница только в удобствах, связанных с размером экрана и функциональными возможностями конкретного устройства.

Распространение электронной версии журнала весьма похоже на подписку на бумажный журнал. Вы оплачиваете подписку любым доступным способом, например через Сбербанк, а через систему "Мобильный банк" или «Яндекс-деньги» это можно сделать даже не выходя из дома, электронным письмом сообщаете редакции необходимую информацию для выполнения заказа.

В дальнейшем, по мере выхода номеров журнала вы будете получать на указанный вами E-mail электронные версии журналов, выполненные в формате pdf

Для подписчиков, желающих иметь и бумажную и электронную версии предусмотрена льготная цена на электронную версию (при наличии оформленной подписки на бумажную версию на тот же период).

Всю информацию о подписке на электронную версию журнала «Радиоконструктор» читайте здесь: <http://radiocon.nethouse.ru>

БЮЛЛЕТЕНЬ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ ИНФОРМАЦИИ

Компоненты

ПОЛНЫЙ СПЕКТР ПРИМЕНЕНИЙ

www.scanti.com





Вместе в борьбе за лидерство!

Бюллетень научно-технической информации “**Компоненты TI. Полный спектр применений**”— русскоязычное печатное издание по новинкам элементной базы, производимой корпорацией Texas Instruments. Предназначен для разработчиков электроники, в т.ч. встроенных систем управления.

На страницах бюллетеня широко представлены процессоры, микроконтроллеры, системы-на-кристалле, операционные усилители, интерфейсы, АЦП/ЦАП, устройства коммутации, датчики, схемы для построения источников питания, компоненты для беспроводной связи, обработки аналоговых и смешанных сигналов производства Texas Instruments, а также продукция партнеров на базе TI.

Благодаря тесному контакту с Texas Instruments мы способны адекватно представлять эту информацию на российском рынке с учётом интересов разработчиков к новым компонентам TI и реальным возможностям их использования в серийном производстве электроники и встроенных систем управления.

Основное преимущество компании Сканти — квалифицированная поддержка заказчика на стадии разработки: помощь в выборе элементной базы, техническое консультирование, в том числе с привлечением инженеров производителей, предоставление образцов и средств разработки.

Корпорация Texas Instruments вручила компании Сканти награду за наилучшую техническую работу в 2015 году.

Бюллетень размещается в электронной и PDF-версиях на сайте компании
www.scanti.com



«Компоненты Texas Instruments. Полный спектр применений» — содержание за 2015 г.

Выпуск 1 (45) 2015

Интерфейсы и стандартная логика

Томас Кугельштадт (Thomas Kugelstadt). Использование смещения в интерфейсе RS-485 для обеспечения отказоустойчивости. Старые и новые трансиверы

АЦП и ЦАП, кодеки

Санджай Питхандия (Sanjay Pithadia) и Шридхар Мор (Shridhar More). Раскрываем тайны. Заземление в системах со смешанными сигналами (slyt499)

Усилители, компараторы и ключи

Проектирование AN-1852 с рН-электродами (snoa529)

Беспроводные технологии

Прасад Мовва (Prasad Movva). Оценочный модуль CC2538+CC1200 EM. Как объединить на одной плате систему на кристалле, работающую на частоте 2,4 ГГц, и приёмопередатчик ISM-диапазона (до 1 ГГц). Окончание (swra437)

Радиочастотная идентификация

Клеменс Саттлеггер (Klemens Sattlegger) и Ули Денк (Uli Denk). Компас в мире технологий RFID (slyy056)

Управление питанием

Джон Стивенс (John Stevens). Размывание рабочей частоты импульсного стабилизатора с помощью микросхем UCC28950 и TLV3201 (slua646)

Техническое руководство по продукции компании XenoEnergy. Окончание
Кит Келлер (Keith Keller). Реализация интеллектуального зарядного устройства для аккумуляторов с широким диапазоном входных напряжений, микропроцессорным управлением и поддержкой шины SMBus.

Реклама

Процессорный модуль SOM-CYCLONE-V-SE

Процессорный модуль SOM-AM1705

JTAG-эмулятор SAU-XD510-USB Lite

Лидирующий мировой производитель часов реального времени RTC со встроенным кварцем в керамическом корпусе

Модуль Mbee v3.0

Процессорные модули Qseven

Батарейное питание от Texas Instruments

Выпуск 2 (46) 2015

Процессоры | Микроконтроллеры | Система на кристалле

Стартовая платформа серии Tiva™ C, совместимая с концепцией «Интернет вещей» (IoT) в экосистеме TI.

Интерфейс и стандартная логика

Питание интерфейса Thunderbolt™ с помощью устройств TI Thunderbolt™ (slyc126a)

АЦП, ЦАП и кодеки

Санджай Питхандия (Sanjay Pithadia) и Шридхар Мор (Shridhar More).

Раскрываем тайны. Заземление в системах со смешанными сигналами. Окончание (slyt499).

Беспроводные коммуникации

TI упростила разработку Wi-Fi-приложений при помощи Wi-Fi® модулей Internet-on-a-chip™.

Технология емкостных датчиков касания RemoTI™ (swra362a).

Управление питанием

Оливье Моннье (Olivier Monnier). «Интернет вещей» делает сеть энергоснабжения интеллектуальнее (slyb214)

Бошинг Сан (Bosheng Sun). Цифровое выравнивание токов в многофазных повышающих корректорах коэффициента мощности

Инновационные продукты от TI

Реклама

Первый полностью интегрированный Thunderbolt™ DC/DC-преобразователь для систем с шинным питанием

Абсолютная гибкость превосходных решений реле

Новая серия миниатюрных держателей от Renata Batteries SA

Renata Batteries SA: кнопочные элементы питания

Выпуск 3 (47) 2015

Процессоры | Микроконтроллеры | Системы на кристалле

Фолкер Жехак (Volker Rzehak). Микроконтроллеры с низким энергопотреблением на основе ферроэлектрического ОЗУ и их применение (slaa502)

Интерфейсы и стандартная логика

Лео Хендраван (Leo Hendrawan). Интерфейс начального загрузчика для MSP430 на основе LaunchPad, использующего протокол UART (slaa535)

АЦП и ЦАП, кодеки

Энтони Калабрия (Anthony Calabria). Обнаружение отсоединения электродов в системах снятия ЭКГ (sbaa196)

Беспроводные коммуникации

Майкл Бёрнс (Michael Burns). Беспроводной микрофон с интерфейсом USB (swra368)

Управление питанием

Иль Хан Ким (Il Han Kim), Ананд Дабак (Anand Dabak), Дэвид Райкен (David Rieken) и Гордон Грегг (Gordon Gregg). Оценка низкочастотного канала связи по линиям электропередач в сельской местности Северной Америки (spry203)

Крис Глейзер (Chris Glaser). Микросхема TPS61291 может сделать ваш интеллектуальный счётчик ещё «умнее»

Аднаан Лохандвала (Adnaan Lokhandwala). Недорогие обратногоходовые решения для энергопотребления в режиме ожидания 10 мВт (slyt557)

Дэвид Бэба (David Baba). Преимущества многофазного понижающего преобразователя (slyt449)

Система управления матрицей светодиодов высокой яркости для систем автомобильных передних фар

Новости

Ускорьте свои разработки с микроконтроллерами C2000™ Delfino™ от TI

HDC1000 — комбинированный датчик влажности и температуры от TI

ATL431, ATL432 — «регулируемый стабилизатор» с малым током потребления от TI

Наномодули SIMPLE SWITCHER®. Новый подход к проектированию малогабаритных источников питания

Реклама

Новые АЦП для аудиосигналов от Texas Instruments. Профессиональный уровень и степень интеграции уровня переносных устройств

CSD16570Q5B и CSD17570Q5B — силовые N-канальные полевые МОП-транзисторы NexFET™ от Texas Instruments

Выпуск 4 (48) 2015

Процессоры | Микроконтроллеры | Системы на кристалле

Набор разработчика MSP-EXP430FR5969 LaunchPad

Мекре Месганав (Mekre Mesganaw), Стивен Андервуд (Stephen Underwood). Реализация недорогого трёхфазного электронного счётчика электроэнергии на основе MSP430F67641 (slaa621b)

Интерфейсы и стандартная логика

Артём Рогачев (Artem Rogachev). Создание надёжных систем горячего резервирования. 1 часть (slva673a)

АЦП и ЦАП, кодеки

ADS1262 и ADS1263 — прецизионные 32-разрядные АЦП

Радиочастотная идентификация

TI представляет первый в отрасли NFC-сенсор-транспондер с высокой степенью интеграции для промышленных, медицинских, носимых устройств и Интернет-вещей (IoT) (sloa217a)

Кристиан Бухбергер (Christian Buchberger), Костас Асланидис (Kostas Aslanidis). Практическая разработка конструкции антенны транспондера датчика RF430FRL15xH NFC и ISO/IEC 15693 (sloa217a)

Разное

Сяолин Лу (Xiaolin Lu), Оливер Моньер (Olivier Monnier). Организация надёжной передачи данных по линиям электропитания (PLC) с поддержкой стандарта G3 (slay021)

Интернет вещей делает сеть энергоснабжения интеллектуальнее

Интернет вещей (Internet of Things, IoT) способен сделать сеть энергоснабжения интеллектуальнее, обеспечивая более широкие возможности передачи информации и установления связи как по инфраструктуре сети, так и внутри домохозяйств. С помощью IoT потребители, изготовители и коммунальные службы откроют новые пути управления устройствами, что позволит, в конечном счёте, сэкономить ресурсы и сэкономить деньги за счёт использования интеллектуальных счётчиков, домашних шлюзов, интеллектуальных розеток и бытовых приборов, соединённых в сеть.

В статье описываются различные подходы, используемые в мире для создания интеллектуальных сетей энергоснабжения. Приводятся примеры того, как корпорация Texas Instruments разрабатывает всеобъемлющие решения систем, объединяя аппаратное обеспечение (аналоговое и цифровое) с программным для решения некоторых задач построения более интеллектуальной сети энергоснабжения, обладающей более широкими возможностями установления связи.

Расширение возможностей связи между инфраструктурой сети энергоснабжения, счётчиками, домохозяйствами и зданиями

Ожидается что к 2020 г. Интернет вещей (IoT) вырастет до 50 миллиардов подключённых устройств (по данным Cisco, опубликованным в 2011 г.), предоставляя ценную информацию потребителям, изготовителям и коммунальным службам. С помощью IoT устройства, относящиеся к различным секторам промышленности, будут соединяться друг с другом через интернет и посредством одноранговых соединений, а также с помощью замкнутых сетей, таких как те, что используются в инфраструктуре интеллектуальной сети энергоснабжения.

Будучи направленным в основном на управление потреблением и экономия энергии и воды, IoT выведет преимущества интеллектуальной сети

энергоснабжения за рамки распределения, автоматизации и контроля, которые осуществляют коммунальные службы. Системы управления потреблением в домохозяйствах и зданиях помогут потребителям контролировать своё потребление и изменять своё поведение соответствующим образом. Эти системы, в конечном счёте, будут регулировать потребление автоматически, включая устройства в непиковые часы нагрузки и подключая их к датчикам контроля присутствия людей, условий освещения и так далее. Но всё это начинается с интеллектуальной сети энергоснабжения, обладающей более широкими возможностями подключения устройств.

Эта сеть нуждается в изменениях, чтобы решать возникающие сегодня задачи

Проще говоря, построение интеллектуальной сети означает гарантию энергоснабжения в будущем каждому человеку из быстро расту-

щего населения при ограниченных возможностях выработки энергии. Интеллектуальная сеть энергоснабжения снижает потери, повышает эффективность использования, оптимизирует распределение потребности в энергии, а также делает реальностью развёртывание крупномасштабных возобновляемых источников энергии, таких как солнечные и ветряные энергетические установки. Учитывая стареющую инфраструктуру, сеть энергоснабжения сталкивается с острыми проблемами, к числу которых относятся постоянно повторяющиеся отключения подачи электроэнергии в крупных промышленных городах по всему миру. В таких странах, как Индия, более 30 процентов электроэнергии теряется при передаче от мест её выработки до домохозяйств, а во Франции и Австралии 35 процентов питьевой воды теряется из-за утечек.

Топологию сети энергоснабжения необходимо адаптировать, переходя от схемы с централизованным источником к распределённой топологии, которая способна динамично принимать энергию из различных источников. Необходимо отслеживать в реальном времени энергопотребление и потребность в энергии: а это связано с развёртыванием оборудования, обладающего большими телеметрическими возможностями, которое способно измерять и передавать информацию об энергопотреблении, которую можно использовать для создания самовосстанавливающейся сети, повышения общей эффективности и уровня самоконтроля и принятия решений.

Интеллектуальная сеть энергоснабжения с возможностями связи обе-

спечивает такие возможности, которые в будущем позволят соединить различное оборудование, имеющее отношение к энергопотреблению. От инфраструктуры передачи и распределения энергии, счётчиков электричества, воды, газа и тепла до систем автоматизации жилищ и зданий – Texas Instruments решает общие задачи, стоящие перед интеллектуальными сетями, и предлагает решения систем для соединения устройств этих сетей.

Первым важным шагом к созданию интеллектуальной сети энергоснабжения, который делает реальностью

Интернет вещей, является массовое внедрение интеллектуальных приборов учёта.

Миллионы интеллектуальных счётчиков электроэнергии уже используются

По всему миру счётчики электроэнергии являются лидерами в области внедрения интеллектуальных приборов учёта. Например, доля используемых интеллектуальных счётчиков электроэнергии («е-счётчиков»)

в Соединённых Штатах близка к 50 процентам, что означает миллионы счётчиков электроэнергии, уже установленных на сегодняшний день, подключённых к сети и регулярно передающих данные.

Фактически счётчики электроэнергии расширяют свои функции, превращаясь из устройства измерения энергии в систему связи в двух направлениях, как показано на рисунке 1.

Современные Е-счётчики должны удовлетворять определённым критериям, чтобы играть такую важную роль в развёртывании интеллектуальной сети электропередачи. Во-

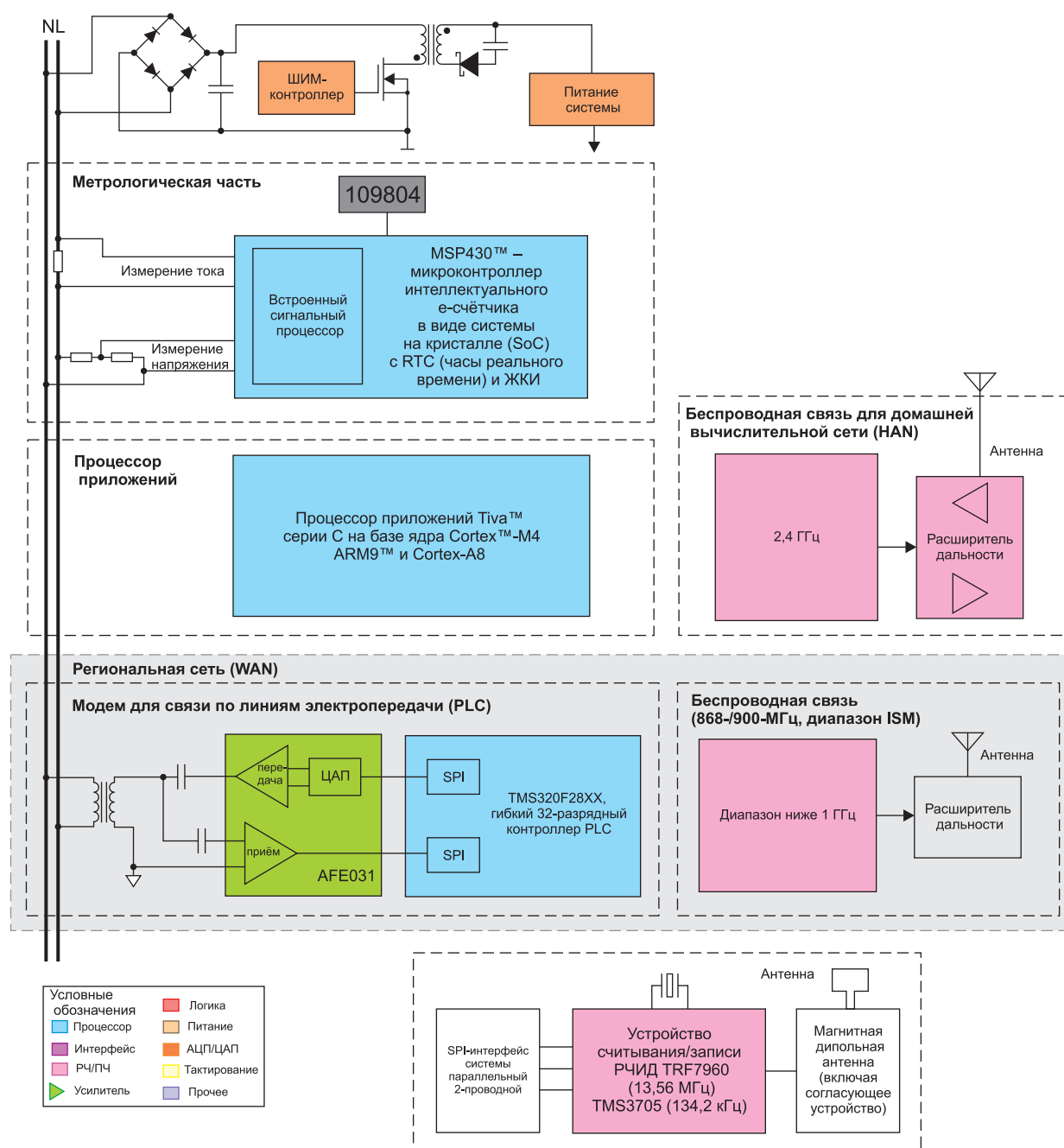


Рисунок 1. Оснащённый устройствами TI интеллектуальный счётчик электроэнергии, поддерживающий несколько возможностей установления связи

первых, счётчики должны сообщать информацию о потреблении электроэнергии из зданий и домохозяйств в коммунальные службы. В США соответствующим решением является РЧ-связь малой мощности (LPRF) в диапазоне ниже 1 ГГц с использованием многосвязной сети. Однако, в зависимости от конкретной страны и характера сети энергоснабжения, беспроводное решение может и не оказаться наилучшим вариантом, например, в Испании или во Франции, где используются технологии узкополосной связи с OFDM (мультиплексирование с ортогональным частотным разделением) по линиям электропередачи (PLC). Не существует одного решения для организации связи, которое подходило бы на все случаи жизни. Чтобы сделать IoT реальностью, требуется более сложное решение, способное переходить от проводной к беспроводной связи, а иногда и сочетать их.

Во-вторых, счётчик должен предоставлять полезную информацию о потреблении энергии домохозяйству через внутридомовую шлюз или индикатор. Эта информация позволяет потребителям корректировать своё энергопотребление и уменьшить счета от коммунальных служб. В США используется стандарт IEEE 802.15.4 2,4 ГГц ZigBee® в сочетании с профилем приложения Smart Energy. В других странах, например, в Великобритании или Японии, проводится оценка решений PLC или РЧ-связи в диапазоне ниже 1 ГГц для достижения большей дальности действия, или внедряются комбинированные решения, использующие и РЧ-связь, и PLC-связь. Таким образом, фактически счётчики электроэнергии становятся интеллектуальными датчиками, которые поддерживают связь в обоих направлениях, внутри и вне зданий и домохозяйств, соединяясь друг с другом в многосвязную сеть и передавая важную информацию об энергопотреблении коммунальным службам.

Для поставщиков счётчиков переход к интеллектуальным счётчикам оказывает большое влияние на топологию изделия, как показано на рисунке 1. Помимо метрологической части, которая обеспечивает измерение потребления энергии, теперь

в счётчики интегрировано несколько решений радиосвязи или PLC-связи. Иногда в них также реализуются функции предоплаты и беспроводной связи ближнего радиуса действия (NFC). Меняются требования к главным микроконтроллерам (MCU), которые должны иметь больший объём памяти и более широкие возможности связи и защиты информации для поддержки протокола связи. Кроме того, MCU в интеллектуальном счётчике должен поддерживать новые передовые функции, такие как динамическая тарификация/регулирование спроса, дистанционное подключение и отключение, защита данных в сети, загрузки по беспроводным каналам и обновления после установки, чтобы коммунальным службам не нужно было отправлять техников к каждому счётчику.

TI расширила своё предложение отладочных комплектов метрологического оборудования, прошедших испытание в условиях эксплуатации, и своей линейки метрологических микросхем с большим объёмом памяти, более высокой защитой данных и точностью. Например, в рамках обширной линейки микроконтроллеров новый комплект для многофазных счётчиков на основе системы на кристалле MSP430F6679 обеспечивает разработчикам лучшую в своём классе точность, большой объём встроенной памяти и передовые возможности защиты от несанкционированного вмешательства в работу устройств. Эти системы на кристалле способны обеспечивать точность измерения электроэнергии, которая соответствует или превосходит требования действующих в мире нормативных документов к интеллектуальным многофазным е-счётчикам, включая стандарты IEC 62053-22 и ANSI C12.20, класс 0.2. Кроме того, большая встроенная flash-память объёмом 512 кбайт позволяет реализовать более сложные функции учёта, такие как таблицы динамической тарификации, DLMS (протокол для связи со счётчиками)/COSEM (правила для обмена данными со счётчиками на основе существующих стандартов) или стеки для связи.

Стремясь удовлетворить потребность в наличии разнообразных решений для установления связи, TI

предлагает самый широкий в отрасли выбор решений связи для интеллектуальной сети энергоснабжения в диапазоне ниже 1 ГГц, на частоте 2,4 ГГц, на базе Wi-Fi®, ZigBee, NFC и PLC. Помимо того, что TI является активным учредителем основных ассоциаций в области PLC-связи, компания использовала весь свой богатый опыт и возможности проведения натурных испытаний для создания первого в отрасли PLC-устройства, поддерживающего технологии PRIME, G3 и планируемый стандарт IEEE P1901.2 узкополосной связи PLC с OFDM на одном кристалле. Это устройство позволяет разработчикам легко создавать отвечающие требованиям будущего интеллектуальные е-счётчики, которые способны эффективно передавать данные по существующим линиям электропередачи в любой стране. TI предлагает уникальные решения для систем, которые сочетают в себе элементы аналогового и цифрового аппаратного обеспечения с соответствующим стеком программного обеспечения для поддержки различных вариантов архитектур интеллектуальных счётчиков по всему миру.

Следующие на очереди – интеллектуальные счётчики расхода

Хотя внедрение счётчиков, способных поддерживать связь, началось со счётчиков электроэнергии, внедрение интеллектуальных счётчиков расхода (газа, воды, тепла и распределителей потреблённого тепла) также набирает обороты, и ожидается, что в ближайшем будущем будут установлены миллионы таких приборов. Парк установленных интеллектуальных счётчиков воды в мире продолжает расти, и ожидается его увеличение втрое, с 10,3 млн приборов в 2011 г. до 29,9 млн приборов к 2017 г. (по данным Pike Research, опубликованным в 2012 г.). Что касается счётчиков газа, прогнозируется увеличение годовых объёмов поставок с 1,9 млн приборов в 2010 г. до 7,8 млн к 2016 г. (по данным Pike Research, опубликованным в 2011 г.).

20-процентное повышение энергоэффективности – одна из целей инициативы «20-20-20», реализуемой в рамках Директивы по энергоэффективности ЕС (EED), которая призвана решить в долгосрочной перспективе задачи обеспечения доступного, надёжного и устойчивого энергоснабжения, является стимулом массового внедрения интеллектуальных счётчиков газа, как это происходит в Великобритании (самый большой парк установленных приборов – 22 млн), после которой следуют Италия (21 млн приборов) и Франция (11 млн приборов) (по данным Ван Дейка (van Dyck), опубликованным в 2011 г., и компании Itron, опубликованным в 2010 г.).

В этом случае переход от простого счётчика к интеллектуальному счётчику расхода также подразумевает возможность поддержания связи и установления соединения между устройствами.

На рис. 2 выделены различные возможности связи типовой топологии счётчика расхода. Устройства РЧ-связи малой мощности обычно используются для связи между счётчиками газа или воды, питающимися от аккумуляторов, с одной стороны, и либо другим счётчиком в многосвязной сети, либо устройством сбора данных, в дополнение к традиционному проводному решению, такому как проводная шина M-BUS, – с другой. Счётчик также может принимать информацию о тарифах, обновления встроенного программного

обеспечения или команды включения отсечного клапана, обычно используемые в сочетании с функциями предоплаты, иногда на основе системы NFC. Ожидается, что срок службы аккумуляторов составляет от 10 до 15+ лет, что создаёт трудности для изготовителей счётчиков расхода. Задачу обеспечения питания требуется решать на уровне системы, сочетая правильное проектирование системы питания для устойчивого обеспечения необходимого уровня питания и работу радиосвязи без чрезмерной разрядки аккумулятора. Например, сочетание понижающего преобразователя TPS62730 и микроконтроллера MSP430™ с постоянно расширяющимися предложениями решений от TI для связи в диапазоне ниже 1 ГГц и связи по шине M-Bus, таких как РЧ-трансивер SimpleLink™ CC1120, который идеально подходит для того, чтобы обеспечить лучшие в отрасли характеристики избирательности и взаимодействия. Решение на уровне системы также обеспечивает самое низкое энергопотребление, чтобы гарантировать работу счётчика в течение многих лет без замены аккумулятора.

Возможность установления связи между счётчиками расхода или, шире, с любыми конечными узлами, работающими от аккумуляторов, такими как беспроводные датчики, требует подхода на уровне системы, сочетающего знания в области аналогового и цифрового аппаратного обеспечения со знаниями в об-

ласти программного обеспечения. Например, Texas Instruments продемонстрировала, что использование MAC-уровня протокола 802.15.4e в сочетании с TSCH (синхронизированное по времени переключение каналов) и IPv6 с протоколом маршрутизации RPL значительно увеличивает срок службы, надёжность, зону охвата и возможность наращивания прикладных систем на основе сетей датчиков. Потребность в IoT влияет на будущее устройство учёта, способное поддерживать связь, но и само устройство, и его применение также диктуют реализуемость IoT.

Модульный подход, менее рискованный, ведёт к увеличению общей стоимости по ведомости материалов и комплектующих (BOM), использование унифицированных элементов конструкции создаёт возможность сэкономить, в случае сложных решений интеллектуальных приборов учёта, рассчитанных на несколько рынков одновременно. Одним из примеров этого может служить использование одного и того же типа микроконтроллера MSP430F5435A со сверхмалым энергопотреблением как для связи в диапазоне ниже 1 ГГц, так и для связи на частоте 2,4 ГГц. Или использование одного и того же РЧ-модуля на основе трансивера SimpleLink CC1200 от TI для диапазона ниже 1 ГГц, как в решениях газовых счётчиков, так и в решениях счётчиков воды. Поставщики микросхем обычно также предлагают со-

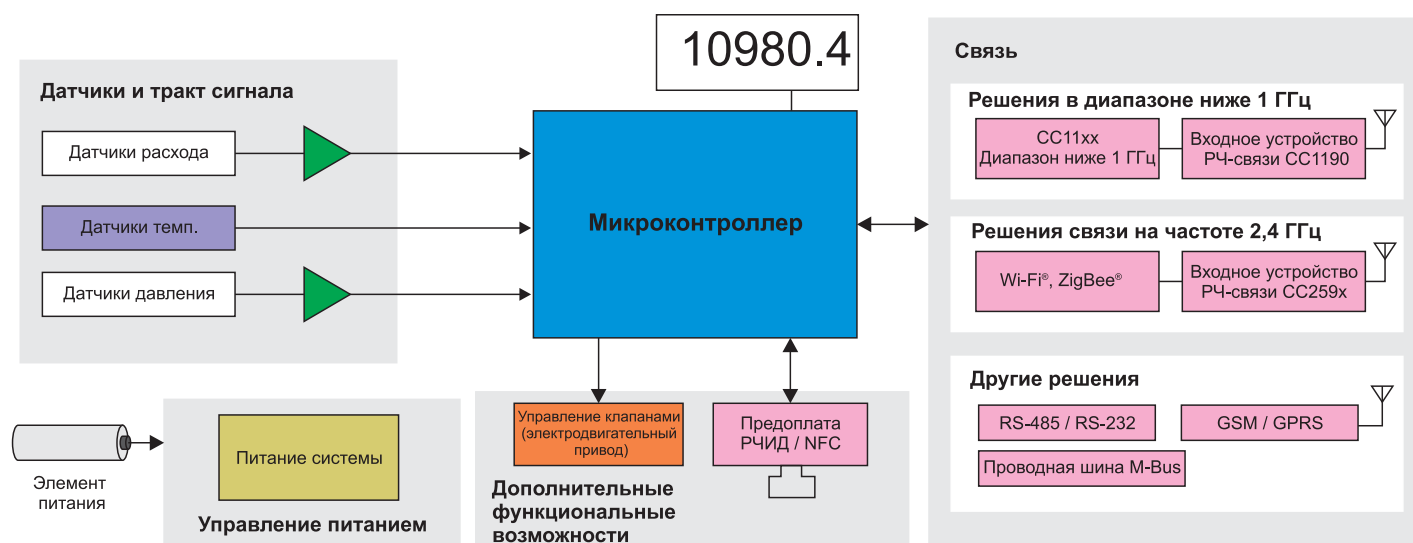


Рисунок 2. Созданное на элементной базе TI решение интеллектуального счётчика расхода, поддерживающее различные возможности установления связи

вместимые по выводам семейства устройств на основе микроконтроллеров или РЧ-модулей с дополнительной памятью и/или лучшими характеристиками системы. Такая гибкость существенно сокращает ресурсы, необходимые для последующего изменения решений. Для изготовителей счётчиков это выливается в сокращение стоимости изготовления и, при прочих равных условиях, в лучшую окупаемость вложенных средств. С точки зрения интеллектуальной сети электропередачи это также означает ускорение внедрения устройств, способных поддерживать связь, при условии, что нормативные требования установлены и стандарты определены.

Нормативные требования и стандарты — ключевой фактор массового внедрения устройств, способных поддерживать связь

Нормативные требования влияют на скорость внедрения интеллектуальных приборов учёта, а также на технические характеристики, определяющие функциональные возможности таких приборов. Так, например, Министерство обороны США, по-видимому, взяло на себя инициативу сделать правительственную инфраструктуру, управляемую GSA (Управление общих служб), средством, исключаящим расходы из федерального бюджета. Подобно США, Китайское правительство играет центральную роль во внедрении энергосбережения через программы Smart City, запущенные в континентальном Китае. Особого упоминания заслуживает использование частотных диапазонов ниже 1 ГГц для достижения большего радиуса действия и охвата в больших многоквартирных домах.

Стандарты регламентируют оперативную совместимость устройств от различных поставщиков, позволяют массово внедрять приборы учёта и сделать интеллектуальную сеть реальностью уже сегодня. Например, современные стандарты узкополосной связи по линиям электропередачи с OFDM позволя-

ют реализовать программы полного перехода на интеллектуальные счётчики электроэнергии или крупные пилотные программы с объединением PRIME в Испании, Польше или с объединением G3-PLC во Франции, Нидерландах, Японии и других странах. Для счётчиков расхода в настоящее время в Европе действует стандарт беспроводной связи на частоте 169 МГц по протоколу MBus, что позволяет строить планы массового внедрения счётчиков газа во Франции и Италии.

В то же время стандарты постоянно меняются, и очень важно правильно выбрать реализацию системы (аппаратное и программное обеспечение) и успевать за переменами. Например, чтобы ускорить связь по линиям электропередачи в мировом масштабе и предложить разработчикам интеллектуальных сетей энергоснабжения решения, отвечающие требованиям будущего, TI использовала весь свой богатый опыт и возможности проведения натурных испытаний для создания первого в отрасли PLC-устройства, поддерживающего технологии PRIME, G3 и планируемый стандарт IEEE P1901.2 узкополосной связи PLC с OFDM на одном кристалле.

В области РЧ-связи Министерство энергетики и изменения климата (DECC) Великобритании в настоящее время разработало второй вариант Технических условий на оборудование интеллектуальных приборов учёта (SMETS). Согласно 2-ому варианту SMETS v2, обе частоты, 2,4 ГГц и 868 МГц, при ZigBee SEP v1.x в качестве предлагаемого уровня приложений для счётчиков газа, рекомендованы в качестве целесообразных вариантов РЧ-связи для Великобритании. В то время, как разработка и внедрение счётчиков на основе связи на частоте 2,4 ГГц будет продолжаться, возможность поддержки в будущем также и счётчиков со связью на частоте 868 МГц увеличивает сложность разработки интеллектуальных приборов учёта, отвечающих требованиям будущего.

Для успеха сетей интеллектуальных приборов, способных поддерживать связь, сегодня обязательным является соответствие нормативным стандартам, и TI, будучи активным

учредителем основных объединений в области PLC-связи, принимает активное участие в разработке различных стандартов, включая ZigBee, WISUN, IEEE 802.15.4g и другие, чтобы предлагать передовые решения в области аппаратного и программного обеспечения. Различные стандарты и нормативные требования делают наличие пакета программного обеспечения и связи решающим фактором для существования интеллектуальных сетей энергоснабжения и IoT.

Миллионы счётчиков уже подключены сегодня, и развитие интеллектуальных сетей набирает обороты. Однако для того, чтобы получить максимальный потенциал, первым шагом для интеллектуальной сети энергоснабжения является переход от механических счётчиков к интеллектуальным электронным счётчикам, позволяющим установить связь в двух направлениях между счётчиком и коммунальными службами. Развитие в этом направлении стимулируют эволюционирующие нормативные требования и стандарты, но они же подчёркивают важность гибкости аппаратного и программного обеспечения. Вторым шагом является автоматизация инфраструктуры сети энергоснабжения, чтобы соединить передачу и распределение энергии путём построения сети связи между подстанциями энергоснабжения.

Переход к интеллектуальным подстанциям: возможность установления связи — ключ к автоматизации

Топология сетей меняется, двигаясь в сторону от радиально-централизованной топологии, к многосвязной сети с различными распределёнными источниками энергии.

На всём пути, от выработки энергии до её потребления, подстанция является ключевым элементом оборудования сети, который устанавливает связь между коммунальными службами и домохозяйствами и зданиями.

Подстанция преобразует напряжение, направляет поток энергии, изо-

лирует и перенаправляет энергию в соответствии с потребностями, управляет и координирует работу распределённых источников энергии, от солнечных батарей до ветряных генераторов, и решает проблемы при отключениях энергии и восстановлении энергоснабжения (рисунок 3).

Возможность динамически находить положение, наносить на карту, контролировать и управлять подстанциями на уровне города, штата или страны – одна из ключевых целей автоматизированного распределения, призванного улучшить работу сети энергоснабжения. И в этом случае ответом также является использование соединённых подстанций для построения сети передачи информации, связанной с энергоснабжением. Во-первых, системы подстанций эволюционируют, двигаясь от многожильных медных кабелей и проводных шин со специализированными протоколами в сторону связи на основе Ethernet. Эту функцию связи реализуют интеллектуальные устройства оборудования (IED), устанавливаемые в подстанциях, либо в новых установках, либо в рамках модернизации существующего оборудования. Во-вторых, как и в случае со счётчиками, здесь также имеется потребность операционной совместимости

собранных данных из оборудования разных поставщиков в подстанциях, чтобы стало возможным массовое внедрение. Эту задачу решает промышленный стандарт IEC 61850, воплощённый в устройствах IED. При выполнении требований IEC 61850 оборудование в подстанциях, такое как автоматические выключатели, трансформаторы и генераторы, создаёт временно-зависимую сеть, собирающую всю информацию о подстанциях в централизованный центр управления, который также устанавливает связь в обоих направлениях. Внедряя интеллектуальные счётчики и подстанции, связанные между собой, мы движемся к полностью охваченной связью сети энергоснабжения (рисунок 3).

В настоящее время концентраторы данных для передачи по каналам связи устанавливаются как часть оборудования подстанции на уровне подстанций и на уровне трансформаторов, при этом темпы их внедрения такие же, как у интеллектуальных счётчиков. На рисунке 4 показана блок-схема недавно представленного компанией Texas Instruments интеллектуального концентратора данных.

Он обеспечивает максимальную степень гибкости и возможности

наращивания при многочисленных вариантах эксплуатационных характеристик, стоимости и возможностей соединения, что позволяет разработчикам создавать решения концентраторов данных, которые отвечают различным мировым стандартам интеллектуальных энергосистем. Интеллектуальный концентратор данных позволяет создать передовую инфраструктуру учёта (AMI) и приложения автоматизации сети датчиков и даёт коммунальным службам возможность подключать и управлять более, чем 2 тысячами счётчиков. Интеллектуальный концентратор данных имеет в своём составе процессор Sitara™ AM3359, обладающий большими возможностями наращивания, с гибкими периферийными устройствами, что позволяет реализовать различные варианты беспроводной и проводной связи, включая связь в диапазоне ниже 1 ГГц, связь на частоте 2,4 ГГц ZigBee, Wi-Fi, NFC и несколько стандартов PLC-связи (G3, PRIME, IEEE P1901.2, PLC-Lite™). Сопутствующая система в модуле для PLC-связи в сочетании со стеками программного обеспечения TI для поддержки PLC-связи позволяет разработчикам интеллектуальных сетей энергоснабжения легко отладить демонстра-

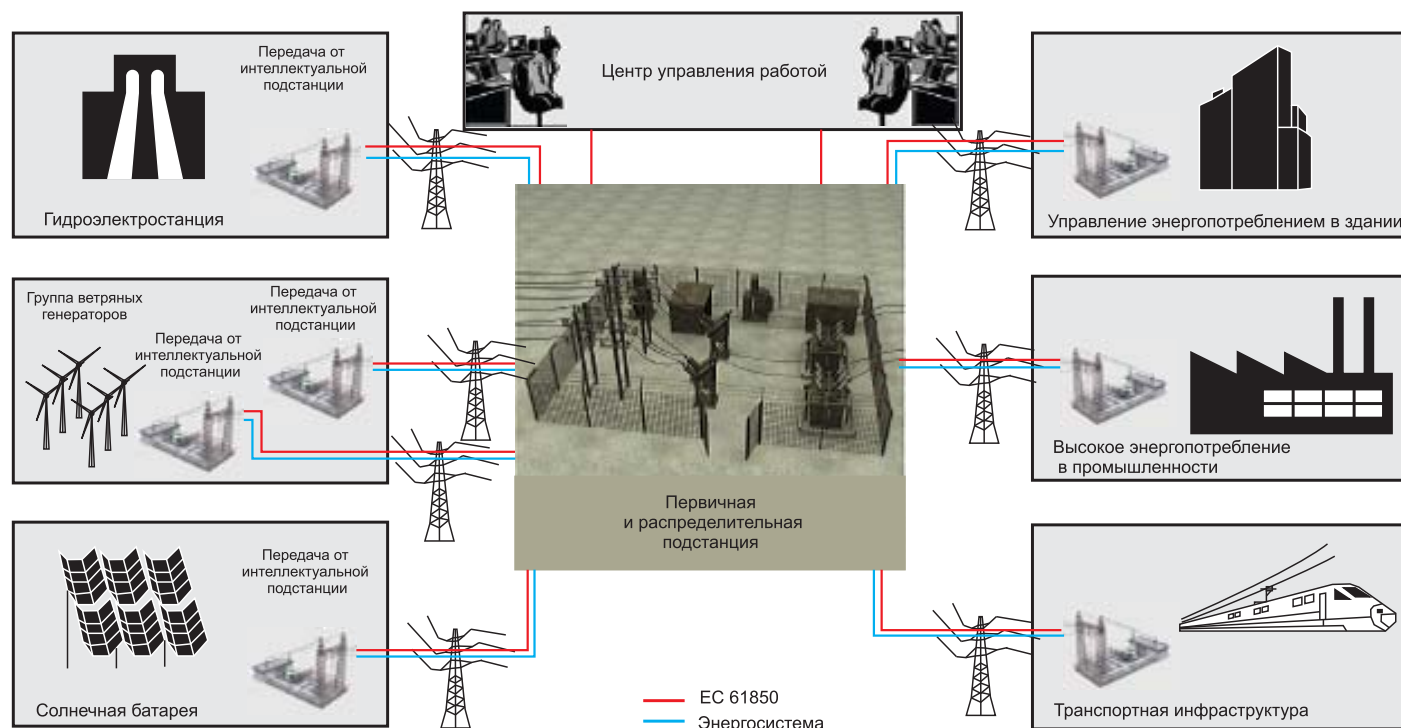


Рисунок 3. Сеть энергоснабжения и сеть связи для автоматизации подстанций

ционный вариант концентратора данных с возможностями PLC-связи примерно за 10 минут.

И в этом случае, при использовании полных решений на уровне системы, которые включают в себя аппаратное и программное обеспечение, решения для интеллектуальной сети энергоснабжения от TI снижают сложность, сокращают время вывода на рынок и создают возможность внедрения IoT. От измерения до передачи информации об энергопотреблении – Texas Instruments предлагает соответствующее программное обеспечение, чтобы разработчики интеллектуальных сетей энергоснабжения и IoT могли получить законченное и полное решение.

Энергосбережение, комфорт и безопасность: интеллектуальная сеть энергоснабжения и Интернет вещей для потребителей

Программы внедрения счётчиков электроэнергии в США получили стимулирующее финансирование для начального этапа, позволяющее региональным коммунальным компаниям в 10 штатах начать пилотные проекты по внедрению, в которых разъяснение потребителям новых возможностей рассматривалось в качестве средства, способствующего переходу на новые счётчики и, что более важно, реальному энергосбе-

режению. Одна из побочных выгод от внедрения интеллектуальной сети энергоснабжения заключалась в том, что она позволяла ремонтным бригадам точно определять места аварий, используя систему связи соседних объектов. Направляя запросы в домохозяйство и в офис, можно восстановить важную инфраструктуру быстрее, чем с помощью традиционного метода, когда о неисправности сообщали с самого неисправного объекта. Очень важной частью системы регулирования спроса было подключение интеллектуальных бытовых приборов к portalу контроля энергопотребления, чтобы потребители могли гибко перераспределять потребление энергии на время непиковых нагрузок.

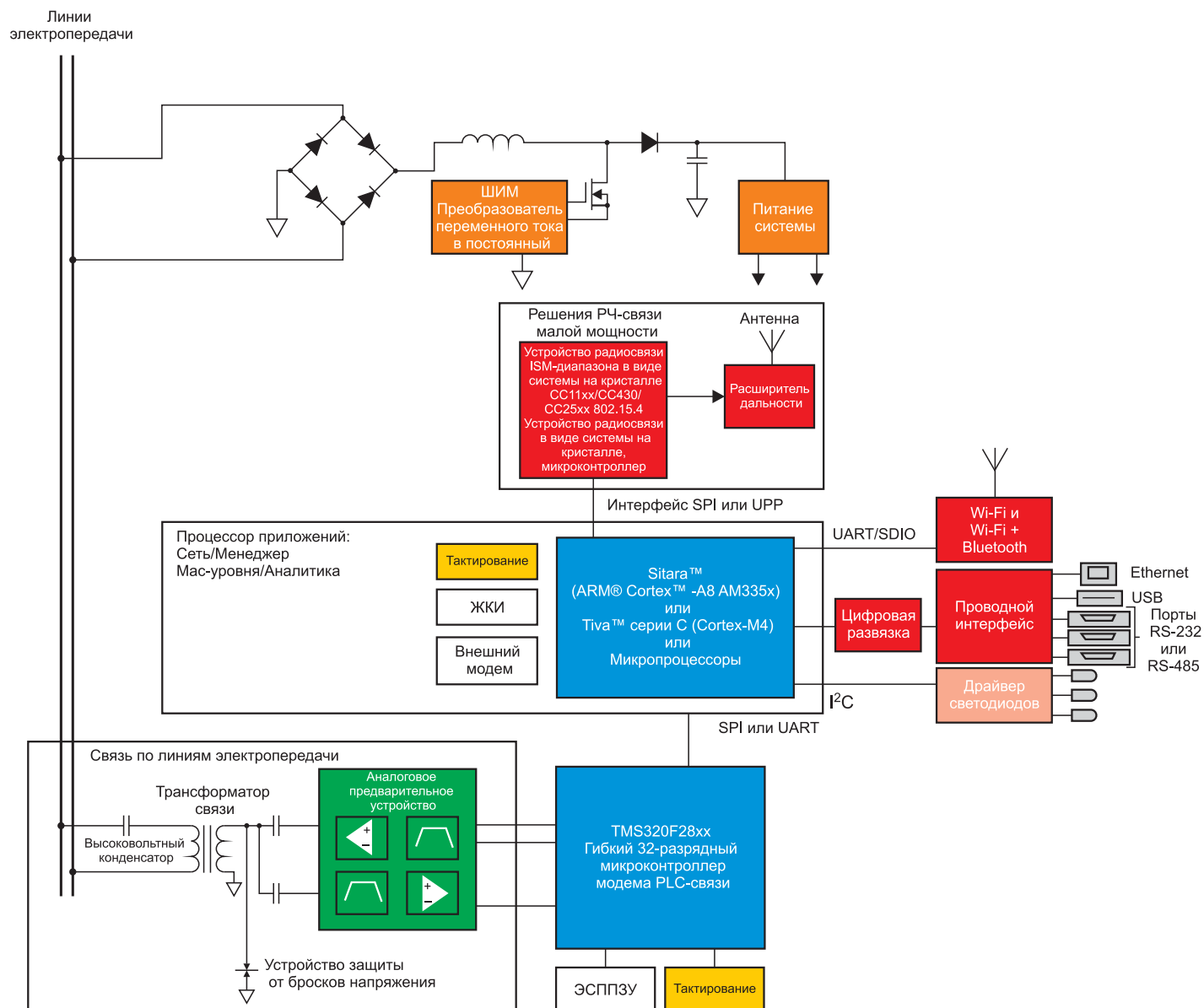


Рисунок 4. Блок-схема концентратора данных TI для интеллектуальных устройств, соединённых в сеть

Появление интеллектуальных электрических розеток, внутридомовых индикаторов, интеллектуальных термостатов (рисунок 5) дало потребителям возможность выбора, какие бытовые приборы они хотят контролировать. Нужно просто включить прибор в интеллектуальную розетку и добавить его в домашнюю сеть. Затем пользователь с помощью ZigBee или Wi-Fi может подключиться к сети интернет, чтобы получить информацию через домашний шлюз или разрешить прямое соединение с помощью облачных технологий со смартфоном или планшетом.

Потребители быстрее переходят на интеллектуальные розетки, чем на высокотехнологичные бытовые приборы с интеллектуальными технологиями, так как они дешевле и позволяют модернизировать имеющиеся бытовые приборы. Корпорация TI делает счётчики индивидуального энергопотребления проще, объединяя их дополняющие друг друга метрологические функции, возможности установления связи и процессоры в едином решении малой мощности, пользоваться которым очень легко. В качестве примера можно привести Wi-Fi-модуль SimpleLink CC3000 и микроконтроллер MSP430, которые позволяют реализовать простую систему учёта индивидуального энергопотребления, делая внедрение Wi-Fi

даже проще, чем в случае встроенных приложений, и стимулируют появление многих новшеств в отрасли.

Соединение устройств друг с другом в зданиях и домохозяйствах – один из следующих шагов к получению всей полноты выгод от интеллектуальной сети энергоснабжения и многих передовых решений и удобных приложений, которые уже сейчас предлагаются потребителям. Введение выделенного шлюза для контроля энергопотребления в доме, интеллектуального концентратора или системы управления энергопотреблением как обязательного требования к внедряемым системам, как это происходит в Великобритании или Японии, существенно ускорит работу интеллектуальной сети и увеличит выгоды от Интернета вещей для потребителей.

Заключение

Нормативные документы и стандарты продолжают стимулировать внедрение устройств с возможностью связи во всём секторе интеллектуальных сетей энергоснабжения – от инфраструктуры до интеллектуальных счётчиков в зданиях и домохозяйствах. Хотя переход на интеллектуальные счётчики добавляет новый уровень сложности, окупаемость вложений, благодаря приобретаемо-

му потребителями опыту, и энергосбережение, становится очевиднее. Сама сеть энергоснабжения тоже меняется и эволюционирует в сторону сети полностью автоматизированных подстанций с соединёнными друг с другом концентраторами данных, которые уже внедрены.

Возможности связи и доступность, которые приносит Интернет вещей, ещё больше расширяют опыт потребителей и повышают эффективность, позволяя потребителям лучше взаимодействовать с устройствами и управлять ими. Кроме того, Интернет вещей даёт больше информации изготовителям и коммунальным службам, позволяя им уменьшать затраты за счёт диагностики и возможностей считывания показаний счётчиков со всех соседних устройств. И наконец, IoT сыграет важную роль в построении более связанной, экономичной и интеллектуальной сети энергоснабжения.

TI и IoT

Имея самую широкую в отрасли линейку проводных и беспроводных технологий связи, микроконтроллеров, процессоров, датчиков и решений аналоговых трактов сигналов и питания, поддерживающих Интернет вещей, компания Texas Instruments предлагает решения для

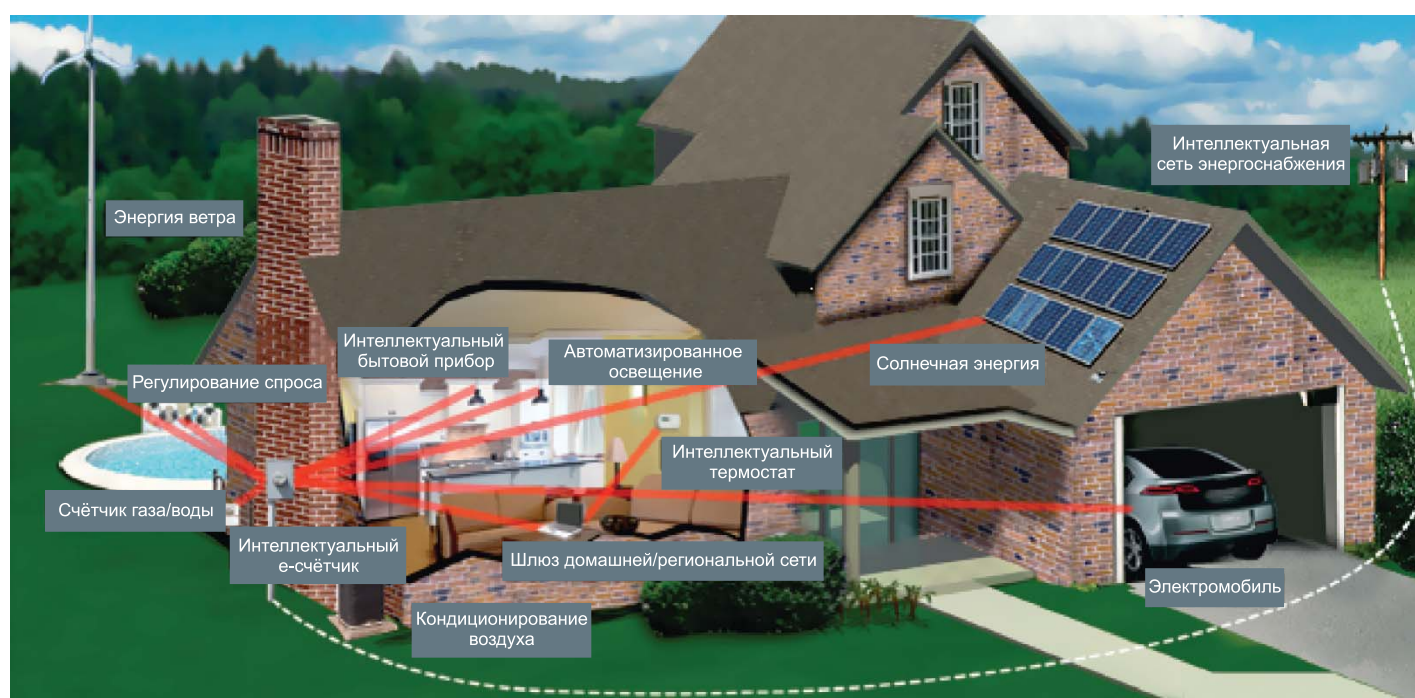


Рисунок 5. Возможности связи интеллектуальной сети энергоснабжения, позволяющие реализовать интеллектуальное управление работами по дому

систем, поддерживающих облачные технологии, рассчитанные на доступность Интернета вещей. От высокопроизводительных домашних, промышленных и автомобильных приложений до носимых и портативных электронных устройств, питающихся от аккумуляторов или наборов беспроводных датчиков, получающих энергию из окружающего пространства – компания Texas Instruments делает разработку приложений легче с помощью аппаратного и программного обеспечения, инструментов и техподдержки, позволяющих соединить всё, что угодно, с помощью Интернета вещей. Узнайте больше на сайте www.ti.com/iot.

Решения интеллектуальных сетей энергоснабжения от TI

Поставив за последнее десятилетие миллионы микросхем для счётчиков энергии, корпорация Texas Instruments является мировым поставщиком систем для инновационных, надёжных, экономичных и отвечаю-

щих требованиям будущего решений для мировой интеллектуальной сети энергоснабжения. TI предлагает самую широкую в отрасли линейку решений, связанных с интеллектуальными сетями энергоснабжения, которая включает в себя опыт и знания в области метрологии, процессоры приложений, системы связи, устройства беспроводной связи и аналоговые компоненты, реализованные в готовых микросхемах, с передовым программным обеспечением, инструментами и поддержкой для разработки совместимых решений в инфраструктуре сети энергоснабжения, для учёта потребления и автоматизации зданий и жилищ. Узнайте больше на сайте www.ti.com/smartgrid.

Литература

1. Cisco IBSG. (Апрель 2011 г.). Интернет вещей. www.cisco.com/web/about/ac79/docs/innov/IoT_IBSG_0411FINALpdf
2. Itron, Inc. (29 июля 2010 г.). GrDF выбирает компанию Itron для внедрения системы интеллектуального учёта потребле-

ния газа во Франции. www.investors.itron.com/releasedetail.cfm?ReleaseID=493973

3. Pike Research. (24 марта 2011 г.). Внедрение интеллектуальных счётчиков газа достигнет 11% к 2016 г. www.pikeresearch.com/newsroom/smart-gas-meter-penetration-to-reach-11-by-2016
4. Pike Research. (23 мая 2012 г.). Растущий спрос на воду будет главным стимулом перехода на интеллектуальные счётчики воды. С сайта www.pikeresearch.com/newsroom/rising-demand-for-water-to-be-a-key-driver-for-smart-water-meter-adoption
5. Стефанов М. (Stefanov, M.) (2012 г.). Интеллектуальные приборы учёта следующего поколения становятся реальностью. www.eetimes.com/document.asp?doc_id=1279963
6. ван Дейк К. (van Dyck, C.) (2011 г.). Интеллектуальный учёт газа прокладывает путь в Европу. Журнал Metering International, (4), с. 44-46. www.flonidan.dk/media/metering-4-2011_Article_Smart_Gasmetering_CVD.pdf

Интерфейс начального загрузчика для MSP430 на основе LaunchPad, использующего протокол UART

В статье описывается реализация недорогого интерфейса начального загрузчика (BSL) для микроконтроллера MSP430 на основе LaunchPad™, использующего протокол UART. Целью этой разработки является внедрение устройств MSP430 Value Line, имеющих менее двух модулей последовательного интерфейса, в качестве моста между программным инструментом начальной загрузки BSL Scripter и устройством MSP430, куда осуществляется загрузка. Дополнительные материалы по проекту и исходный код программы, относящиеся к данной статье, можно загрузить с сайта: www.ti.com/lit/zip/slaa535.

Введение

Начальный загрузчик MSP430

Начальный загрузчик (BSL) микроконтроллера MSP430 — это программа, которая встроена в устройства MSP430 для считывания и изменения содержимого памяти MSP430, и которую можно использовать для изменения встроенного программного обеспечения. Большинство устройств MSP430 имеют возможность досту-

па к UART BSL через интерфейс UART. Исключение составляют устройства MSP430 с интерфейсом USB, которые имеют встроенную программу USB BSL [1].

UART BSL

Программу UART BSL можно вызвать, подав специальную входную последовательность сигналов BSL на контакты RST и TEST (в случае устройств, в которых контакты ин-

терфейса JTAG объединены с другими контактами) или на контакт TCK (в случае устройств, имеющих отдельные контакты JTAG). Входная последовательность сигналов BSL будет разной для устройств MSP430, в которых контакты JTAG объединены с контактами другого назначения, и устройств, имеющих специально выделенные контакты JTAG. Отличие входных последовательностей сигналов BSL для этих двух типов устройств отражены на рисунках 1 и 2.

Кадры данных протокола UART BSL принципиально различны в случае BSL на основе ПЗУ и BSL на основе flash-памяти. Программа BSL на основе ПЗУ доступна в устройствах 1xx, 2xx, и 4xx, а BSL на основе flash-памяти имеется в устройствах 5xx и 6xx. Подробнее о протоколе BSL обоих типов программного обеспечения BSL в [2].

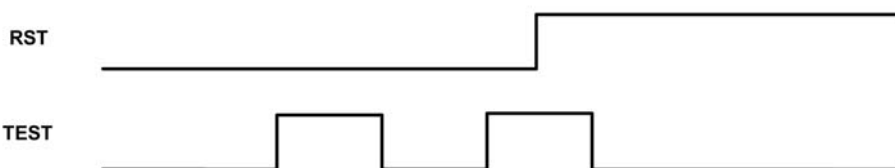


Рисунок 1. Входная последовательность сигналов BSL для устройств с контактами JTAG, объединёнными с другими контактами

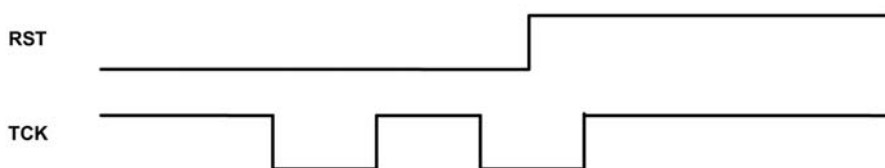


Рисунок 2. Входная последовательность сигналов BSL для устройств со специально выделенными контактами JTAG

Универсальный асинхронный приёмопередатчик (UART)

Универсальный асинхронный приёмопередатчик (UART) — это стандарт последовательной связи, который широко используется во встроенных системах. Поскольку данные передаются последовательно и асинхронно (без всякого тактового сигнала), и приёмная, и передающая стороны вынуждены использовать одинаковые настройки скорости передачи данных (обычно она определяется как скорость передачи в бодах), количества битов данных и использования бита чётности. Стандартный кадр UART показан на рисунке 3.

По умолчанию линия связи UART находится в состоянии отсутствия передачи, имея логический уровень

«ВЫСОКИЙ». Обычно сигналом СТАРТОВОГО бита является первый переход из состояния «ВЫСОКОГО» логического уровня в состояние «НИЗКОГО» логического уровня. После передачи СТАРТОВОГО бита передаются биты данных. В большинстве систем данные отправляются в формате с прямым порядком байтов (первым следует младший байт), а битов данных может быть 7 или 8. Перед СТОПОВЫМ битом может, при необходимости, отправляться бит чётности для проверки кадра. Наконец, СТОПОВЫЙ бит обозначает конец кадра UART, представляя собой переход из состояния «НИЗКОГО» логического уровня в состояние «ВЫСОКОГО» логического уровня.

Комплект разработчика MSP-EXP430G2 Launchpad

Комплект разработчика MSP-EXP430G2, известный под названием «Launchpad» — это недорогой комплект разработчика устройств MSP430G2xxx Value Line. Комплект разработчика имеет встроенный эмулятор интерфейса USB, который также можно использовать в качестве интерфейса UART (COM-ПОРТА) со скоростью передачи данных 9600 бод.

Реализация

В статье рассматривается микроконтроллер MSP430G2231 на плате MSP-EXP430G2 Launchpad и микроконтроллер MSP430F5438A, версии E, имеющий ошибку SYS10 (время между импульсами на контактах TEST и TCK должно быть ме-

START	Data Bit 0	Data Bit 1	*****	Data Bit N	Parity bit (Optional)	STOP
-------	------------	------------	-------	------------	-----------------------	------

Рисунок 3. Кадр UART

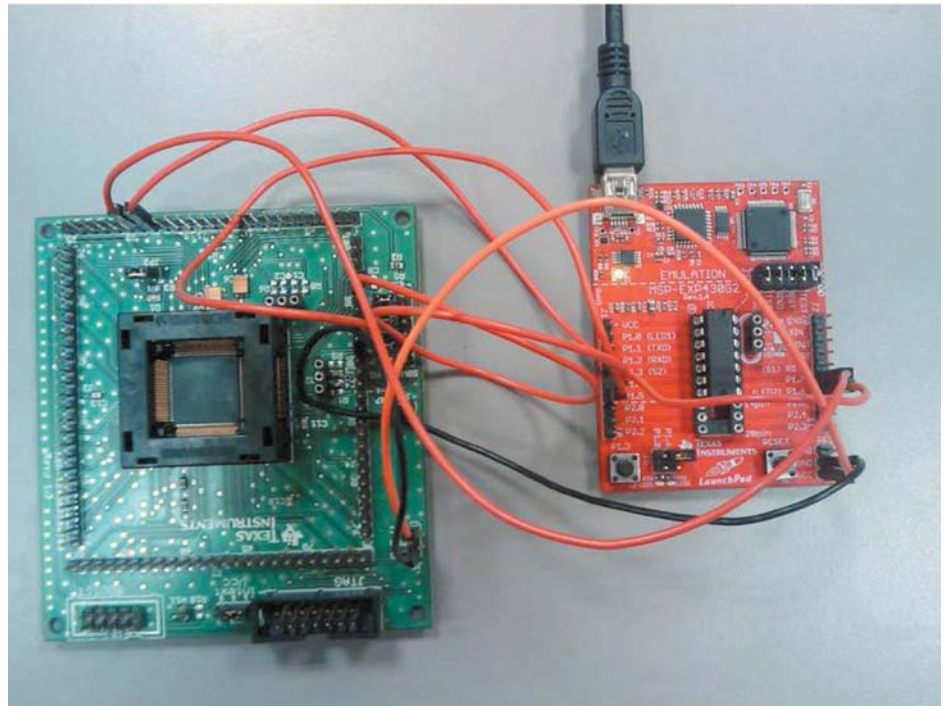


Рисунок 4. Испытательная установка для интерфейса UART BSL на основе Launchpad

нее 15 мкс), в качестве устройства MSP430 в комплекте разработчика MSP-TS430PZ5x100, куда осуществляется загрузка. На рисунке 4 показана испытательная установка, представляющая собой соединение плат Launchpad и MSP-TS430PZ5x100.

ром работает программа BSL Scriptor, платой MSP-EXP430G2 Launchpad и устройством MSP430, куда осуществляется начальная загрузка; в данном случае это MSP430F5438A на плате MSP-TS430PZ5x100.

Аппаратная реализация

Подключение аппаратного обеспечения

На рис. 5 показано типовое аппаратное соединение между ПК, на кото-

Назначение контактов

Эта реализация системы требует использования всех контактов порта 1 (P1) микроконтроллера MSP430G2231. Помимо шести контактов, показанных на рисунке 5, в Launchpad есть два других контак-

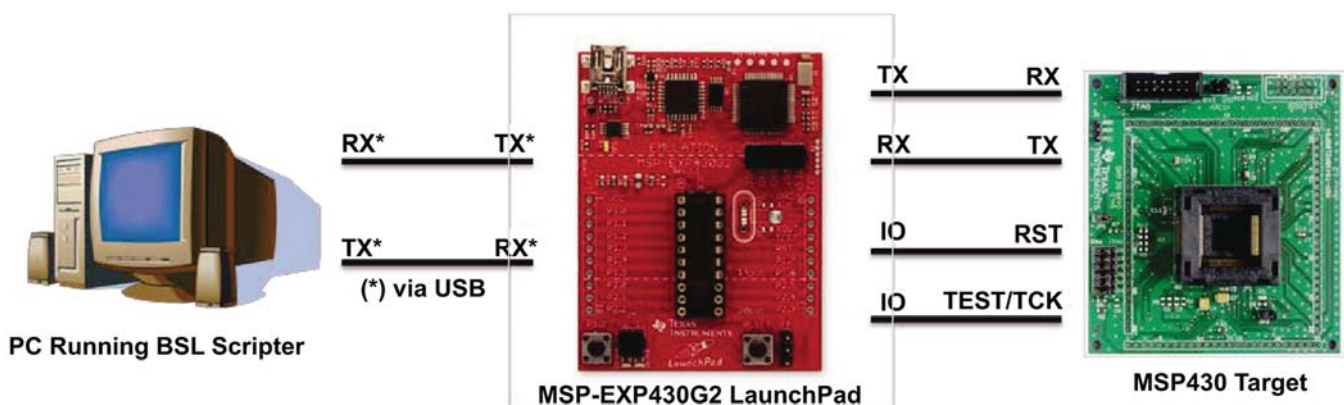


Рисунок 5. Типовое аппаратное подключение интерфейса BSL на основе Launchpad

Таблица 1. Назначение контактов MSP430G2231

Контакт GPIO	Назначение
P1.0	Входной контакт для типа входной последовательности BSL. Высокий логический уровень на входе означает, что устройство, куда осуществляется загрузка, имеет контакты JTAG, объединённые с другими контактами, низкий логический уровень означает устройство со специально выделенными контактами JTAG.
P1.1	Контакт передачи UART в ПК (подключается к контакту UART RX (приём) в ПК)
P1.2	Контакт приёма UART от ПК (подключается к контакту UART TX (передача) в ПК)
P1.3	Вход кнопки для формирования входной последовательности BSL.
P1.4	Подключение контакта RST к устройству MSP430, куда осуществляется загрузка, для формирования входной последовательности BSL
P1.5	Подключение контакта TEST и TCK к устройству MSP430, куда осуществляется загрузка, для формирования входной последовательности BSL
P1.6	Контакт приёма UART от устройства MSP430, куда осуществляется загрузка (подключается к контакту BSL TX (передача) в устройстве MSP430, куда осуществляется загрузка)
P1.7	Контакт передачи UART в устройство MSP430, куда осуществляется загрузка (подключается к контакту BSL RX (приём) в устройстве MSP430, куда осуществляется загрузка)

та, которые нужны для реализации интерфейса BSL. Один контакт используется для определения типа устройства MSP430, куда осуществляется загрузка, указывая, является ли оно устройством, в котором контакты JTAG объединены с другими контактами, или же устройством со специально выделенными контактами JTAG. Другой контакт, который подключается к кнопочному выключателю на плате, используется в качестве входа для формирования входной последовательности BSL. Изначально программа BSL Scriptor использовала контакты DTR и RTS для формирования входной последовательности BSL в устройстве MSP430, куда осуществляется загрузка.

Но эти контакты не доступны в UART-соединении комплекта разработчика MSP-EXP430G2 Launchpad, поэтому необходимо использовать другой вход, чтобы заставить MSP430G2231 на плате Launchpad формировать входную последовательность BSL для устройства MSP430, в которое осуществляется загрузка. В таблице 1 указано назначение контактов ввода/вывода общего назначения (GPIO) MSP430G2231:

Программное обеспечение

Технология мостового соединения

Как указано в аннотации, цель данной работы заключается в реализации интерфейса BSL, которые

служит мостом между интерфейсом UART ПК, на котором работает программный инструмент BSL Scriptor, и устройством MSP430, куда осуществляется загрузка, при этом устройство MSP430 имеет менее двух последовательных интерфейсов.

Поэтому в данном случае не используется механизм передачи с промежуточным накоплением, когда MSP430 на плате Launchpad принимает данные байт за байтом, а затем отправляет их на противоположную сторону. Вместо этого используется механизм прерываний GPIO, когда приёмные контакты настраиваются как входные с прерыванием для управления соответствующими контактами передачи, настроенными как

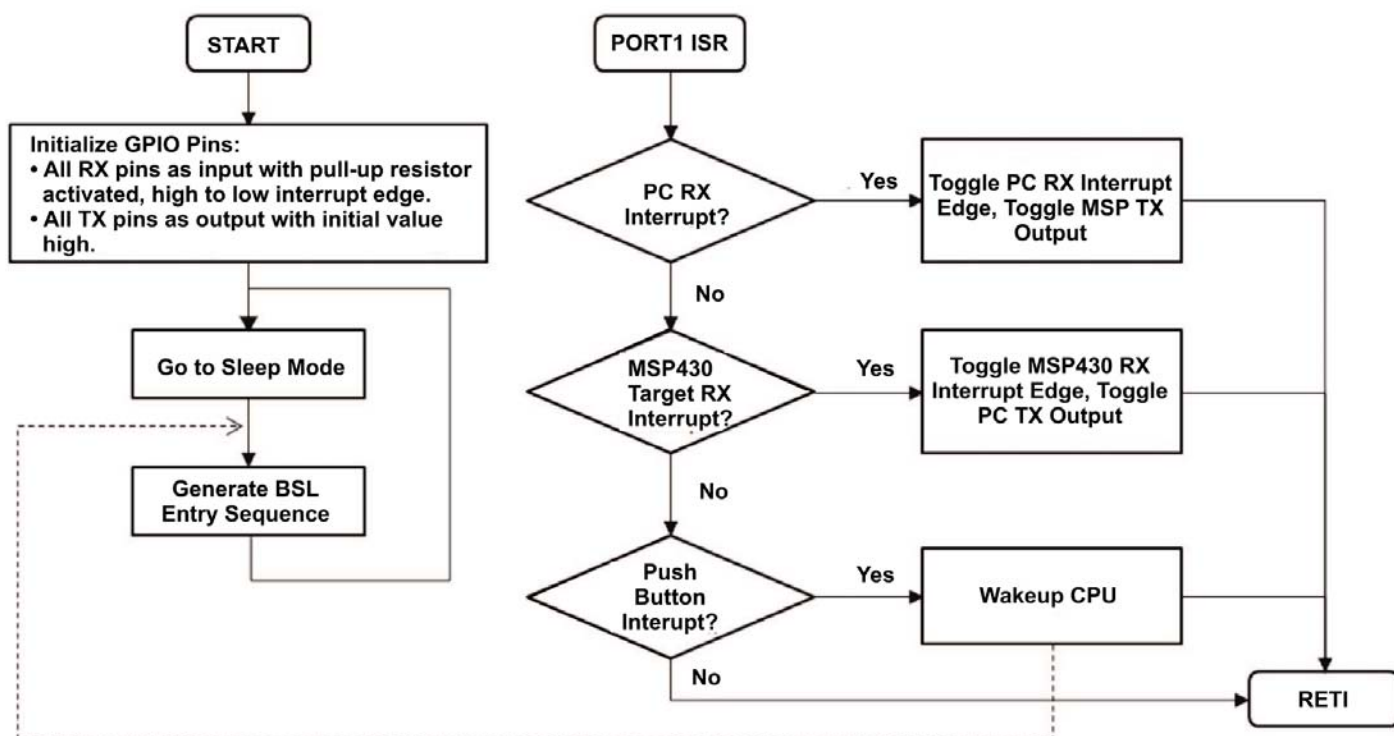


Рисунок 6. Блок-схема реализации программного обеспечения интерфейса BSL на основе Launchpad

выходные, в соответствии с логическим состоянием входного контакта.

Чтобы лучше понять этот механизм, смотрите следующий раздел, где показана блок-схема реализации программного обеспечения.

Блок-схема

Реализация программного обеспечения интерфейса BSL на основе Launchpad показана на рисунке 6.

Использование интерфейса BSL на основе Launchpad

При использовании интерфейса BSL на основе Launchpad необходимо учитывать несколько аспектов:

- Для правильной работы необходимо снять перемычки J5, соединяющие контакты P1.0 и P1.6 со встроенными светодиодами платы.
- По умолчанию программный инструмент BSL Scriptor использует линии DTR и RTS для формирования входной последовательности BSL. В UART-соединении MSP-EXP430G2 эти линии не предусмотрены, поэтому необходимо нажать переключатель S2 перед запуском программы BSL Scriptor, чтобы сформировать входную последовательность BSL.
- UART-соединение MSP-EXP430G2 работает только со скоростью

передачи данных 9600 бод.

Поэтому невозможно запустить BSL Scriptor со скоростями передачи данных, отличающимися от 9600 бод.

Литература

1. wiki-страница BSL (MSP430): BSL (MSP430) wiki.
2. Руководство пользователя по программированию MSP430 с помощью начального загрузчика (SLAU319).
3. Руководство пользователя по семейству MSP430x5xx/MSP430x6xx (SLAU208).

Практическая разработка конструкции антенны транспондера датчика RF430FRL15xH NFC и ISO/IEC 15693

Транспондер датчика TI RF430FRL15xH ISO/IEC 15693 представляет собой устройство NFC-меток 5 типа, работающее на частоте 13,56 МГц (диапазон ВЧ). Геометрию антенны можно изменять в зависимости от требований дальности связи. Устройство обеспечивает гибкость использования в сочетании с различными вариантами геометрии антенны. Данный документ представляет собой краткое практическое руководство по основам конструкции антенны.



Рисунок 1. RF430FRL152HEVM

Транспондер датчика RF430FRL15xH NFC и ISO/IEC 15693

Общие сведения о транспондере

Устройство RF430FRL15xH представляет собой чип транспондера с частотой 13,56 МГц и программируемым низковольтным 16-разрядным микроконтроллером MSP430™. Устройство оборудовано встроенной универсальной энергонезависимой памятью FRAM для хранения программного кода и пользовательских данных, таких как данные калибровки и измерений. RF430FRL15xH поддерживает установку связи, задание параметров и настройку через интерфейсы, совместимые с радиочастотами: ISO/IEC 15693, NFC-метки

5 типа (T5T) (проект) и ISO/IEC 18000-3, а также шины связи SPI или I2C. Измерения датчика могут поддерживаться внутренним датчиком температуры, а также 14-разрядным сигма-дельта аналогово-цифровым преобразователем (АЦП), внешний цифровой датчик можно подключить через шину SPI или I2C.

Устройства RF430FRL15xH оптимизированы для работы в полностью пассивном режиме (без батарей) или в режиме с одноэлементной батареей (полуактивном), что позволяет обеспечить максимальный срок работы батареи при портативных или беспроводных измерениях.

FRAM — это энергонезависимая память, совмещающая в себе скорость, гибкость и выносливость SRAM, а также стабильность и надёжность flash-памяти при более низком общем энергопотреблении.

На рисунке 2 изображена схема типового применения этих транспондеров.

На рисунке 3 показана функциональная блок-схема транспондера.

На рисунке 4 показаны типовые присоединения к транспондеру в качестве примера приложения.

Радиочастотный (РЧ) интерфейс

РЧ-интерфейс (рисунок 5) основан на стандарте ISO15693 и поддерживает спецификации NFC T5T (проект). Он поддерживает скорость передачи данных 26,48 и 1,65 кбит/с при передаче со считывателя на метку и 26 кбит/с при передаче с метки на считыватель.

Интерфейсом передачи данных с модуля РЧ во внешний мир является антенна. К внешней антенне можно подключить два контакта — ANT1 и ANT2. Размеры и параметры антенны зависят от основных требований применения, включая:

- дальность связи
- доступное пространство
- технология антенны

Резонансный конденсатор (CINT), встроенный в кристалл, имеет типовое значение в 35 пФ с погрешностью $\pm 10\%$.

Резонансный контур образуется с помощью внешней антенны

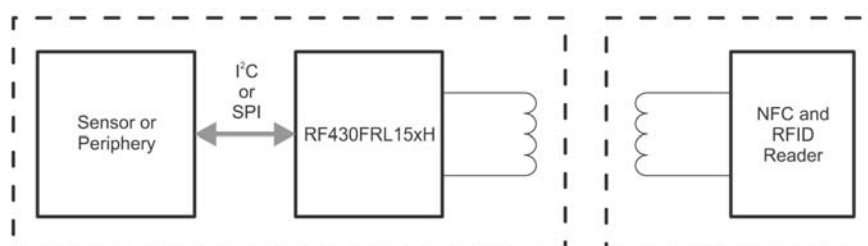


Рисунок 2. Типовое применение

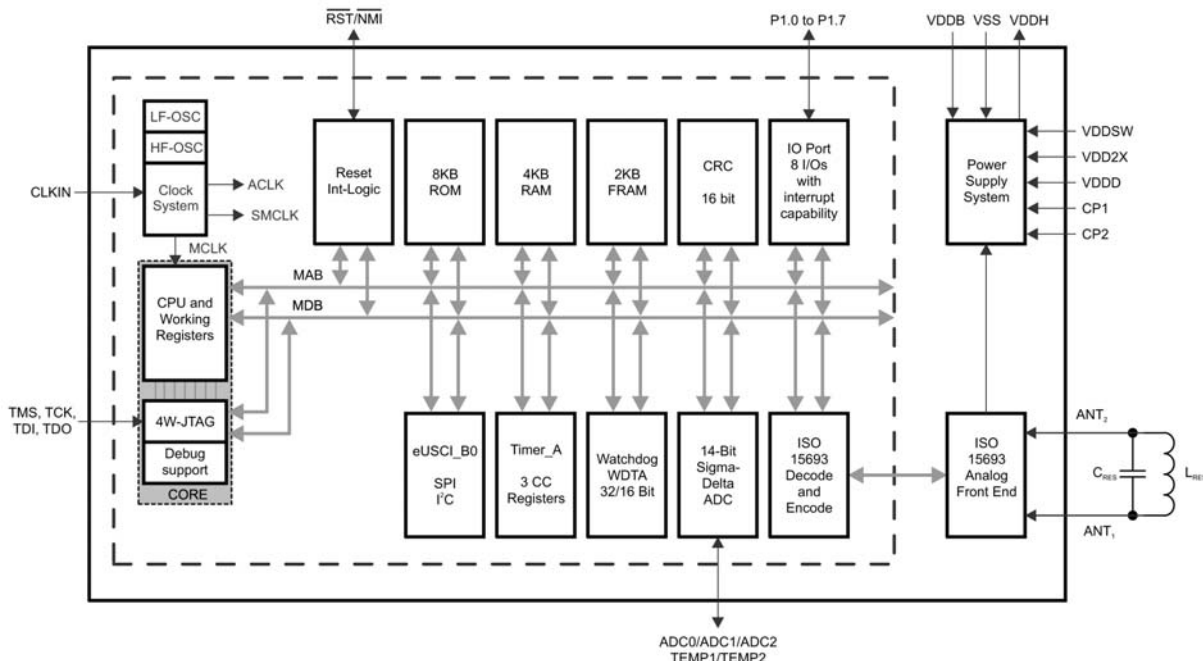


Рисунок 3. Функциональная блок-схема RF430FRL15xH

индуктивность L), резонансного конденсатора, встроенного в кристалл (C_{int}), и, при необходимости, внешнего конденсатора (C_{ext}). Можно подключить дополнительный внешний резонансный конденсатор (C_{ext}) чтобы учесть варианты антенн с более низкой индуктивностью ($L < 3,8$ мкГн) (рисунок 10). Резонансная частота

вычисляется по следующей формуле:

$$f_{res} = \frac{1}{2\pi\sqrt{L \times C}}, \quad (1)$$

где L – индуктивность антенны, C – общая резонансная ёмкость ($C = C_{int} + C_{ext}$), f_{res} – резонансная частота.

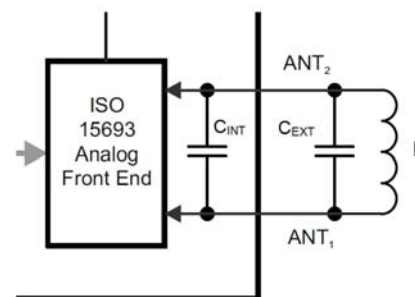


Рисунок 5. Модуль РЧ интерфейса с антенной

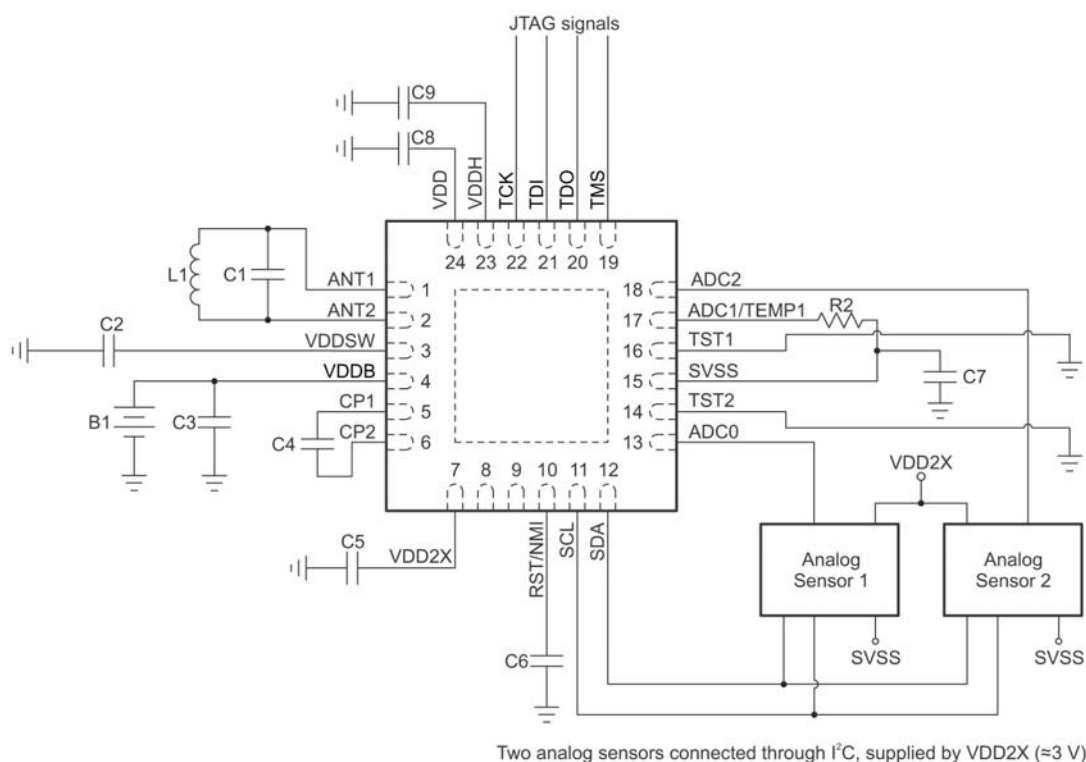


Рисунок 4. Схема примера приложения

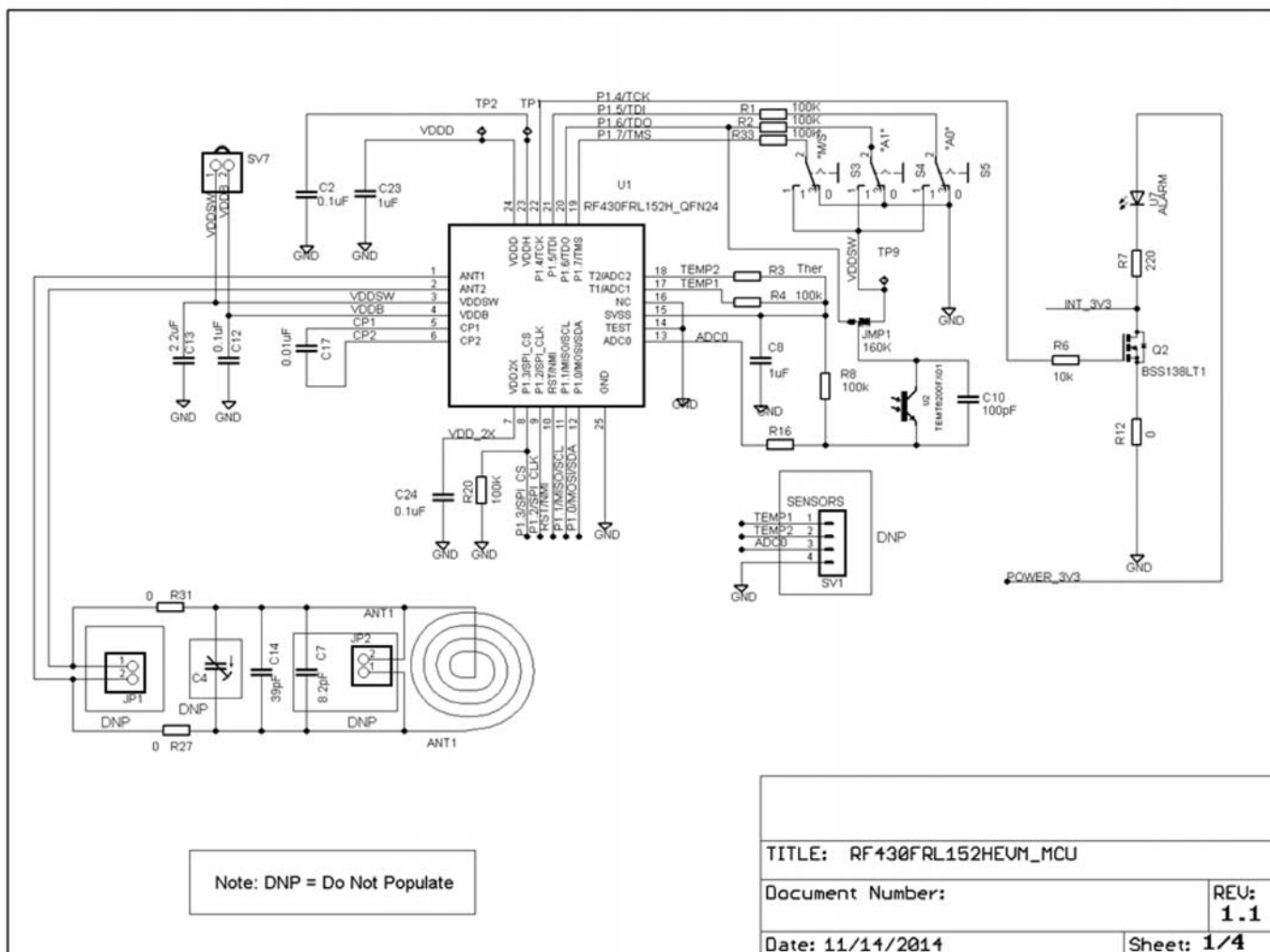


Рисунок 6. Схема RF430FRL152H EVM

RF430FRL152HEVM

Линейка продуктов устройств RF430RL15xH включает варианты RF430FRL152H, RF430FRL153H и RF430FRL154H. Данная платфор-

ма оценки и разработки использует устройство RF430FRL152H. RF430FRL152H EVM – это платформа оценки и разработки для устройства RF430FRL152H. Макетная плата позволяет разра-

ботчикам создавать и тестировать собственные системы, а также познакомиться с протоколом ISO/IEC 15693 и NFC T5T.

Для целей тестирования на платформе оценки и разработки доступна бортовая антенна. Данная антенна подключается к контактам ANT1 и ANT2 устройства RF430FRL154H. Два резистора с нулевым сопротивлением (R27 и R31) можно удалить, чтобы отключить бортовую антенну при использовании внешней антенны.

Дополнительную информацию об этой плате можно найти на сайте www.ti.com/tool/rf430frl152hevm.

Cxema RF430FRL152HEVM

На рисунке 6 показана схема EVM. Все файлы по разработке RF430FRL152HEVM можно посмотреть по адресу www.ti.com/tool/RF430FRL152HEVM.

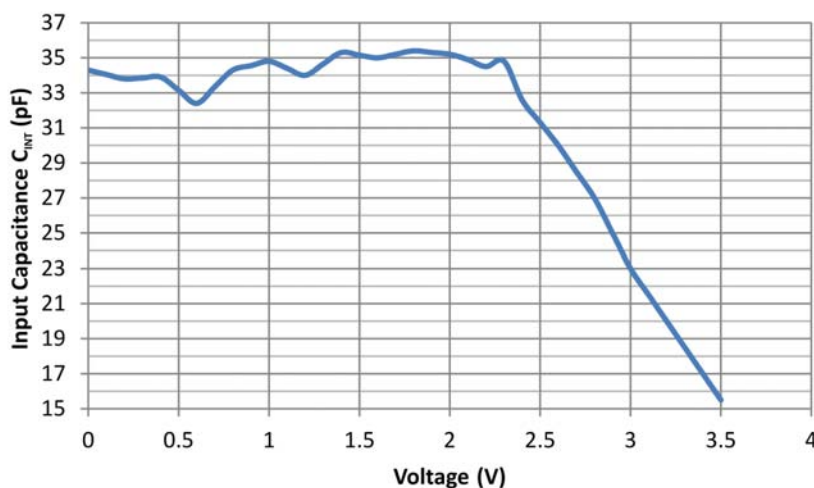


Рисунок 7. Значения внутреннего резонансного конденсатора RF430FRL152H EVM

Внутренний резонансный конденсатор

Был использован встроенный резонансный конденсатор (C_{int}). C_{int} параллельно соединён с контактами антенны ANT1 и ANT2, образуя резонансный контур с антенной (катушкой), подключённой к контактам ANT1 и ANT2 (таблица 1).

Входное сопротивление устройства непостоянно. Значение меняется по мере изменения входного напряжения, активации выпрямителя, а также ограничителя РЧ устройства (рисунок 7).

Антенна

Внешнюю антенну можно подключить к JP1 на устройстве RF430FRL152HEVM (контакты 1 и 2). Эти контакты параллельны с внутренним резонансным конденсатором C_{int} , благодаря чему образуется резонансный контур.

В зависимости от индуктивности антенны можно использовать дополнительный внешний резонансный конденсатор, параллельный C_{int} .

Индуктивность бортовой антенны

Индуктивность бортовой антенны имеет стандартное значение в 1,8 мкГн. Погрешности антенны, вытравленной на печатной плате обычно находятся в диапазоне $\pm 2\%$ (таблица 2).

Диапазон индуктивности внешней антенны без внешнего конденсатора

Теоретически, индуктивность антенны может иметь любое значение в логическом диапазоне отношения L к C .

Если внешний конденсатор не используется, предполагая, что $f_{res} \approx 13,7$ МГц, при вычислении ин-

Таблица 3. Индуктивность антенны ($f_{res} \approx 13,7$ МГц)

Мин	Станд.	Макс
3,57 мкГн (при $C_{int}=38,5$ пФ)	3,85 мкГн (при $C_{int}=35$ пФ)	4,28 мкГн (при $C_{int}=31,5$ пФ)

дуктивности антенны необходимо учитывать погрешность CINT (таблица 3).

Примечание: В данном расчёте погрешность антенны не учитывается. Обычно эти значения находятся в пределах $\pm 2\%$.

Подключение внешней антенны

В устройстве RF430FRL152HEVM можно отключить «бортовую» антенну и подключить внешнюю.

Необходимо внести следующие изменения в конструкцию платы (рисунок 8):

- Удалить R27 и R31 (помечены зелёным цветом).
- Подключить внешнюю антенну к двум контактам антенны на JP1 (помечены синим цветом).
- Используйте конденсаторы, параллельно соединённые с внешней катушкой или антенной, чтобы подстроить её под резонансную частоту.

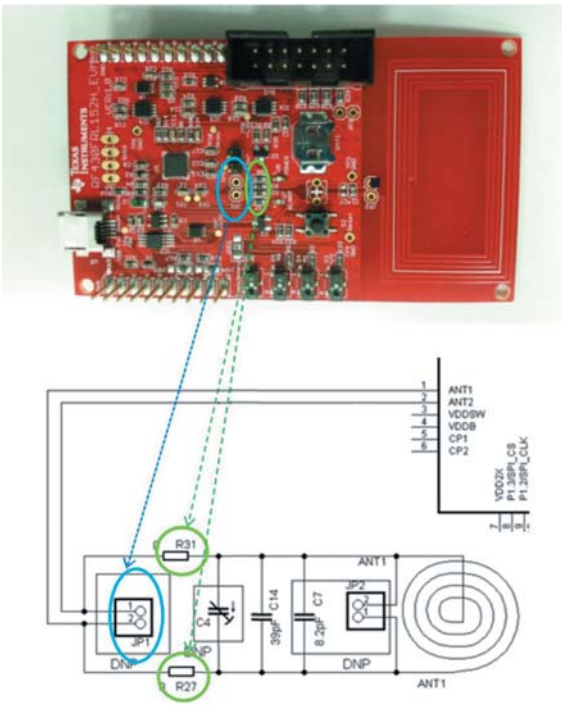


Рисунок 8. Подключение антенны к модулю оценки

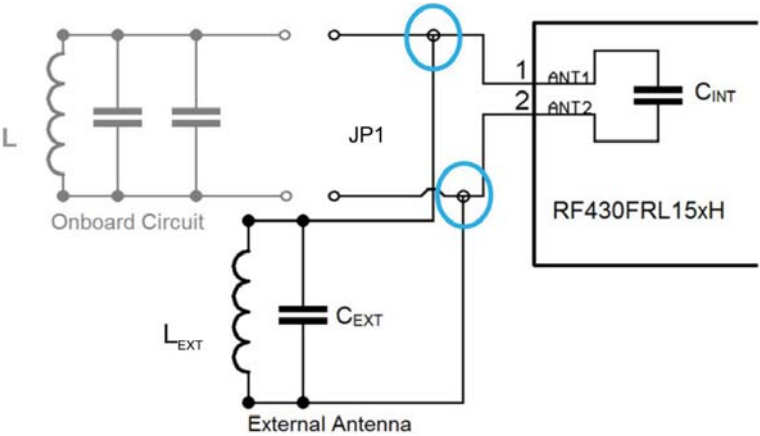


Рисунок 9. Подключение антенны EVM

Таблица 1. Внутренний резонансный конденсатор ⁽¹⁾

Мин	Станд.	Макс
31,5 пФ	35 пФ	38,5 пФ

⁽¹⁾ $C_{int} = 35$ пФ $\pm 10\%$ резонансный конденсатор, встроенный в кристалл (C_{int})

Таблица 2. Индуктивность бортовой антенны

Мин	Станд.	Макс
	1,8 мкГн	

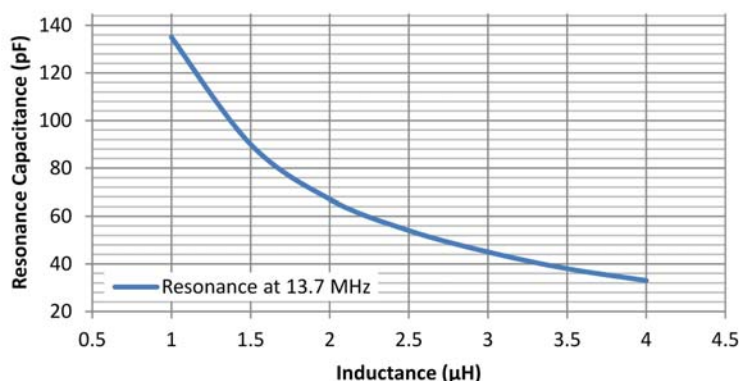


Рисунок 10. Значения индуктивности и резонансной ёмкости

Резонансный контур антенны

На рисунке 9 показана основная входная цепь RF430FRL15xH. Антенна (бортовая) (L) с внутренним параллельным конденсатором (CINT) создаёт резонансный контур желаемой частоты.

При использовании внешней антенны L_{ext} подключается к JP1 устройства RF430FRL152HEVM, как описывается в разделе «Подключение внешней антенны». Если вы не собираетесь использовать внешнее ёмкостное сопротивление C_{ext} , выбирается, как описано в разделе «Диапазон индуктивности внешней антенны без внешнего конденсатора».

В зависимости от индуктивности антенны, можно использовать дополнительный внешний резонансный конденсатор C_{ext} , подключённый параллельно к L_{ext} . При расчёте соответствующего значения C_{ext} необходимо учитывать внутреннюю ёмкость C_{int} . Сумма ёмкостей параллельных конденсаторов будет значением полной резонансной ёмкости.

$$C_{res} = C_{int} + C_{ext}$$

В ходе фазы разработки рекомендуется использовать внешний регулируе-

мый (подстроечный) конденсатор для точной настройки. Это поможет устранить погрешность компонентов и паразитных элементов платы. Для производства значение этого переменного конденсатора можно измерить и заменить внешним фиксированным конденсатором с тем же значением (или набором нескольких конденсаторов).

Рекомендованная рабочая резонансная частота (f_{res}) составляет около $f_{res} \approx 13,7$ МГц для оптимальной работы в соответствии с разделом «Нарушение настройки резонансной частоты». Для стабильной работы убедитесь, что резонансная частота остаётся в пределах от 13,56 до 13,7 МГц, включая всё погрешности. Использование резонансной частоты вне указанных пределов приводит к снижению эффективности работы.

На рисунке 10 показаны значения индуктивности и ёмкости для создания резонанса при 13,7 МГц.

Показатель добротности (Q) пассивного резонансного контура должен составлять $Q < 50$. В случае более высоко-

го Q для его снижения можно добавить внешний резистор, параллельный индуктору L_{ext} . Подходящее значение может быть в диапазоне от 10 до 20 кОм.

Примечание. В данном документе ёмкости паразитных элементов схемы и подключений не учитываются.

Замер эффективности с разными внешними антеннами

В зависимости от применения, размеры антенны могут быть ограничены. Для общего описания того, каким образом антенны разных размеров влияют на эффективность системы, приведены несколько примеров измерений расстояния считывания.

В качестве образцового считывателя используется TRF7970A EVM, полностью интегрированный трансивер с бортовой антенной ПП (www.ti.com/tool/trf7970aevm) (рисунок 11).

На рисунках с 12 по 14 показаны разные антенны, использованные со стороны RF430FRL15xH.

Антенны во всех случаях были настроены на резонансную частоту $f_{res} = 13,7$ МГц с помощью внешних конденсаторов, подключённых параллельно индукторам. В таблице 4 приведены значения индуктивности и соответствующие значения ёмкости для достижения резонанса с частотой 13,7 МГц.

В таблице 5 приведены показатели эффективности при использовании TRF7970AEVM в качестве считывателя по умолчанию. Расстояние считывания, описанное в таблицах 5 и 6, даёт понимание диапазона, на котором считыватель и метка могут соеди-



Рисунок 11. TRF7970A EVM, образцовый считыватель



Рисунок 13. Катушки Premo 3DC15HF-0003K и SDTR1103-HF2-0002K



Рисунок 14. Катушки Neosid 3D15 (88 8035 82) и MS32 ka (88 8036 10)



няться и обмениваться информацией. Расстояние зарядки будет больше. Расположите считыватель и антенну метки параллельно друг другу для наибольшей эффективности.

NFC также позволяет использовать мобильные телефоны для считывания RF430FRL15xH. В таблице 6 приведены расстояния считывания при использовании различных мобильных телефонов и RF430FRL15xH с внешней антенной класса 6 по ISO.

Добротность антенны

Основные понятия

Добротность антенны резонансного контура даёт понимание о том, как ведёт себя антенна в частотном спектре при её резонансной частоте. Более высокий показатель Q приводит к более узкому диапазону частот. Если рабочий диапазон частот антенны слишком узкий (высокий Q), информация более не сможет быть получена или передана в связи с ограниченным диапазоном частот (ДЧ) и связь МОЖЕТ прерываться. С другой стороны, если рабочий диапазон частот слишком широкий (низкий Q), эффективность системы снижается в связи с более низким полем РЧ, что приводит к уменьшению запаса энергии и сбоям связи, вызванным шумом ввиду широкого ДЧ.

Показатель Q антенны можно вычислить с помощью следующих формул:

$$\begin{aligned} BW_{3db} &= f_2 - f_1 \\ Q &= f_{res} / BW, \end{aligned} \quad (2)$$

где BW_{3db} — пропускная способность антенны в 3 дБ, f_2 — верхний предел частоты, f_1 — нижний предел частоты, f_{res} — желаемая резонансная частота (в данном случае, $f_{res}=13,7$ МГц).

Размещение и измерение

Для вычисления фактора Q необходимо измерить резонансную частоту и диапазон частот. Это можно сделать с помощью анализатора спектра со следящим генератором (такого как FSP от компании R&S) и специального стенда для испытаний. Стенд для испытаний должен быть оборудован приёмной катушкой, подключённой к входу анализатора спектра, и катушкой большего размера, подключённой к выходу следящего генератора анализатора спектра, как показано на рисунке 15.

Таблица 4. Значения настроечных конденсаторов

Антенна	Индуктивность, мкГн	Общий резонансный конденсатор, пФ
Класс 3 по ISO	2,4	56
Класс 4 по ISO	2,4	56
Класс 5 по ISO	2,4	56
Класс 6 по ISO	2,4	56
SDTR1103-HF2-0002K	2	68
3DC15HF-0003K	3	45
3D15 (88 8035 82)	3,25	41
MS32 (88 8036 10)	2,1	64

Таблица 5. Максимальное расстояние связи

Внешняя антенна RF430FRL152H	Максимальное расстояние связи (см)
RF430FRL152H EVM (бортовая антенна)	9,5
Класс 3 по ISO	6,5
Класс 4 по ISO	7,5
Класс 5 по ISO	8
Класс 6 по ISO	8,5
3DC15HF-0003K	4,5
SDTR1103-HF2-0002K	3,5
3D15 (88 8035 82)	5
MS32 (88 8036 10)	3,5

Таблица 6. Расстояние связи мобильных телефонов при использовании RF430FRL15xH с антенной класса 6 по ISO

Мобильный телефон с функцией NFC	Расстояние связи (см)
Nokia Lumia 830	3
HTC One M8	2,5
Samsung Galaxy S3	3,5
Samsung Galaxy S5	4

Размещение анализатора спектра:

- Все измерения нужно производить с антенной, подключённой к остальной системе (включая оценочную плату и ПП). Иначе внутренняя ёмкость и ёмкости

паразитных элементов будут проигнорированы.

- Подключите испытательный стенд к анализатору спектра. Подключите большую катушку (красный коннектор) к выходу

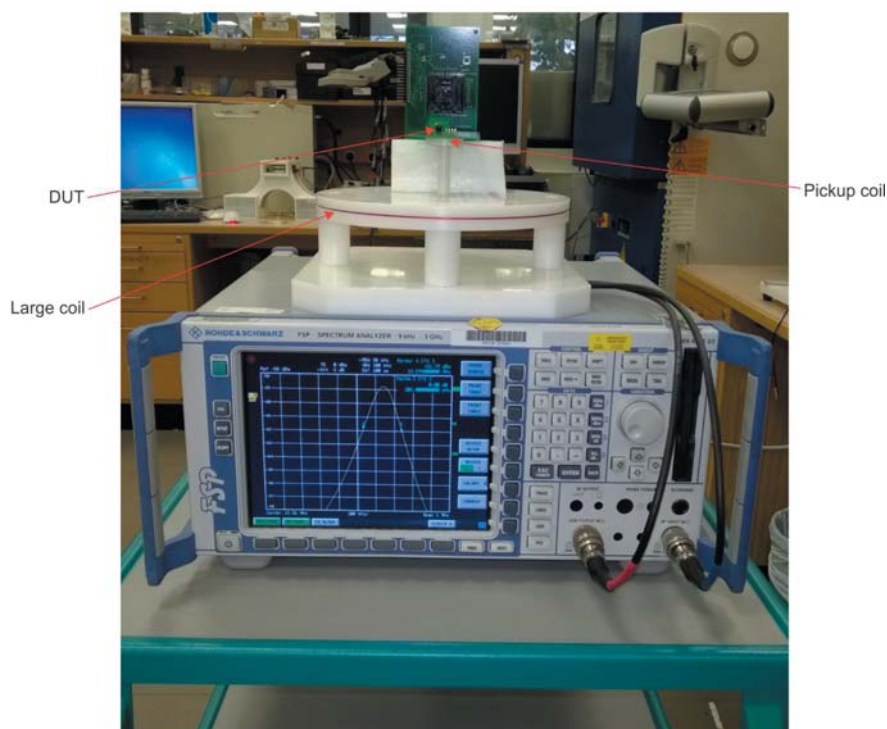


Рисунок 15. Размещение для измерения резонансной частоты и показателя Q

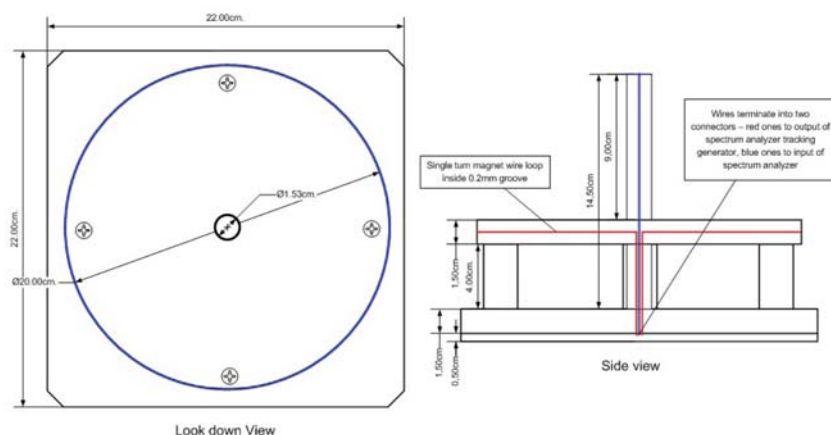


Рисунок 16. Диагностический инструмент

следящего генератора, а катушку меньшего размера (синий коннектор) — к каналу входа, как показано на рисунке 15.

- Расположите проверяемое устройство (DUT) сверху стенда, установите его строго по центру и выровняйте по горизонтали в соответствии с приёмной катушкой.
- Включите выход следящего генератора, сосредоточив желаемую частоту совмещения (13,6 МГц) на амплитуде в диапазоне от 1 до 5 МГц. Если резонансная кривая не отображается, скорректируйте амплитуду и образцовый уровень. Рекомендуется использовать вертикальную шкалу с ценой деления от 1 до 3 Дб.
- Используйте маркёры, чтобы определить и измерить 3-Дб диапазон частот резонансной кривой.

(-3 Дб от резонансного пика в положительном и отрицательном направлениях f).

- Теперь можно рассчитать показатель качества с помощью формул (2).

Примечание. Температура, влажность и близость металлов или органических материалов влияют на резонансную частоту и показатель Q антенн.

Диагностический инструмент

Пример

Значения, показанные на рисунке 18:

$$f_1 = 13,594 \text{ МГц}, f_2 = 13,796 \text{ МГц}, \\ BW_{3dB} = f_2 - f_1 = 202 \text{ кГц}.$$

В качестве альтернативного варианта, напрямую установите настрой-

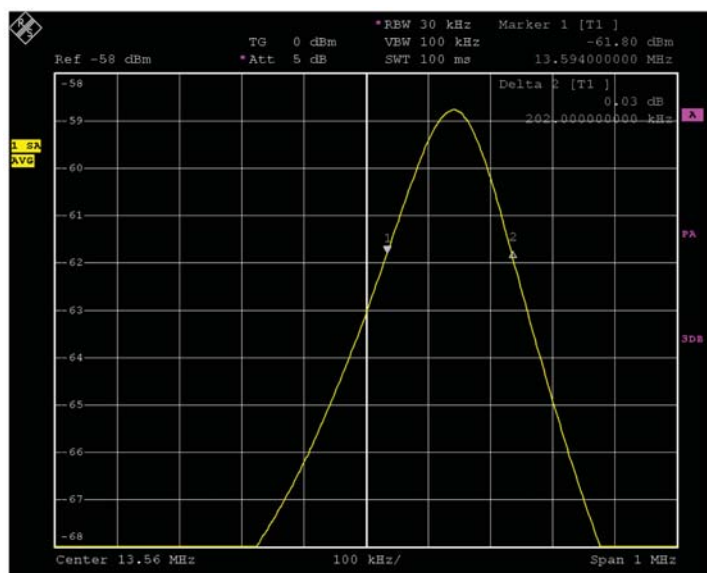


Рисунок 18. Измерение показателя Q антенны

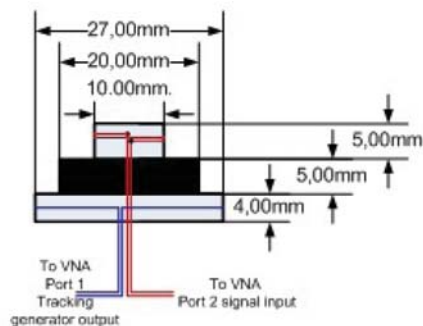


Рисунок 17. Небольшой диагностический инструмент (дополнительно)

ки маркёров для считывания разницы между ними.

При резонансной частоте $f_{res} = 13,7 \text{ МГц}$, показатель качества антенны (или DUT) будет:

$$Q = \frac{f_{res}}{BW_{3dB}} = \frac{13,7 \text{ МГц}}{202 \text{ кГц}} = 67,8. \quad (3)$$

Нарушение настройки резонансной частоты

Резонансная частота (совместно со стабильным показателем добротности) должны быть настроены для обеспечения наибольшей дальности связи между считывателем и транспондером. Отклонения от резонансной частоты приводят к снижению эффективности.

Отклонения обычно вызываются погрешностью внутреннего конденсатора метки, параметрами антенны, соединениями и внешним влиянием, таким как близость металлических или органических объектов.

В таблице 1 приведены погрешности внутреннего резонансного конденсатора ПП RF430FRL15xH. По практическим соображениям рекомендуется компенсировать все погрешности с помощью внешнего конденсатора, подключённого между ANT1 и ANT2. В ходе фазы разработки для точной настройки максимального расстояния связи можно использовать регулируемый конденсатор. В конечном продукте этот конденсатор можно заменить фиксированным значением. Сложно заранее компенсировать колебания резонансной частоты, вызванные непредсказуемым внешним влиянием, так как оно неизвестно. В таких случаях для снижения внеш-

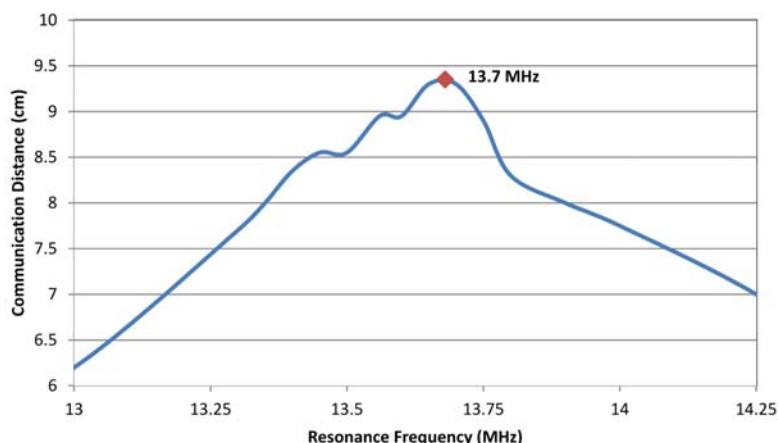


Рисунок 19. Дальность связи и нарушение настройки резонанса

него влияния можно использовать особую конструкцию антенны.

На рисунке 19 показан пример влияния нарушенной настройки антенны класса 6 по ISO на метку RF430FRL152H на расстоянии связи с использованием считывателя NFC TRF7970AEVM.

Примеры расчёта индуктивности прямоугольной антенны

Процесс расчёта индуктивности антенны очень сложен. Для технических целей существует несколько упрощённых формул, использующих некие допущения для получения довольно точного расчёта индуктивности. Существуют различные упрощённые формулы с различными допущениями. Эти допущения необходимо учитывать при выборе формулы.

Уравнение 4 рассчитывает значение индуктивности прямоугольной катушки, такой, как показана на рисунке 20.

$$L = N^2 \times \frac{\mu_0}{\pi} \left[-2(w+h) + 2\sqrt{h^2 + w^2} - h \times \ln \left(\frac{h + \sqrt{h^2 + w^2}}{w} \right) - w \times \ln \left(\frac{w + \sqrt{h^2 + w^2}}{h} \right) + h \times \ln \left(\frac{2h}{a} \right) + w \times \ln \left(\frac{2w}{a} \right) \right], \quad (4)$$

где N — количество витков, w — средняя ширина прямоугольника, h — средняя высота прямоугольника, $hout$ — внешняя высота, $wout$ — внешняя ширина, hin — внутренняя высота, win — внутренняя ширина, a — ширина трасси-

ровки, μ_0 — проницаемость среды, P — коэффициент коррекции.

Наилучшие результаты были получены при использовании параметров w и h (рисунок 21). Рассчитывается следующим образом:

$$h = \frac{hout - hin}{2}, \quad (5)$$

$$w = \frac{wout - win}{2}$$

Коэффициент коррекции P обозначен в литературе как:

- Подключение проводом: от 1,8 до 1,9
- Протравливание: от 1,75 до 1,85
- Печатное: от 1,7 до 1,8.

Другие способы расчёта индукции антенны можно найти на различных сайтах, включая:

<http://emclab.mst.edu/inductance/rectgl/>

<http://emclab.mst.edu/inductance/>

Бортовая антенна RF430FRL152H EVM

Следующий пример показывает расчёт для бортовой антенны RF430FRL152HEVM (рисунок 22).

$N: 6$
 $w: 37 \text{ мм}$



Рисунок 22. RF430FRL 152H EVM



Рисунок 20. Катушка прямоугольной антенны

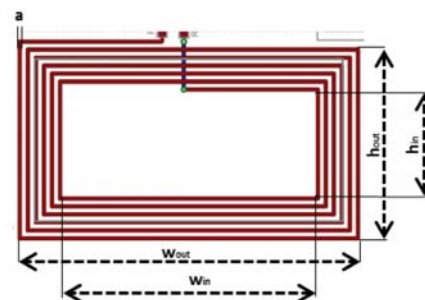


Рисунок 21. Геометрия антенны

$h: 19 \text{ мм}$
 $hout: 25 \text{ мм}$
 $wout: 43 \text{ мм}$
 $hin: 13 \text{ мм}$
 $win: 31 \text{ мм}$
 $a: 0,5 \text{ мм}$
 $P: 1,8$
Измеренное $L=1,8 \text{ мкГн}$
Рассчитанное значение с $P=1,8$

Эталонная антенна класса 1 по ISO10373-6

Следующий пример показывает расчёт для антенны класса 1 по ISO (рисунок 23).

$N: 4$
 $w: 69 \text{ мм}$
 $h: 39 \text{ мм}$
 $hout: 42 \text{ мм}$
 $wout: 72 \text{ мм}$
 $hin: 36 \text{ мм}$
 $win: 66 \text{ мм}$
 $a: 0,5 \text{ мм}$
 $P: 1,9$
Измеренное $L=2,3 \text{ мкГн}$
Рассчитанное значение с $P=1,9$

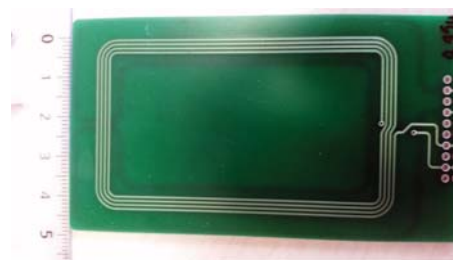


Рисунок 23. Эталонная антенна класса 1 по ISO 10373-6



РАДИО - ЕЖЕГОДНИК 2015

ТЕМАТИЧЕСКИЙ ОБЗОР ПЕЧАТИ И ИНТЕРНЕТ-РЕСУРСОВ

www.rlocman.ru/radiobook/



Информационная поддержка:



Портал "РадиоЛоцман" www.rlocman.ru

Официальные версии журнала
доступны для свободной загрузки:

www.rlocman.ru/radiobook/

Путеводитель по *ARDUINO*

Сборник поможет начинающим сориентироваться в безбрежном море *Arduino* и сделать свои первые конструкции даже не имея навыков программирования. Опытные «ардуинщики» найдут в нём новые идеи и пути для своего дальнейшего совершенствования.

Содержание:

Амперка - официальный дистрибьютор Arduino в России

Готовые наборы от Амперки

Arduino Uno

Arduino Leonardo

Arduino Mega 2560

Arduino Due

Arduino Yun

Arduino Ethernet

Arduino Mini

Arduino Micro

Strela

LilyPad Arduino 328

STM32 Nucleo F401RE

Baby Orangutan B-328

Teensy 3.1

Netduino 2

GPRS Shield v2

Motor Shield (2 канала, 2 A)

Multiservo Shield

Music Shield v2

NFC Shield v2

Relay Shield (4 канала по 5 A)

Wi-Fi Shield

XBee

Bluetooth Bee

Wi-Fi Bee v2

CAN-BUS Shield

RS-485 Shield

РадиоЛоцман

Как создавали и продвигали Arduino

Открытая платформа Arduino высвобождает творческий потенциал

Arduino Shields - расширение возможностей аппаратной платформы

Аналоговый функционал Arduino: как использовать его в своих проектах

Сетевые возможности Arduino-приложений и систем

Arduino Due - официальная плата Arduino на микроконтроллере ARM

Статьи, идеи и проекты – интернет-обзор

Arduino.ru

RoboCraft

Все проекты с Arduino

Паяльник

Хабрахабр

KAZUS

Digitrode

Elektor Labs

Hack n Mod

Обзор публикаций по Arduino (с подробным содержанием)

Микроконтроллеры DUINO

Конструкции с Arduino

Знакомство с Arduino

Блокнот программиста Arduino

Arduino For Dummies / Arduino для «чайников»

Arduino Projects For Dummies / Arduino проекты для «чайников»

30 Arduino Projects for the Evil Genius / 30 проектов на Arduino для Злого Гения

Arduino + Android Projects for the Evil Genius / Arduino + Android проекты для Злого Гения
Programming Arduino Next Steps / Следующие шаги в программировании Arduino
LEGO and Arduino Projects / LEGO и проекты Arduino
Environmental Monitoring with Arduino / Экологический мониторинг с Arduino
Atmospheric Monitoring with Arduino / Атмосферный контроль с Arduino
Making Things Talk / Устанавливаем связь
Arduino Bots and Gadgets / Arduino роботы и гаджеты
Make a Mind-Controlled Arduino Robot / Создайте разумного робота на Arduino
MintDuino / Создание Arduino-совместимой макетной платы микроконтроллера
Make an Arduino-Controlled Robot / Создаём Arduino-управляемого робота
Basic Arduino Projects / Простые проекты на Arduino
Pro Arduino / Arduino профи
Beginning Sensor Networks with Arduino and Raspberry Pi /
Введение в сенсорные сети с Arduino и Raspberry Pi
Beginning Android ADK with Arduino / Введение в Android ADK с Arduino
Beginning Arduino Programming / Введение в программирование Arduino
Arduino Projects to Save the World / Проекты Arduino для сохранения окружающей среды
Arduino and LEGO Projects / Проекты Arduino и LEGO
Beginning Arduino / Arduino для начинающих
Arduino and Kinect Projects / Проекты Arduino и Kinect
Arduino Wearables / «Носимый» Arduino
Practical Arduino / Arduino на практике
Beginning C for Arduino / Знакомство с Си для Arduino
Practical Arduino Engineering / Практическое конструирование с Arduino
Arduino Adventures / Приключения с Ардуино
Practical AVR Microcontrollers / Микроконтроллеры AVR на практике
Arduino Robotics / Роботы Arduino
Arduino Internals / Arduino изнутри
Learn Electronics with Arduino / Учитесь электронике с Arduino
iOS Sensor Apps with Arduino / Подключение датчиков к устройствам на iOS при помощи Arduino
Distributed Network Data / Распределённая сеть передачи данных
Building Wireless Sensor Networks / Создание беспроводных сенсорных сетей
Beginning NFC / Введение в NFC
Arduino Cookbook / Справочник по Arduino
Programming Interactivity /
Руководство разработчика по проектированию Arduino и openFrameworks
C Programming for Arduino / Программирование на C для Arduino
Raspberry Pi Home Automation with Arduino / Raspberry Pi и домашняя автоматизация с Arduino
Internet of Things with the Arduino Yun / Интернет-сервисы и Arduino Yun
Exploring Arduino / Изучение Arduino: инструменты и методы инженерного искусства
Professional Android Open Accessory Programming with Arduino /
Профессиональное программирование на Android Open Accessory для Arduino
Arduino Workshop / Мастерская Arduino: практическое знакомство с 65 проектами
Arduino in Action / Arduino в действии
Arduino Starters Kit Manual / Полное руководство для начинающих в Arduino
Programming Your Home / Автоматизируйте с Arduino, Android и компьютером
Arduino: A Quick-Start Guide / Arduino: быстрый старт
Introduction to Arduino / Введение в Arduino: пара пустяков
Arduino Microcontroller Processing for Everyone! / Обработка данных в Arduino для всех!
20 Unbelievable Arduino Projects / 20 невероятных проектов на Arduino

Ознакомительные версии книг

Программирование микроконтроллерных плат Arduino/Freeduino. Улли Коммер

Глава 1. Общие сведения о микроконтроллерах

Глава 2. Программирование микроконтроллеров

Проекты с использованием контроллера Arduino. Петин В.А.

Проекты с использованием контроллера Arduino, 2-е изд. Петин В.А.

Предисловие

Глава 1. Введение в Arduino

Заводим Raspberry Pi. Мэтт Ричардсон и Шон Уоллес

Глава 6. Arduino и Raspberry Pi

Конспект хакера. Амперка

Принципиальные схемы

Управление электричеством

Широтно-импульсная модуляция

Эксперимент 2. Маячок с нарастающей яркостью

С чего начинаются роботы? О проекте Arduino для школьников (и не только). Гололобов В. Н.

Глава 4. Введение в язык программирования Arduino

Глава 5. Arduino, визуальное программирование

Глава 6. Введение в язык программирования Scratch

Глава 7. Отладка программы на виртуальной плате

Практическое программирование Arduino. Статьи

FLProg — система визуального программирования плат Arduino. Сергей Глушенко

Портал научно-практических публикаций portalnp.ru Dr. Bob Davidov

Создание интерактивных объектов и сред на базе платформы Arduino

Многоканальное устройство ввода и накопления аналоговых данных на базе MS Excel

Построение интерфейса пользователя локальной системы управления на базе контроллера Arduino UNO

Arduino55.ru - интернет магазин электронных компонентов



Скачать бесплатно полную версию журнала "Радиолюбитель" - Выпуск 34.

Путеводитель по Arduino. (33 Мб)

<http://www.rlocman.ru/book/book.html?di=157783>

Журналы по электронике — 2014

В обзоре представлено 21 периодическое издание по электронике, выходящее на русском языке.

Содержание:

Беспроводные Технологии

Вестник Электроники

Компоненты и Технологии

Компоненты TI

Новости Электроники

Полупроводниковая Светотехника

Радио

Радиоаматор

Стабилизация мощности тока электродной батареи на микроконтроллере
Повышающий DC/DC преобразователь из деталей от мобильного телефона

Радиоежегодник

Коллекция схем на ОУ
Как смоделировать эти схемы в TINA-TI?
Радиокомпоненты

Радиоконструктор

Устройство для питания сверхъяркого светодиода
Контроллер управления автономным водопроводом
Встраиваемый вольтметр
Двойной реверсивный счетчик
Метроном
ШИМ на микроконтроллере семейства AVR
Инвертор =12V/~220V
Сетевой источник питания для батарейной аппаратуры

РадиоЛоцман

Решения для удаленного предварительного усилителя со сложной АЧХ
Сравнение линейных и импульсных регуляторов напряжения в промышленных приложениях
Вакуумный транзистор: устройство, сделанное из ничего
Простая схема заменяет программный опрос матричной клавиатуры
Схема распознает и восстанавливает зашумленные импульсы
Антилогарифмический преобразователь линеаризует датчик углекислого газа

Радиолюбитель

Радиолюбитель

Ремонт & Сервис

Самодиагностика и проверка блоков питания ЖК телевизоров LG с LED-подсветкой
Мультиформатные AV-ресиверы Pioneer с цифровым интерфейсом HDMI
Схемы автомобильных ресиверов с 6-дисковым CD/MP3/WMA-чейнджером «Clarion PN-2940S»
Принципиальная электрическая схема электронной книги «teXet TB-772A»

Силовая Электроника

Современная Светотехника

Современная Электроника

Рабочее место разработчика электронной аппаратуры

Модули фильтрации и защиты от перенапряжений для питающих сетей постоянного тока

Особенности реализации полупроводниковых датчиков температуры

Современные 32-разрядные ARM-микроконтроллеры серии STM32: блок резервных данных ВКР

Электрик

Электронные Компоненты

Повышение защиты тириستоров по dV/dt

Как уменьшить перекрестные помехи между проводниками на плате

Двухфазный тактовый генератор

Электронные Компоненты и Системы

Драйверы светодиодов

Необычное использование светодиодов

Программа моделирования Multisim Blue и ее основные возможности

Обзор новостей проекта FLProg



Скачать бесплатно полную версию журнала "Радиоежегодник" - Выпуск 35.

Журналы по электронике - 2014. (36 Мб)

<http://www.rlocman.ru/book/book.html?di=160032>

КАК НАПИСАТЬ СТАТЬЮ ДЛЯ ТЕХНИЧЕСКОГО ЖУРНАЛА

М.А. Шустов

Материалов на тему, как следует правильно написать статью для того или иного журнала и затем опубликовать её, написано немало [1–4]. В то же время из обзора содержаний сонма периодических изданий следует, что подобные рекомендации для журналов технического профиля найти крайне затруднительно.

В этой связи настоящие рекомендации помогут заполнить этот пробел и послужить стартовой площадкой для начинающих авторов при подготовке статей.

Будем заранее предполагать, что любой авторский материал уникален, известен пока лишь только самому автору, поэтому изложить его надо так, чтобы он без лишних проблем дошёл до сознания и понимания любого читателя. В силу сложившихся традиций редакции журналов за редким исключением предпочитают строго логичную форму изложения материалов.

Итак, **классическая структура изложения статьи** (отдельные элементы структуры могут отсутствовать):

1. Название.
2. Автор, должность, учёная степень, место работы, (электронный) адрес для переписки – при необходимости.
3. Аннотация.
4. Список ключевых слов.
5. Введение.
6. Краткий обзор работ предшественников.
7. Постановка задачи.
8. Пути решения задачи в понимании автора.
9. Теоретическое обоснование работы устройства.
10. Описание устройства в статике.
11. Описание устройства в динамике.
12. Особенности изготовления, налаживания и эксплуатации устройства.
13. Возможные аналоги и замены элементов устройства.
14. Пути дальнейшей модернизации устройства.
15. Выводы или заключение по работе.
16. Список использованной литературы.

Рассмотрим по порядку каждый из перечисленных выше подпунктов.

1. Название.

Удачное название – половина успеха статьи. Рекомендуется подобрать до десятка возможных названий статьи и из них выбрать наилучший, максимально кратко и ёмко отвечающий содержанию статьи. Разумеется, не следует ориентироваться на крайние случаи – предельно краткого (и неконкретного) или избыточно подробного описания.

Примеры неудачных названий:

- Генератор
- Переделка электроприводов замков дверей так, чтобы при постановке на охрану закрывались все двери, а при снятии открывались только передние
- Ремонт телевизоров Daewoo, Supra, Elekta, Electron, Funai, JVC, Otake, Philips, Samsung, Sharp, Shivaki, Sony, Stassfurt, Supra, Thomson, Toshiba, Universum, Waltham, Витязь, Садко

Примеры удачных названий:

- Строботахометр на микроконтроллере
- Барометрический альтиметр
- Термометр на кремниевом диоде

2. Автор, должность, учёная степень, место работы, (электронный) адрес для переписки – при необходимости.

Следует ориентироваться на принятый в конкретном (выбранном для публикации) журнале стиль описания.

Примеры:

- И. Иванов
- И.И. Иванов
- Иван Иванов
- И.И. Иванов, П.П. Петров
- И. Иванов, канд. техн. наук
- И. Иванов, г. Москва
- И. Иванов, г. Москва, E-mail: ivanov@mail.ru

3. Аннотация.

Аннотация (если она требуется) обычно представляет собой краткое, в 2–4 предложения, или до 200–300 знаков содержание статьи.

Примеры:

- Представлен способ автоматической регулировки напряжения смещения двухтактных усилителей для стабилизации тока, потребляемого усилителем при прохождении усиливаемого сигнала через ноль и в состоянии покоя. Приведена методика расчёта и проверки стабильности режима выходного каскада усилителя [5].
- Описан преобразователь для питания асинхронного конденсаторного электродвигателя с двумя обмотками от однофазной сети. Обеспечивает плавную регулировку оборотов в широких пределах с одновременным изменением напряжения на двигателе.

4. Список ключевых слов.

Список ключевых слов (если они требуются, иногда необходимы на русском и английском языках), или слов, характерных, типовых, часто используемых в данной статье.

Пример:

Усилитель, выходной каскад, переходные процессы, коэффициент нелинейных искажений, выходная мощность.

5. Введение.

Вводная часть статьи (далеко не обязательная) кратко знакомит читателя, к какой области техники относится настоящая статья и что в статье предполагается усовершенствовать.

Примеры:

- Вопрос совершенствования техники звукоусиления несмотря на многолетние усилия профессионалов и энтузиастов до настоящего времени далеко не исчерпан. Основные исследования и разработки, посвящённые вопросам улучшения качества воспроизводимого звука, относятся к области создания...
- Усилители класса АВ наиболее распространены среди линейных усилителей мощности, поскольку позволяют сочетать высокую экономичность усилителей класса В с отсутствием искажений в усилителях класса А. Однако формирование необходимого для этого напряжения смещения транзисторов, поддерживающего плечи двухтактного каскада в режиме оптимального начального тока (тока покоя),

было и остаётся основной проблемой построения таких усилителей, проблемой стабилизации их параметров [5].

6. Краткий обзор работ предшественников.

Читателя знакомят с тем, насколько хорошо вопрос, рассматриваемый в статье изучен мировым или отечественным сообществом предшественников разработки. Какие были известны попытки решения подобных проблем до существования вашей статьи. Это с одной стороны характеризует уровень компетенции автора, а с другой – показывает, насколько корректно он относится к трудам своих предшественников, тем, на чьи могучие плечи он опирается.

Обычно приводят от одного до трёх примеров решения подобных (близких) проблем с краткой их характеристикой и последующей критикой. Разумеется, критикуются лишь тот круг проблем, которые будут успешно решены в предлагаемой статье. Приводятся ссылки на источники информации (см. далее список литературы).

Этот раздел в краткой статье, посвящённой решению частной проблемы, может и отсутствовать. Напротив, для обзорной статьи, предполагающей подробный анализ работ предшественников, этот раздел должен быть существенно расширен.

Пример:

В статье [x] речь идёт не столько о стабилизации, сколько об обеспечении «определённости» режима. Достигнутый практический уровень характеризует подборка схем в [xx]. Из них и из других известных автору публикаций видно, что приемлемого схемотехнического решения стабилизации режима усилителей этого класса до сих пор нет; не сформулировано однозначного способа (правила, критерия, алгоритма) регулирования напряжения смещения, который позволял бы автоматически устанавливать оптимальное напряжение смещения мощных транзисторов [5].

7. Постановка задачи.

Логически должна вытекать из обзора работ предшественников. Читателя информируют о том, какая конкретная проблема будет решена в предлагаемой статье.

Пример:

Критерий оптимальности напряжения смещения усилителей класса АВ – стабильность начального тока, равного току покоя усилителя класса АВ и поддерживаемого автоматически. Этот критерий без его формулировки и без разделения понятий тока покоя и начального тока использован в [xxx]. Однако автор выбрал неудачную методику определения начального тока путём его вычисления... [5].

8. Пути решения задачи в понимании автора.

Читатель узнает, каким образом автор статьи собирается решить или уже решил проблему.

Пример:

Ниже подробно рассмотрен метод измерения начального тока с помощью детектора минимальных значений суммы токов в плечах двухтактного каскада... [5].

9. Теоретическое обоснование работы устройства.

Излагается теоретическое обоснование принципов работы предлагаемого технического решения. Этот раздел для простых или очевидных в работе устройств может быть сокращён до минимума, т.е. до нуля.

Пример:

Для того, чтобы выявить возможность измерения начального тока в двухтактном каскаде на фоне меняющихся сигналов, рассмотрим изменения токов в плечах такого каскада и их суммы в предположении, что ток сигнала в нагрузке изменяется по простейшему синусоидальному закону... [5].

10. Описание устройства в статике.

Описывается, из каких узлов состоит устройство, как эти узлы соединяются между собой. За счёт чего достигается положительный эффект, повышается эффективность использования устройства.

Пример:

На рис. 5 представлена схема высококачественного усилителя средней мощности, нагрузкой которого может служить акустическая система S-30.

Особенностями самого усилителя являются использование мощных полевых транзисторов в выходном каскаде и симметричность структуры для обеих полярностей усиливаемого сигнала. Напряжение смещения для полевых транзисторов образуется на резисторах R17 и R18 токами транзисторов VT1 и VT2, а их автоматическая регулировка – синхронной регулировкой токов предварительных каскадов усилителя транзисторами VT3 и VT4. Резисторы R19 и R20 служат для повышения... [5].

11. Описание устройства в динамике.

Описывается, как работает устройство, какие процессы в нем происходят, как узлы устройства взаимодействуют между собой. Приводятся основные технические характеристики устройства.

Пример:

Пиковый детектор на транзисторе VT7 быстро заряжает конденсатор C1 до напряжения, чуть меньшего (на $\Delta U_{05} \approx 0,6$ В) максимального напряжения на резисторе R12. Постоянная времени $\tau_{зар} \approx C1 \cdot R12 / h_{21\gamma7}$, где $h_{21\gamma7}$ – коэффициент передачи тока базы транзистора VT7. Разрядка происходит медленнее. Её постоянная времени $\tau_{раз} \approx C1 \cdot R11$... [5].

12. Особенности изготовления, налаживания и эксплуатации устройства.

Излагаются «ноу-хау» устройства – технические подробности и нюансы изготовления и налаживания конструкции, что должно максимально облегчить процесс повторения устройства, снять возможные вопросы у читателя. Этот раздел в публикациях, предназначенных для подготовленных читателей, может отсутствовать.

Примеры:

- Усилитель выполнен на базе конструкции «Радиотехника У-101-стерео». Две печатные платы усилителя, соответствующие чертежу на рис. 7, устанавливают вместо печатных плат модулей УНЧ-50-8 на теплоотводы базового усилителя. Оконечные транзисторы VT7 и VT8 закрепляют на изолированных теплоотводах без дополнительной изоляции. Оксидные конденсаторы усилителя – K50-35, C7 – неполярный Jamicon NK, остальные – K10-17. Резисторы R19 и R20 – C5-16MB, остальные – C2-33H. Бескаркасный дроссель L1 от модуля УНЧ-50-8 содержит 16 витков провода ПЭВ-1 1,3, намотанных в два слоя с внутренним диаметром 5 мм [5].
- Налаживание калибратора заключается в установке значений частоты следования импульсов 1 и 10 кГц (соответственно подстроечными резисторами R3 и R1), напряжения 2 В на гнезде 2 подстроечным резистором R11 и напряжения 1 В на гнезде 7 подстроечным резистором R12. [6].

13. Возможные аналоги и замены элементов устройства.

Приводится список возможных замен дефицитных элементов конструкции на иные, более доступные элементы без ухудшения работы самого устройства. Этот раздел обычно приводят при описании конструкций для

начинающих радиолюбителей, поскольку профессионалы без подсказок могут безошибочно и самостоятельно найти достойную замену недоступного элемента.

Следует сказать, что полные аналоги, например, транзисторов, встречаются не так часто. Обычно транзисторы отличаются по частотным, шумовым свойствам, максимальному рабочему напряжению/току и т.д., в связи с чем рекомендованная кем-либо замена элемента для одного устройства может быть неприемлема для другого.

Пример:

Диоды FR104 (VD1–VD4) можно заменить любыми из 1N4001–1N4007, UF1001–UF4007, КД208А, КД243(А–Ж), КД247(А–Ж); диод Шоттки 1N5817 – любым из 1N5818, 1N5819, SB120–SB160. Возможная замена стабилитрона КС156А – 1N4734А, 1N5339. Германиевый транзистор МП26А заменим любым из серий МП25, МП26, МП39–МП42. [7].

14. Пути дальнейшей модернизации устройства.

Этот раздел приводится, если автор желает показать, что возможности предложенного им устройства далеко не исчерпаны, что у его технического решения есть светлое будущее.

Пример:

Кажущаяся поначалу сложность модуля стабилизации оправдывается действенностью предлагаемого способа стабилизации, лёгкостью расчёта и малой потребляемой мощностью этого модуля, а также практически отсутствием необходимости налаживания усилителя. Это подтверждается и безупречной работой экспериментального усилителя в течение нескольких лет. Такая стабилизация режима мощных каскадов может быть применена как в усилителях высокого класса и повышенной надёжности, так и в большинстве транзисторных усилителей, в устройствах контроля, измерения и автоматики [5].

15. Выводы или заключение по работе.

Подводятся в систематизированном и сжатом тезисном виде основные итоги и достижения, изложенные в публикации (не повторять аннотацию, аннотация – краткое содержание статьи). Выводы обычно содержат несколько взаимоподчиненных подпунктов – от главного к частному. Заключение допускает более развёрнутое повествование. Для популярных или коротких статей этот раздел может отсутствовать или органически вплестаться в предшествующие разделы.

Пример:

Создан усилитель класса АВ для диапазона частот $10^{-1} \dots 10^5$ Гц с выходной мощностью до 10 Вт, работающий при напряжении питания 1,3...1,5 В.

16. Список использованной литературы.

Приводится список использованной (цитируемой) в статье литературы. Список рекомендуется оформлять в соответствии с ГОСТ 7.1–2003 [8]. В то же время в большинстве журналов для радиолюбителей используют свои правила оформления такого списка. Не стоит ссылаться на малодоступные для читателя материалы или просто копировать ссылки из чужих описаний. Не рекомендуется использовать ссылки на Интернет-страницы, особенно имеющие временный или случайный характер.

Примеры (ГОСТ 7.1–2003), см. также список литературы в конце статьи:

1. Грошев В.Я. Методы обеспечения определённости и стабильности начального режима двухтактных усилителей на биполярных транзисторах // Радиотехника. – 1989. – №2. – С. 25–26.
2. Сухов Н. Лучшие конструкции УНЧ и сабвуферов своими руками. – СПб.: Наука и техника, 2012. – 272 с.

3. Бестрансформаторный двухтактный усилитель : авт. свид. 307487 СССР / Моисеев В. К., Егоров Н. Н. ; опубл. 1971, Бюл. № 20.

Примеры (Журнал «Радио»):

1. **Грошев В. Я.** Методы обеспечения определённости и стабильности начального режима двухтактных усилителей на биполярных транзисторах.—Радиотехника, 1989, №2.

2. **Сухов Н.** Лучшие конструкции УНЧ и сабвуферов своими руками. — С.-Пб.: Наука и техника, 2012.

3. **Моисеев В. К., Егоров Н. Н.** Бестрансформаторный двухтактный усилитель. Авт. свид. № 307487. БИ №20, 1971.

Примеры (Журнал «Радиоаматор»):

1. Грошев В.Я. Методы обеспечения определённости и стабильности начального режима двухтактных усилителей на биполярных транзисторах // Радиотехника. – 1989. – №2. – С.25-26.

2. Сухов Н. Лучшие конструкции УНЧ и сабвуферов своими руками. – С.-Пб.: Наука и техника, 2012. – С.54.

3. Моисеев В.К., Егоров Н.Н. Авторское свидетельство № 307487 «Бестрансформаторный двухтактный усилитель». БИ № 20, 1971.

Далее остановимся на ряде вопросов, способствующих облегчить труд автора. Не стоит как излишне наукообразить статью, так и примитивизировать её. Статью рекомендуется излагать простым и понятным языком, без жаргонизмов, так, как будто вы рассказываете её содержание своему коллеге или знакомому, который несколько хуже, чем вы, разбирается в вопросе. Считается, что «читабельное» предложение в среднем должно содержать 7 слов (плюс/минус 2 слова). Все аббревиатуры (сокращения) следует расшифровывать при первом упоминании. Не стоит искусственно раздувать объем статьи: краткость – сестра таланта. Информационный шум не украсит любую статью.

Перед написанием статьи стоит проанализировать статьи из журналов, в которые можно было бы направить статью. Кстати, в порядке тренировки и обучения можно проанализировать содержание статей радиожурналов на предмет соответствия изложенной выше структуре типовой публикации. Заодно неплохо будет изучить и затем использовать стиль оформления статей, принятый в каждом из журналов.

Стоит напомнить, что статья должна безукоризненно отвечать правилам отечественной орфографии и пунктуации. Небрежно и безграмотно оформленная статья чаще всего свидетельствует о том, что её автор настолько же малограмотен в излагаемом вопросе, а конструкция, предложенная им, либо неработоспособна, либо потребует большого труда при «доводке схемы до ума».

Остановимся на таком щекотливом вопросе, как плагиат. Ещё раз напомню, что содержание статьи, схемное решение, приведённое в ней, должно быть оригинальным. Тем не менее, ряд людей считает, что ничего нового в радиоэлектронике придумать невозможно, все схемы состоят из одних и тех же конденсаторов, резисторов, транзисторов и т.д. В этой связи они считают вовсе не зазорным просто скопировать понравившуюся им схему из малоизвестного источника и, выдав её за свою, опубликовать от своего имени.

Плагиаторы наивно, в силу ограниченности мышления, неспособности создать что-то новое и спрогнозировать последствия, указывают на украденном материале свою фамилию. Несомненно, рано или поздно плагиат будет выявлен, ведь «рукописи не горят», и плагиатор, как и сам журнал, опубликовавший украденную статью, будет навеки заклеимён несмываемым пятном позора.

Рассмотрим классификацию статей по степени их новизны, оригинальности. Для простоты ограничимся тремя контрастными случаями:

Mini – незначительные усовершенствования известной схемы, позволяющие исправить её недочёты, улучшить её работу. Ссылка на источник заимствования схемы, её автора, настоятельно необходима.

Midi – существенное усовершенствование одного или нескольких элементов ранее известной схемы, либо выполнение отдельного её узла по новому оригинальному схемному решению, либо с применением новых, ранее не используемых в данном виде схем элементов.

Maxi – оригинальное схемотехническое решение, ранее нигде не публиковавшееся. Такое техническое решение зачастую может быть защищено патентом. В этой связи автору следует сделать выбор, стоит ли патентовать техническое решение, вкладывая в него свои средства с надеждой на последующую отдачу, либо опубликовать статью в журнале, без надежды впоследствии получить патент. Напомним: предварительная публикация технического решения в печати порочит новизну изобретения, патент на него уже не выдадут.

Саму статью можно направлять в редакцию журнала по обычной и/или электронной почте, лучше всего с уведомлением доставки. Одновременно следует выслать сопроводительное письмо, в котором нужно указать свои контактные данные и заверение, что статья публикуется в первый раз и в другие редакции ранее не направлялась (либо направлялась, но была в силу таких-то причин отклонена).

Пример сопроводительного письма:

Адрес редакции

Главному редактору журнала (название журнала, Ф.И.О. редактора)

E-mail, телефон редакции (для контактов с редакцией и для памяти)

Уважаемая Редакция!

Высылаю вам для публикации статью (название). Статья ранее не публиковалась и в редакции других журналов не направлялась.

Ф.И.О. автора, подпись.

Сведения об авторе.

Адрес для переписки.

Электронный адрес.

Контактный телефон.

Начинающие авторы в силу различных причин при направлении статьи в печать допускают серьёзную ошибку: полагая, что статья явно содержит изъяны, устранять которые не хватает знаний, времени или сил, направляют статью одновременно в несколько журналов. Это считается крайне дурным тоном. Чаще всего такие статьи действительно оказываются далеко не идеальны для печати, а если это не так, может оказаться, что одну и ту же статью одновременно публикуют 2–3 журнала.

Повторную публикацию одной и той же статьи в другом издании, даже по прошествии нескольких лет, тоже нельзя приветствовать, ведь в такой статье ровным счётом нет ничего нового. Читатели справедливо оценят такую публикацию публичным неодобрением как автора, пытающегося искусственно «раздуть» список своих публикаций, так и редакции журнала, пропустившего такой материал в печать.

Рассмотрим далее судьбу поступившей в редакцию журнала статьи. Если статья оформлена по формальным признакам безукоризненно, главный редактор или ответственный секретарь издания направляет её на отзыв редактору соответствующего тематического раздела журнала или рецензенту,

внешнему или внутреннему. После получения отзыва от специалиста (рецензента) возможны три варианта:

1. Замечаний у рецензента нет, либо они носят косметический характер, порой не требующий участия автора. Статью включают в план издания. Автору после подготовки материала к печати (вёрстки) высылают для проверки текст статьи. Автор должен тщательно выверить текст и рисунки статьи, внести при необходимости поправки и выслать документ с поправками редактору.
2. У рецензента есть замечания, сомнения, которые он излагает в отзыве, направляемом автору. Автор должен без обиды на замечания (которые порой бывают и не по существу, а в силу недопонимания) ответить на все поставленные вопросы, выполнить необходимые поправки в статье и выслать материал в редакцию. Далее см. пп. 1.
3. Рецензент забраковал статью, не рекомендовал её для публикации. Редактор высылает автору мотивированный отказ. Автор, в случае несогласия, может высказать своё мнение, либо попытаться коренным образом переработать статью и вновь направить её в редакцию (или послать в другой журнал в уверенности в своей правоте, либо в надежде, что там найдётся более благосклонный рецензент).

Несколько слов об оформлении статей.

На сайтах или страницах журналов обычно указывают свои правила оформления статей (поля, шрифт, его размер, интервал, отступы и т.д.). Этих правил и следует придерживаться при подготовке статьи для конкретно взятого журнала.

Если таковые требования отсутствуют, статью можно набрать в текстовом редакторе Microsoft Word (лучше ранних версий для совместимости), используя настройки по умолчанию, бумагу формата А4, шрифт Times New Roman 12 или 14 кегль, в 1 или 1,5 интервал без переносов, без лишних «украшений» – кернинга или уплотнения шрифта, без интервальных отступов до или после строк или абзацев, без табуляции, лишних пробелов, использования иных шрифтов. Форматирование по ширине или по левой стороне с чётким разделением на абзацы, для чего использовать или абзацный отступ, или пустую строку между абзацами.

Если в тексте есть сложные формулы, то их лучше набирать в редакторе математических формул MathType 6.9, который легко встраивается в Microsoft Word. Очень нежелательно использовать для набора формул редактор формул Microsoft Equation 3.0 (усечённая, 3-я версия MathType), встроенный по умолчанию в Microsoft Word и изобилующий ошибками.

Отдельно стоит остановиться на размерностях физических (электрических) величин. Удивительно, но даже многие умудрённые опытом специалисты не замечают различия между мОм и МОм, мГц и МГц и т.д. Между тем, разница в этих примерах составляет 9 порядков! Напомним, что п – это пико (10^{-12}); н – нано (10^{-9}); мк – микро (10^{-6}); м – милли (10^{-3}); к – кило (10^3); М – мега (10^6); Г – гига (10^9) и т.д. О том, как правильно использовать размерности единиц и о многих других тонкостях подготовки материала для печати можно узнать из «Справочной книги редактора и корректора» [9].

Если в устройстве использован микроконтроллер, для начинения его «разумом» используется индивидуальное программное обеспечение. Текст программы обычно занимает много страниц, малоинтересных для чтения. В

этой связи эти программы обычно размещают на сайтах журналов или дают Интернет-ссылки на места их хранения.

Часто редакции просят приложить рисунки, вмонтированные в само тело статьи, либо, чаще, в виде отдельных файлов общепринятых графических форматов (jpg, tiff, cdr ..., желательно с разрешением 300 dpi). Некоторые редакции принимают и схемы, нарисованные от руки. Однако это не самый лучший вариант: для издания рисунки затем перерисовывают, а при перерисовке появляются ошибки, делающие схему нерабочей.

Для рисования схем рекомендуется использовать профессиональные графические редакторы, например, Adobe Photoshop, Corel Draw и др. Не стоит использовать для рисования примитивные графические редакторы типа Microsoft Paint (неприемлемое для печати качество), или рисовать средствами Microsoft Word (сборный рисунок может «рассыпаться» при обработке). Неплохо зарекомендовал себя простой специализированный для рисования радиоэлектронных схем графический редактор Splan 7.0. Для подготовки качественных рисунков печатных плат можно использовать графический редактор Sprint-Layout 6.0. Свободно скачать эти программы и обучающие материалы к ним можно со страниц Интернета [10–13].

Рисунки и обозначения элементов схем лучше выполнять в соответствии с отечественными ГОСТами [9, 14], используя в графических редакторах [10] соответствующие библиотеки. В качестве маяка-ориентира, указывающего, как следует оформлять по ГОСТ рисунки схем, можно использовать журнал «Радио» [15]. Стоит обратить внимание на принятый в конкретном журнале порядок нумерации элементов схем: построчно слева-направо, или столбиками сверху-вниз.

К статье желательно приложить рисунок или фотографию печатной платы, а также фотографию внешнего вида устройства. На рисунке печатной платы обязательно следует привести её габариты, поскольку при печати размеры рисунка скорее всего будут искажены.

Перед тем, как отправить статью в редакцию, стоит ещё раз пробежаться по ней глазами, глазами не автора, а сурового, но справедливого критика, удалить или сократить длинноты, проверить нумерацию элементов на рисунках и их соответствие в текстовом описании, проверить нумерацию рисунков и таблиц, список литературы и правильность его оформления.

Литература

1. Джуринский К. Как написать научную статью? Советы начинающему автору. URL: http://power-e.ru/pdf/article_write.pdf (дата обращения 10.05.2016).
2. Как написать и опубликовать статью в международном научном журнале : метод. рекомендации / сост. И.В. Сви́дерская, В.А. Кратасюк. – Красноярск: Сиб. федерал. ун-т, 2011. – 52 с.
URL: http://index.petsu.ru/files/Kak_napisat_i_opublikovat_statyu.pdf (дата обращения 10.05.2016).
3. Боголепов И.И. Как сейчас надо писать научно-технические статьи об инновациях. URL: <http://ehmitent-spb.ru/hitech/bgl01.doc> (дата обращения 10.05.2016).
4. Гаврилов М.В. Структура научной статьи, как написать научную статью, где опубликовать научную статью.

- URL: http://www.ingnpublishing.com/rig/metodicheskaya_pomow/struktura_nauchnoj_stati/ (дата обращения 10.05.2016).
5. Ефремов В. Стабилизация режима усилителей класса АВ // Радио. – 2014. – № 5. – С. 11–16.
 6. Петров П. Калибратор осциллографа // Радио. – 2014. – № 7. – С. 19.
 7. Бутов А. Малогабаритная активная АС – USB зарядное устройство // Радио. – 2014. – № 6. – С. 14–15.
 8. ГОСТ 7.1–2003. Библиографическая запись. Библиографическое описание. URL: <http://rusla.ru/rsba/provision/standarts/gost%207.1-2003.pdf> (дата обращения 10.05.2016).
 9. Справочная книга редактора и корректора. Редакционно-техническое оформление издания / Сост. и общ. ред. А. Э. Мильчина. – М.: Книга, 1985. – 576 с. URL: <http://www.az-print.com/index.shtml?FAQ&index.shtml?F> (дата обращения 10.05.2016).
 10. sPlan 7.0 (Русская версия). URL: <http://radiolib.ucoz.ru/load/proektirovanie/splan/4-1-0-2> (дата обращения 10.05.2016).
 11. Петрушев Н. sPlan 7.0. Подробное руководство. URL: http://vprl.ru/publ/tekhnologii/nachinajushhim/splan_7_0_podrobnoe_rukovodstvo/9-1-0-35 (дата обращения 10.05.2016).
 12. Sprint Layout 6.0. Русская версия. URL: <http://radioaktiv.ru/loads/softf/pcb/27881-sprint-layout-60-rus.html> (дата обращения 10.05.2016).
 13. Sprint Layout 6.0. URL: <http://www.ruselectronic.com/news/sprint-layout-6-0-/> (дата обращения 10.05.2016).
 14. Вниманию читателей и авторов журнала // Радио. – 1983. – № 1. – С. 57-58.
 15. Условные графические обозначения в схемах, принятые в журнале «Радио» // Радио. – 2003. – № 3. – С. 39-42.

Сведения об авторе.

Шустов Михаил Анатольевич, 1952 г.р., доктор технических наук, опыт публикации около 500 своих печатных работ, в числе которых 14 монографий, а также редактирования свыше 5000 статей самого разнообразного профиля в бытность работы (2003–2012) в должности главного редактора журнала «Известия Томского политехнического университета» от Издательства ТПУ.

Сайт: <http://www.famous-scientists.ru/14268/>

БЕСПРОВОДНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

wireless technologies

www.wireless-e.ru

www.wireless-e.ru



Содержание журнала «Беспроводные технологии» за 2015 год

GPS/ГЛОНАСС модули и технологии

Построение системы автомобильного мониторинга на базе ГЛОНАСС-приемника ML8090	№ 2
Новый модуль Sierra Wireless для систем спутникового мониторинга	№ 3
Сравнительные характеристики систем экстренного реагирования eCall и «ЭРА-ГЛОНАСС»	№ 4
Новые модули мобильной связи для автомобильных систем экстренного реагирования eCall и «ЭРА-ГЛОНАСС» от ведущих мировых производителей	№ 4
Новый ГНСС-модуль «ГеоС-3Е» для системы ЭРА-ГЛОНАСС производства ООО ДЦ «ГЕОСТАР НАВИГАЦИЯ»	№ 4

Беспроводное оборудование

Современные учебные системы	№ 3
Современные контроллеры мобильного доступа: выбор сильнейшего	№ 3
Семь советов по выбору контрольно-измерительного оборудования в формате PXI для беспроводных приложений	№ 3
Радиомодем Viper-SC+ для узкополосных технологических радиосетей обмена данными УКВ-диапазона нового поколения	№ 3
Отечественные беспроводные модули диапазона 868 МГц	№ 4

Беспроводные технологии

Ключевые технологии радиодоступа сетей 5G и проблемы их тестирования	№ 1
Радиосети перспективных автоматизированных систем управления поездами	№ 2
Ключ к ранним исследованиям 5G: измерительные приборы для новых сетевых технологий	№ 2
Технология LoRa компании Semtech: новый импульс развития «Интернета вещей»	№ 3

Модемы и модули GSM, GPRS, EDGE

Широкие возможности нового FDD/TDD-LTE модуля SIM7100E компании SIMCom	№ 1
Новый GSM-модуль Neoway M660A	№ 1
Новые функциональные возможности Release 3 GSM-модулей Cinterion. Часть 1. 2G BGS2 Rel.3, BGS8 Rel.3	№ 1
Новый миниатюрный DUAL-SIM-модуль от компании SIMCom	№ 2
Новые высокоскоростные LTE-модули компании SIMCom Wireless Solutions с поддержкой ГЛОНАСС/GPS	№ 2
Новые LGA-модули Cinterion для M2M-приложений. Часть 2. Высокоскоростные модули со встроенной Java-платформой Cinterion LGA EHS5/6	№ 2
Развитие линейки LTE-модулей компании Telit	№ 3
Новый GSM-модуль Neoway M680 OpenCPU с возможностью загрузки приложений пользователя	№ 3
Новые высокоскоростные LTE модули компании SIMCom Wireless Solutions	№ 3
Новые LTE-модули от Gemalto для сетей LTE	№ 4

Обмен опытом

Применение Wi-Fi-модуля HF-LPB100-1 в системах контроля доступа	№ 3
Системы позиционирования	№ 4
Проводные и беспроводные решения на производстве. Что выбрать?	№ 4
Дорога в облака: как попасть отсюда туда?	№ 4
Беспроводная система управления освещением Econex Smart	№ 4

Рынок беспроводной связи

Компоненты для беспроводных решений компании Analog Devices. Современные ВЧ/СВЧ-микросхемы	№ 1
Создание беспроводной системы мониторинга — первый полет «Бекаса»	№ 2
Новые направления в мониторинге	№ 2
Fibocom: Китай покорен, впереди Россия	№ 3
Экспертный плацдарм для внедрения отраслевых решений промышленного Интернета в России	№ 4
Мониторинг транспорта: тренды 2015	№ 4

Стандарт IEEE: Bluetooth, Zigbee

Новый Bluetooth-модуль для сегмента M2M компании «Навиа»	№ 1
Модули Bluetooth и Wi-Fi производства GlobalTop Technology	№ 1
Модули Bluetooth, Wi-Fi и NFC производства u-blox—connectBlue для «Интернета вещей».	
Часть 1. Модули с поддержкой Bluetooth	№ 2
Модули Bluetooth, Wi-Fi и NFC производства u-blox для «Интернета вещей»	
Часть 2. Совмещенные Wi-Fi/Bluetooth-модули	№ 3

Стандарт IEEE: WiFi, WLAN, WiMAX

Новая микросхема Wi-Fi Atmel WINC1500 для Интернета вещей	№ 1
Энергоэффективный Wi-Fi-модуль A6501 для мобильных устройств и «Интернета вещей»	№ 3

Схемотехника и конструирование

Фронтально-оконечные микросборки Skyworks	№ 1
Применение датчиков счисления пути для навигационного обеспечения наземного транспорта, использующего приемники спутниковых РНС	№ 1
Выбор модели расчета потерь в 2,4-ГГц канале беспроводной связи	№ 1
AD6676 — новое слово в проектировании радиорелейных линий диапазона СВЧ	№ 2



ВЕСТНИК ЭЛЕКТРОНИКИ

журнал для инженеров и конструкторов

vestnikmag.ru



Содержание журнала «Вестник Электроники» за 2014 год

№1 2015

СВЧ-КОМПОНЕНТЫ	
Тенденции развития СВЧ-электроники для широкополосных применений	6
Испытание мощных PЧ-транзисторов, выполненных по технологии GaN на SiC, на долговечность при высокой мощности PЧ-сигнала	8
Современные интегральные переключатели и ограничители на высокий уровень мощности для поверхностного монтажа	14
Высоконадежные компоненты для АФАР	22
Опыт применения GaN-транзисторов L-диапазона фирмы Microsemi	24
ВЫСОКОНАДЕЖНЫЕ КОМПОНЕНТЫ	
Использование DC/DC-преобразователей VPT с пониженным энергопотреблением в дежурном режиме при работе на большую емкостную нагрузку	28
Безлицензионный высокоскоростной АЦП LM15851	32
РАСПРОДАЖА	36
НОВОСТИ	40
АКТИВНЫЕ КОМПОНЕНТЫ	
Разработка недорогих гибко настраиваемых интерфейсных мостов для применения периферийных устройств стандарта MIPI на базе шины D-PHY во встраиваемых системах	50
Микроконтроллеры Renesas RL78. Практика применения	54
АВТОМАТИЗАЦИЯ	
Цветная эволюция. TFT-модули в промышленной электронике. Часть 1	56
БЕСПРОВОДНЫЕ РЕШЕНИЯ	
Применение HF-LPB100 для удаленного управления зарядно-разрядным устройством	60

№2 2015

ВЫСОКОНАДЕЖНЫЕ КОМПОНЕНТЫ	
Волоконно-оптические решения повышенной устойчивости в системах военного назначения	6
Высоконадежные электрические соединители для передачи данных	10
TVS-диоды, силовые транзисторы и модули Microsemi для авиационных применений	12
Новые высоковольтные керамические конденсаторы для силовой электроники	16
Тенденции в производстве танталовых конденсаторов компании Exxelia Firdac	22
Безлицензионный высокоскоростной АЦП от Texas Instruments	26
Радиационно-стойкие источники питания для 100-В шины	34
РАСПРОДАЖА	40
НОВОСТИ	44
АКТИВНЫЕ КОМПОНЕНТЫ	
Суперскоростной АЦП с производительностью, измеряемой миллиардами выборок в секунду	50
ЭЛЕКТРОМЕХАНИЧЕСКИЕ КОМПОНЕНТЫ	
Технология и решения для распознавания лиц и жестов от компании Omron	58
СИЛОВАЯ ЭЛЕКТРОНИКА	
Топ 10 новинок Traco Power	66
АВТОМАТИЗАЦИЯ	
Объединение систем управления автоматизацией и информационными сетями посредством коммутаторов ProView	68
Цветная эволюция. TFT-модули в промышленной электронике. Часть 2	72

№3 2015

ИНТЕРВЬЮ	
Winmate Communication в России: планы и перспективы	6
АВТОМАТИЗАЦИЯ	
Ответственный подход к выбору панельного компьютера для эксплуатации на предприятиях пищевой промышленности	8
TFT-модули Mitsubishi Electric: выход из собственной тени	16
SCADA-система WebAccess от Advantech	18
Микропереключатели Schaltbau в автоматизации	22
ПРИМЕНЕНИЯ И ПРОЕКТЫ	
Защищенный ноутбук-трансформер от Getac на службе у пожарных	24
РАСПРОДАЖА	28
НОВОСТИ	32
ПАССИВНЫЕ КОМПОНЕНТЫ	
Асимметричные фильтры для стандартов HEMP и TEMPEST	38
СИЛОВАЯ ЭЛЕКТРОНИКА	
Источники питания TRACO POWER для ж/д-применения	42
БЕСПРОВОДНЫЕ РЕШЕНИЯ	
Применение Wi-Fi-модуля HF-LPB100 в системах контроля доступа	46
ВЫСОКОНАДЕЖНЫЕ КОМПОНЕНТЫ	
Высокопроизводительный 4-канальный многорежимный АЦП LM97600 компании Texas Instruments	52
ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЕ ПРИБОРЫ	
Измерения с высоким разрешением с помощью осциллографов R&S серий RTO и RTE	58

№4 2015

ИНТЕРВЬЮ	
STMicroelectronics подводит итоги уходящего года	6
АКТИВНЫЕ КОМПОНЕНТЫ	
Семейство микроконтроллеров STM32L4. DSP с батарейным питанием	10
Мультиядерные процессоры компании Texas Instruments семейства 66AK2X	18
Видеомост с интерфейсом USB3 на базе ПЛИС решает проблему совместимости между персональными компьютерами и источниками мультимедийного контента высокой четкости	24
LTC3330 — энергосберегающее решение для беспроводной сети SmartMesh WirelessHART	30
НОВОСТИ	40
РАСПРОДАЖА	48
ЭЛЕКТРОМЕХАНИЧЕСКИЕ КОМПОНЕНТЫ	
Выбор соединительных решений для медицинского оборудования	52
БЕСПРОВОДНЫЕ РЕШЕНИЯ	
Модули Gemalto для сетей LTE	56
ВЫСОКОНАДЕЖНЫЕ КОМПОНЕНТЫ	
Победа GAN-технологии	58
Радиационно-стойкий ограничитель тока RHFPMICL1: «умный предохранитель» от компании STMicroelectronics	60
Новый радиационно-стойкий стабилизатор напряжения RHFL6000A от STMicroelectronics	62

КОМПОНЕНТЫ И ТЕХНОЛОГИИ

Components & Technologies

www.kit-e.ru



Содержание журнала «Компоненты и Технологии» за 2015 год

DSP и обработка сигналов

- Применение AMC-модуля TORNADO-A6678 в системах ЦОС стандарта MicroTCA № 1

АЦП и ЦАП

- АЦП с чередованием во времени. Раскрывая тайны № 9
Быстродействующий двухканальный 16-разрядный ЦАП серии 1273ПА10Т № 11

Беспроводные технологии

- Тестирование приемников PCI Express № 4

Встраиваемые системы

- Возможности статического анализатора Atollic TrueINSPECTOR для повышения качества встраиваемых приложений № 4
Автоматизация модульного тестирования с Atollic TrueVERIFIER для повышения качества встраиваемых приложений № 5
Возможности Atollic TrueSTUDIO для повышения качества разработки и отладки встраиваемых систем на базе ARM № 6
Измерение качества тестирования встраиваемых приложений с Atollic TrueANALYZER № 7
Планшетный компьютер на базе процессорного модуля № 8
Особенности продуктовой линейки промышленных накопителей Apacer № 8
Контроль изменений кода при разработке встраиваемых программных приложений № 9,10

ВЧ и СВЧ компоненты

- ВЧ- и СВЧ-приборы компании Mini-Circuits. Часть 2 № 1
Фазовая стабильность кабельных сборок СВЧ с диэлектриком ПТФЭ № 6
Оригинальные конструктивные решения фазостабильных кабелей СВЧ-диапазона № 8
ЖИГ-генераторы и синтезаторы частот компании Micro Lambda Wireless № 9
ВЧ- и СВЧ-фильтры компании Reactel № 10

Датчики

- Токовые клещи: новый взгляд на старые приборы № 1
Новые датчики газа фирмы Figaro № 1
МЭМС или не МЭМС? И другие вопросы выбора и применения газовых расходомеров на примере линейки Zephyr Honeywell № 1
Контроль производственного оборудования при помощи беспроводных датчиков вибраций № 1
Измерение уровня жидкости с помощью отраженного сигнала № 1
Датчики Panasonic для электронной промышленности. Инновационный подход к автоматизации № 1
Ультразвуковой датчик жидких сред с сетевым интерфейсом № 2
Радарные модули фирмы RFBeam диапазона ISM 24,05–24,25 ГГц № 4
Семейство ИС LX33xx компании Microsemi — мост между датчиками и контроллером системы № 5
Инфракрасные датчики газа SGX: путь к безопасности и энергоэффективности № 7
Новые многофункциональные МЭМС-датчики движения производства STMicroelectronics № 10
Colibrys: современные технологии со швейцарским качеством № 10
Самый маленький в мире оптический гироскоп: перспектива нового витка в оборудовании для навигации № 11
Новые многофункциональные МЭМС-датчики движения производства STMicroelectronics № 11
Микроэлектронные датчики состояния окружающей среды STMicroelectronics № 12

Дисплеи

- Сенсорные панели NORITAKE для жестких условий эксплуатации № 8
Лауреаты премии «Лучший дисплей 2015 года» № 8

Измерительное оборудование

- Новейшие 8-битовые осциллографы Teledyne LeCroy с сенсорным дисплеем и умеренной стоимостью № 1
Анализ сигналов с использованием функции архива данных осциллографа R&S RTO № 1
Юбилей профессора В. П. Дьяконова № 3
Шумовая головоломка. Методы измерения фазового шума № 3

Сенсация 2015: Teledyne LeCroy освоила выпуск первого в мире 100ГГц осциллографа реального времени!	№ 3
Прорыв компании Keysight Technologies в тестировании сверхскоростных систем, устройств и компонентов	№ 3
Новейшие анализаторы спектра реального времени корпорации Tektronix	№ 3
Современная техника генерации импульсных и произвольных сигналов корпорации Tektronix	№ 4
Новейшие анализаторы спектра и сигналов компании Keysight Technologies бьют рекорды	№ 4
Новый класс приборов: мультиметры/осциллографы с графическим и сенсорным экраном	№ 5
Многоканальная модульная электронная нагрузка с функцией рекуперации серии EA-ELR 9000-6U MCh	№ 5
Источники электропитания Keysight Technologies и приборы для их тестирования	№ 5
Создание сценариев с несколькими излучателями с помощью высокоинтегрированного быстроперестраиваемого генератора сигналов	№ 6
Осциллографические пробники общего применения корпорации LeCroy	№ 6
Компания Rohde & Schwarz: от европейского к мировому лидерству!	№ 6
Варианты создания систем тестирования силовой электроники на базе новинок компании Elektro-Automatik	№ 6
Руководство для начинающих по измерениям с переменной нагрузкой	№ 7
Применение многопортового векторного анализатора цепей в формате PXI для быстрого и точного анализа электрических цепей	№ 7
Углубленный анализ сигналов осциллографами высокой четкости R&S RTO	№ 8
Применение БПФ и функций математической обработки осциллографов для ВЧ-измерений	№ 8
Новые анализаторы спектра и сигналов R&S FPS с внешним дисплеем и виртуальным интерфейсом	№ 8
Метрологическое обеспечение измерений параметров СВЧ-устройств с соединителями SMP	№ 8
Прорыв Keysight Technologies в области измерения сверхмалых напряжений/токов и сверхбольших сопротивлений	№ 9
Математика и автоматические измерения в осциллографах высокой четкости R&S RTO	№ 9
Компьютерная реализация методов вейвлет-анализа в среде разработки виртуальных приборов NI LabVIEW	№ 9
Применение калибровки для оптимизации наиболее важных измерений	№ 10
Оборудование для эффективного обслуживания и диагностики наземных станций Ка-диапазона и выше	№ 11

Интерфейсы

Передача информации по сетям электропитания с помощью ИС компании Semtech	№ 11
---	------

Источники питания

Литий-ионные аккумуляторные батареи для буксировщиков пловцов	№ 3
Краткая история электричества, или Почему «умные дома» питаются постоянным током	№ 3
Достоинства и недостатки систем защиты от перенапряжения	№ 3
Модули серии PFE — удобная основа для создания надежной системы электропитания	№ 4
Многофункциональный источник питания с резервной батареей и входным напряжением до 60 В на микросхемах LTC3890 и LTC4000	№ 4
Маломощные отечественные импульсные AC/DC-источники питания с широким диапазоном входного напряжения	№ 4
Зарядные устройства для портативных литий-ионных аккумуляторных батарей	№ 4
Микроконтроллеры Microchip в импульсных источниках питания	№ 6
DC/DC-преобразователи с усиленной изоляцией от RECOM для увеличения срока службы IGBT-модулей	№ 9
DC/DC-конвертеры Vicor семейства VIA BCM	№ 9
Источники питания PULS: компактно, мощно, просто	№ 10
Использование DC/DC-преобразователей VPT при работе на большую емкостную нагрузку	№ 11
Интегрированные модули питания Sumida высокой эффективности	№ 11
Безопасное использование DC/DC-преобразователей: требования третьей редакции стандарта IEC 60601-1	№ 11

Конденсаторы, резисторы, индуктивности

Литий-ионные конденсаторы: устройство и характеристики	№ 2
Вопросы надежности и срока службы алюминиевых электролитических конденсаторов	№ 2
К вопросу об эффективности и целесообразности создания гибридных (асимметричных) суперконденсаторов	№ 3
Вопросы надежности и срока службы алюминиевых электролитических конденсаторов	№ 3

Твердотельные ионисторы: новые серии, параметры и характеристики	№ 9
Выбор катушек для беспроводных зарядных устройств	№ 9
Суперконденсаторы Murata: большая емкость при малых габаритах	№ 10

Микроконтроллеры

Профилирование энергопотребления микроконтроллеров EFM32 Gecko	№ 1
Графический контроллер FT800. Вывод на экран изображения стрелочного индикатора и оптимальное использование ресурсов управляющего микроконтроллера	№ 2
Графические модули FTDI VM800P и VM801P	№ 4
uGFX — графическая библиотека для микроконтроллеров. Часть 4	№ 4
Перспективные микроконтроллеры AVR компании Atmel	№ 5
Графический контроллер FT800. Программные средства разработки и отладки	№ 6
Программно-аппаратный комплекс для беспроводных систем сбора и передачи данных ADUCRF101 + ADDRADIO.NET. Часть 1	№ 7
Новый комплект разработчика детекторов систем безопасности на базе микроконтроллера Renesas RL78/I1D. Часть 1	№ 7
Новый комплект разработчика детекторов систем безопасности на базе микроконтроллера Renesas RL78/I1D. Часть 2	№ 8
Технология снижения энергопотребления picoPower в микроконтроллерах AVR и SMART ARM компании Atmel	№ 9
Программно-аппаратный комплекс для беспроводных систем сбора и передачи данных ADUCRF101 + ADDRADIO.NET. Часть 2	№ 9
Разработка для микроконтроллеров STM32 в среде операционной системы Linux	№ 10
От простого к сложному. Использование оценочной платы Xplained Mini компании Atmel в программной среде Arduino IDE	№ 11

Операционные усилители

Современные продукты компании Analog Devices. Операционные и специализированные усилители	№ 4
---	-----

Осциллографы

Почему сигнал на экране цифрового осциллографа выглядит таким широким?	№ 5
Сверхскоростные (4–100 ГГц) осциллографические системы Teledyne LeCroy класса HiEnd	№ 7
Основы работы с осциллографами высокой четкости R&S RTO	№ 7
Серия Hi-End-осциллографов WavePro/SDA 7 Zi-A с полосой 1,5–6 ГГц фирмы Teledyne LeCroy	№ 10
Работа осциллографов высокой четкости R&S RTO с внешними расширениями	№ 10
Расширенный спектральный анализ в осциллографах высокой четкости R&S RTO	№ 11
Осциллографы Keysight серии S — стандарт широкополосных осциллографов высокой четкости	№ 11

ПЛИС и ПАИС

Проектирование встраиваемых микропроцессорных систем на базе расширяемых процессорных платформ семейства Zynq-7000 AP SoC в САПР Xilinx ISE Design Suite	№ 1
Микросхемы ПЛИС Speedster22i от Achronix: самые быстрые и самые большие. Часть 5	№ 1
Методология проектирования для ПЛИС Xilinx: организационные аспекты	№ 1
Блоки SERDES в новых ПЛИС корпорации Microsemi. Часть 1	№ 1
Стили описания конечных автоматов на языке Verilog	№ 2
Разработка программного обеспечения встраиваемых микропроцессорных систем, проектируемых на базе расширяемых вычислительных платформ семейства Zynq-7000 AP SoC фирмы Xilinx	№ 2
Проектирование для ПЛИС Xilinx: системные аспекты и уровень регистровых передач	№ 2
Проектирование КИХ-фильтров на распределенной арифметике в САПР ПЛИС XILINX ISE DESIGN SUITE	№ 2
Блоки SERDES в новых ПЛИС корпорации Microsemi. Часть 2	№ 2
Разработка цифровых систем на базе FPGA Xilinx начального уровня	№ 3
Разработка программного обеспечения встраиваемых микропроцессорных систем, проектируемых на базе расширяемых вычислительных платформ семейства Zynq-7000 AP SoC фирмы Xilinx. Часть 2	№ 3
Минимизация конечных автоматов путем использования значений выходных переменных для кодирования внутренних состояний	№ 3
Разработка программного обеспечения встраиваемых микропроцессорных систем, проектируемых на базе расширяемых вычислительных платформ семейства Zynq-7000 AP SoC фирмы Xilinx. Часть 3	№ 4
Практические вопросы проектирования устройств с применением ПЛИС Spartan-6	№ 4
ПЛИС Xilinx семейства UltraScale+ и перспективы их применения	№ 4

Разработка программного обеспечения встраиваемых микропроцессорных систем, проектируемых на базе расширяемых вычислительных платформ семейства Zynq-7000 AP SoC фирмы Xilinx. Часть 4	№ 5
Разработка КИХ-фильтров в системе Xilinx System Generator САПР ISE Design Suite	№ 5
Разработка программного обеспечения встраиваемых микропроцессорных систем, проектируемых на базе расширяемых вычислительных платформ семейства Zynq-7000 AP SoC фирмы Xilinx. Часть 5	№ 6
Проектирование последовательных КИХ-фильтров в системе Xilinx System Generator с применением библиотеки Reference BlockSet/DSP	№ 6
КИХ-фильтров в системе Xilinx System Generator с применением методологии Black Boxes	№ 7
Разработка программного обеспечения встраиваемых микропроцессорных систем, проектируемых на базе расширяемых вычислительных платформ семейства Zynq-7000 AP SoC фирмы Xilinx. Часть 7	№ 8
Проектирование конечных автоматов с использованием пакетов расширения Stateflow и Xilinx System Generator системы Matlab/Simulink	№ 8
Разработка программного обеспечения встраиваемых микропроцессорных систем, проектируемых на базе расширяемых вычислительных платформ семейства Zynq-7000 AP SoC фирмы Xilinx. Часть 8	№ 9
Разработка программного обеспечения встраиваемых микропроцессорных систем, проектируемых на базе расширяемых вычислительных платформ семейства Zynq-7000 AP SoC фирмы Xilinx. Часть 9	№ 10
Реализация обмена данными между ПЛИС и процессорной системой в Cyclone V SoC на базе платы DE1-SoC от Terasic	№ 12
Разработка программного обеспечения встраиваемых микропроцессорных систем, проектируемых на базе расширяемых вычислительных платформ семейства Zynq-7000 AP SoC фирмы Xilinx. Часть 11	№ 12
Проектирование КИХ-фильтров в системе визуально-имитационного моделирования Matlab/Simulink с использованием Altera DSP Builder	№ 12
Программируемые аналоговые схемы Anadigm. Использование виртуальных генераторов сигналов в САПР AnadigmDesigner2	№ 12
Опыт работы с ядром Ethernet ПЛИС Achronix	№ 12

Разъемы, соединители, коммутационные устройства

Радиочастотные соединители S-Conn Enterprise Co. (Тайвань)	№ 2
Соединительные устройства MOLEX для сложных условий эксплуатации	№ 7
Оптоволоконные соединители компании Amphenol для жестких условий эксплуатации	№ 8
Применение межплатных соединителей Samtec QStrip серий QTH/QSH для высокоскоростной передачи данных в системах стандарта PCI Express 3-го поколения с пропускной способностью 8 ГТ/с	№ 9
Соединительные решения с гиперболоидными контактами фирмы IEN	№ 11

Рынок электронных компонентов

Статистика запросов на eFind.ru: тренды 2014 года	№ 1
Мифы и реалии импортозамещения в российской радиоэлектронной промышленности	№ 2
Выставка «ВакуумТехЭкспо» отмечает свой 10-летний юбилей!	№ 3
Вся радиоэлектроника в Крокус Экспо с 24 по 26 марта 2015 года	№ 3
Доверяй и поверяй	№ 4
Анализ спроса на электронные компоненты в 2014 году	№ 4
GS Nanotech приближает будущее: важный шаг для развития отечественной потребительской электроники сделан	№ 4
Обзор продукции компании Abracon Corporation	№ 5
Заслуженный успех выставки «ЭкспоЭлектроника»	№ 5
Функциональные аналоги интегральных микросхем и полупроводниковых приборов производства ОАО «ИНТЕГРАЛ» — управляющая компания холдинга «ИНТЕГРАЛ»	№ 6
Конференция «РобоСектор-2015»	№ 6
Функциональные аналоги транзисторов (биполярных, полевых) производства ОАО «ИНТЕГРАЛ» — управляющей компании холдинга «ИНТЕГРАЛ»	№ 7
Радиационно-стойкие микросхемы от компании «Миландр»	№ 7
Микроконтроллеры: статистика запросов на eFind.ru	№ 7
Об импортозамещении и «импортозамещении». Технологический ресурс импортозамещения	№ 9
Динамичное развитие тайваньской электроники	№ 9
Анализ российского рынка печатных плат 2015	№ 9
MASTERS Russia 2015: изучение энергоэффективной радиосети LoRaWAN	№ 9
Первая в России конференция пользователей систем периферийного сканирования	№ 10
Десять лет выставке «Электроника-Транспорт»	№ 10
Конференция «Микроэлектроника-2015»: прорыв в мире электроники	№ 12
Компания «ЭЛТЕХ» получила статус официального дилера Microchip Technology	№ 12

САПР

Инструменты анализа схем электрических принципиальных в программной среде NI Multisim 12.0	№ 1
Инструменты анализа схем электрических принципиальных в программной среде NI Multisim 12.0. Часть 2	№ 2
Трехмерное моделирование средствами DesignSpark Mechanical	№ 3
Симулятор электронных схем с открытым исходным кодом Qucs: основные возможности и основы моделирования	№ 3
Инструменты анализа схем электрических принципиальных в программной среде NI Multisim 12.0. Часть 3	№ 3
Автоматизированное проектирование электронных устройств при помощи специализированного пакета Proteus 8.1	№ 3
Проведение измерений при помощи виртуальных приборов в программной среде Proteus 8.1	№ 4
Инструменты анализа схем электрических принципиальных в программной среде NI Multisim 12.0. Часть 4	№ 4
MATLAB и современные измерительные приборы	№ 4
Проведение измерений при помощи виртуальных приборов в программной среде Proteus 8.1. Часть 2	№ 5
Модель измерителя отношения частот сигналов в среде VisSim	№ 5
Инструменты анализа схем электрических принципиальных в программной среде NI Multisim 12.0. Часть 5	№ 5
DesignSpark Mechanical: проектируем свой первый объект	№ 5
Разработка схемы электрической принципиальной в программной среде Proteus 8.1	№ 6
Программный комплекс формирования БД-компонентов и обмена данными между участниками проектных работ в САПР. Комплекс Comrbox	№ 6
Инструменты анализа схем электрических принципиальных в программной среде NI Multisim 12.0. Часть 6	№ 6
Разработка программного обеспечения встраиваемых микропроцессорных систем, проектируемых на базе расширяемых вычислительных платформ семейства Zynq-7000 AP SoC фирмы Xilinx. Часть 6	№ 7
Профессиональная работа в САПР DesignSpark PCB. Часть 1. Установка и пользовательская настройка	№ 7
Проектирование схем электрических принципиальных с использованием микроконтроллеров в программной среде Proteus 8.1.	№ 7
Новые приложения OrCAD 2015	№ 7
Работа с виртуальным осциллографом Tektronix в программной среде NI Multisim 12.0	№ 8
Моделирование высокочастотных схем в частотной области при помощи САПР Qucs	№ 8
Второй проект в DesignSpark Mechanical: тело вращения с внешними ребрами. Что это будет?	№ 8
Профессиональная работа в системе DesignSpark PCB. Часть 2. Создание принципиальной схемы и собственной библиотеки компонентов на примере светодиодного модуля	№ 9
Инструменты симуляции Agilent в программной среде NI Multisim 12.0. Работа с виртуальным мультиметром и функциональным генератором	№ 9
Анализ схем электрических принципиальных в программной среде Proteus 8.1	№ 9
Профессиональная работа в системе DesignSpark PCB. Часть 2. Создание принципиальной схемы и собственной библиотеки компонентов на примере светодиодного модуля	№ 10
Проектирование схем электрических принципиальных с использованием микросхем памяти в программной среде Multisim 12.0	№ 10
Анализ схем электрических принципиальных в программной среде Proteus 8.1. Часть 2	№ 10
Работа с микроконтроллерами AVR в программной среде Proteus 8.1	№ 11
Профессиональная работа в системе DesignSpark PCB. Часть 4. Проектирование печатной платы на примере светодиодного модуля: трассировка и выходные файлы	№ 11
Работа с микроконтроллерами AVR в программной среде Proteus 8.1. Часть 2	№ 12
Отладка источников электропитания осциллографом высокой четкости R&S RTO	№ 12
Новейшие цифровые осциллографы компании Keysight InfiniiVision серии 6000 X и Infiniium серии S: первым делом гигагерцы...	№ 12
Гибкие абсорбирующие магнитные материалы от компании Crown Ferrite: широкие возможности и простота использования	№ 12
Вопросы надежности для DC/DC-преобразователей	№ 12
Беспроводные датчики IoT и проблемы малого времени работы от батарей	№ 12

Силовая электроника

Современные термоэлектрические источники питания электронных устройств	№ 1
Сильные и надежные: промышленные IGBT-модули от International Rectifier	№ 1
IGBT или MOSFET: выбирайте с умом	№ 5
Построение системы электропитания по принципу IBA для высоконадежной радиоаппаратуры. Почему бы и нет?	№ 6
Новые ультратонкие преобразователи DC/DC компании GE и некоторые особенности работы с ними	№ 6
Многоканальный модульный блок питания с уровнем помех ниже графика 1 «Норм»	№ 6

Импульсные источники питания Bel Power Solutions. Проверенная надежность под новым брендом	№ 6
Готовые модули DC/DC-преобразователей — замена дискретным решениям	№ 6
Блоки питания RECOM: установил и забыл	№ 6
DC/DC-преобразователи GAIA Converter с ультрашироким диапазоном входных напряжений 12:1	№ 6
DC/DC-конвертеры Vicor семейства VI Chip DCM	№ 6
Технология увеличения плотности теплового потока	№ 7
Асимметричные фильтры для стандартов HEMP и TEMPEST	№ 8

Специализированные микросхемы

Семейство криптографических микросхем CryptoAuthentication компании Atmel с безопасным аппаратным хранением ключей: ATSHA204A, ATECC508A/108A, ATAES132A	№ 9
Микросхемы семейства CryptoAuthentication компании Atmel: вопросы и ответы	№ 10
Аппаратно защищенные микросхемы семейства CryptoAuthentication: потенциальные применения ATSHA204A	№ 10
ИМС параллельно-последовательного преобразователя с передатчиком стандарта LVDS категории качества «ВП» 5560ИНЗУ	№ 11
Аппаратно защищенные микросхемы семейства CryptoAuthentication: потенциальные применения ATECCx08A	№ 11

Схемотехника и проектирование

Расчет количественных показателей надежности цифровых БИС с использованием справочника MIL-HDBK-217F и программы MTBF Calculator фирмы ALD	№ 1
Поисковые технологии проектирования целочисленных цифровых фильтров. Часть 3	№ 1
Синхронные детекторы для прецизионных измерений сигналов низкого уровня	№ 2
Развитие требований к характеристикам электромагнитной совместимости общепромышленной и оборонной продукции и современные технические средства для их оценки	№ 2
Организация питания промышленных компьютеров от шин напряжения постоянного тока	№ 2
Разработка недорогих гибко настраиваемых интерфейсных мостов для применения периферийных устройств стандарта MIPI на базе шины D-PHY во встраиваемых системах	№ 3
Проектирование подсистемы питания для интегрированных ИС ВЧ	№ 3
Практические вопросы применения ИМС изолированного интерфейса в части выполнения требования по электромагнитной совместимости	№ 3
Электромагнитная совместимость РЭА. Электростатические разряды	№ 4
Проектирование фильтров в программе FilterCAD 3.0	№ 4
Поисковое проектирование активных фильтров в дискретном пространстве параметров	№ 4
Поиск скрытых резервов современных микросхем. Часть I, II	№ 4, 5
АЦП последовательного приближения с алгоритмом измерения Sub-2 radix	№ 4
Построение Ethernet-контроллера на ПЛИС	№ 5
Особенности проектирования топологии печатной платы для высокочастотного импульсного понижающего стабилизатора напряжения	№ 5
Архитектура АСКУЭ на базе решений компании «Миландр»	№ 5
Защита входных каскадов АЦП с дискретизацией на ВЧ: отнюдь не черная магия	№ 6
SPICE Differentiation. Различия в реализациях симуляторов SPICE	№ 7
Функциональная безопасность электронных систем для автомобильного и промышленного рынка. Стандарты IEC 61508 и ISO 26262 и программа SafeAssure компании Freescale	№ 8
Решения проблемы пульсаций и помех DC/DC-преобразователей: входная и выходная фильтрация	№ 8
Решение проблемы магнитного экранирования на примере материалов компании Wurth Elektronik	№ 8
Применение синхронного демодулятора ADA2200 для измерения слабых сигналов датчиков с аналоговым выходом	№ 8
Видеомост с интерфейсом USB 3.0 на базе ПЛИС Lattice	№ 8
Комплексный подход к освоению интерфейсов ARINC-429 и МКИО	№ 9
Источники опорного напряжения: основные параметры и принципы проектирования	№ 9
Следящие и адаптивные алгоритмы регулирования в цифровых преобразователях угла для СКВТ	№ 10
Методы снижения синфазных и дифференциальных помех при проектировании электронных изделий	№ 10
Тактовая синхронизация широкополосных быстродействующих АЦП с интерфейсом JESD204B	№ 11
Проектирование последовательных КИХ-фильтров в системе визуально-имитационного моделирования Matlab/Simulink с использованием Altera DSP Builder	№ 11
Особенности проектирования широкополосных синтезаторов частот на основе ФАПЧ с интегрированным ГУН	№ 11

Технологии

Проблемы тестирования микропроцессорных реле защиты на устойчивость к преднамеренным электромагнитным деструктивным воздействиям	№ 3
Определение характеристик случайных процессов бета-распределения	№ 3
Методика восстановления трехпортовой бесструктурной модели полевого транзистора с затвором Шоттки	№ 3
Проблемы обеспечения низкого уровня паров воды в корпусах интегральных схем	№ 5
Компьютерные технологии фирмы National Instruments для виброакустической диагностики механических систем	№ 5
Специализированные радиационно-защитные корпуса для изделий микроэлектронной техники	№ 6
Технологии и компоненты для защиты микропроцессорных реле от электромагнитного импульса	№ 7
Применение технологии вакуумного литья для мало и микросерийного производства корпусов электронной аппаратуры	№ 7
Два подхода к проведению соединений в плоских конструктивах	№ 7
Компактная 64 канальная система сбора данных с функциями обработки синхронных и когерентных сигналов	№ 9
Качество работы — на первом плане	№ 9
Вопросы надежности для DC/DC-преобразователей	№ 9
Новая камера для испытания антенн компании AWT Global с низким уровнем пассивной интермодуляции	№ 10
Методика оценивания возможности применения активной фазированной антенной решетки в радиолокационных станциях специального назначения	№ 10
Встраиваемые системы распознавания лиц, мимики и жестов от компании Omron	№ 10
3D-печать: технологии, оборудование и материалы	№ 10
Топологический подход к проведению соединений в плоских конструктивах	№ 11
Использование непрерывного вейвлет-преобразования в интерферометрии	№ 11

Электронные компоненты

Радиационно-стойкие безлицензионные DC/DC-преобразователи International Rectifier	№ 4
Полные решения изолированных интерфейсов средств управления и автоматизации на примере предложений компании Maxim	№ 4
Высокотемпературные компоненты CISOID	№ 4
Взаимозаменяемость интегральных микросхем и полупроводниковых приборов производства стран СНГ	№ 4
Эволюция МЭМС-продуктов компании Analog Devices и современные инерциальные измерительные модули iSensor	№ 5
Современные литий-ионные аккумуляторы. Батареи на их основе	№ 5
Многополюсные разъемы ILME для промышленного оборудования	№ 5
Кабельные сборки СВЧ-диапазона. Назначение, классификация, особенности применения	№ 5
Вопросы надежности и срока службы алюминиевых электролитических конденсаторов при нормальном напряжении	№ 5
Контроллеры емкостных сенсоров компании Microchip Technology	№ 6
Вопросы надежности и срока службы алюминиевых электролитических конденсаторов при аномальных напряжениях	№ 6
Полупроводниковые приборы компании CDIL	№ 7
Кремниевые сборки SPA производства Littelfuse для защиты чувствительной электроники	№ 7
Варисторы и конденсаторы Keko Varicon для автомобильных и промышленных применений	№ 7
Функциональные аналоги транзисторов (биполярных, полевых) производства ОАО «ИНТЕГРАЛ» — управляющей компании холдинга «ИНТЕГРАЛ»	№ 8
Функциональные аналоги транзисторов (биполярных, полевых) производства ОАО «ИНТЕГРАЛ»	№ 9
Цифровые изоляторы Silicon Labs	№ 10
Ферритовые фильтры	№ 10
Компоненты фирмы MENTOR GmbH & Co: от автомобильной промышленности до медицинских приложений	№ 10
Проблемы микроминиатюризации корпусов кварцевых резонаторов	№ 11

НОВОСТИ ЭЛЕКТРОНИКИ

www.compel.ru/lib/ne/

2015 №1

- 1. От истоков до наших дней: исторический обзор развития электроники
- 2. Измерение параметров вращения: измерение скорости вращения
- 3. Избавление от перегрузки: измерение дисбаланса вращающихся частей

BOURNS Мелочей не бывает

www.compeljournal.ru

2015 №2

- 1. Как снизить энергопотребление в инфосетях при передаче данных по беспроводным каналам
- 2. Как оптимизировать мощность сигнала с помощью антенны
- 3. Как достичь максимального времени работы: автономная работа с аккумуляторами

Учебные курсы для разработчиков

TEXAS INSTRUMENTS

www.compeljournal.ru

2015 №3

- 1. Сигнальные реле для телекоммуникаций
- 2. Миниатюрные силовые реле
- 3. Реле с магнитной блокировкой для счетчиков

Кое-что о реле

www.compeljournal.ru

2015 №4

- 1. Для однофазных и трехфазных счетчиков: новые счетчики универсального назначения
- 2. Основа бюджетного расходомера
- 3. Пользовательский доступ к счетчику

STMicroelectronics

Учитывая каждый милливатт

www.compeljournal.ru

2015 №5

- 1. Сварка от Texas Instruments: новые технологии
- 2. Проверка боем: тестирование компонентов
- 3. Проектирование сварочного аппарата

Полупроводники и сварка

www.compeljournal.ru

2015 №6

- 1. Эффективность и компактность: новые решения
- 2. Для слабых систем: новые решения
- 3. Мощность превыше всего: новые решения

Промышленные модули питания на DIN-рейку

www.compeljournal.ru

2015 №7

- 1. Конечный кристалл: новые решения
- 2. Питание датчиков от батарейной сети
- 3. На замену батарейкам: новые решения

Уникальные технологии для разработчиков

UNITERA

www.compel.ru

2015 №8

- 1. Идеально для приборного учета: новые решения
- 2. Измерение на месте: новые решения
- 3. Российский вариант: новые решения

Учет ресурсов: новая эпоха

www.compel.ru

2015 №9

- 1. Современная зарядка от порта USB: новые решения
- 2. Подключение датчиков к преобразователям данных: новые решения
- 3. Питание аппаратуры УЗИ: новые решения

Микросхемы Maxim – особенности применения

www.compel.ru

2015 №10

- 1. Электронные капитаны: новые решения
- 2. Близость можно измерить: новые решения
- 3. Следить за температурой: новые решения

Датчики: степени вашей свободы

www.compel.ru

2015 №11

- 1. Максимальная дальность связи: новые решения
- 2. Смотрители малочисленные: новые решения
- 3. Исследование ESD на уровне системы: новые решения

Инженеры Texas Instruments – разработчикам

www.compel.ru

2015 №12

- 1. Для бесперебойного энергоснабжения: новые решения
- 2. Многоканальный измеритель: новые решения
- 3. Аналого-цифровая часть P2A: новые решения

Компоненты для релейной защиты

www.compel.ru

Содержание журнала «Новости Электроники» за 2015 год

№1 / 2015. Bourns - Мелочей не бывает

Bourns: для нас качество – не пустое слово

Потенциометры и триммеры Bourns: от истоков до наших дней

Измеряя параметры вращения: энкодеры Bourns

Силовые дроссели и синфазные фильтры для поверхностного монтажа: объять необъятное

Разряд, избавляющий от перегрузки: ионные разрядники Bourns с газовым наполнением

«Восстановить работоспособность!» Самовосстанавливающиеся PPTC-предохранители MULTIFUSE

TBU: самовосстанавливающаяся быстродействующая защита по току и напряжению

Подразделение защиты: TVS-диоды от Bourns

№2 / 2015. Texas Instruments - Учебные курсы для разработчиков

Новинка от TI: три процессора, DC/DC и радио 868/2400 МГц на одном кристалле

Практическое применение TIVA. Учебный курс. Часть II

RS-485 от TI: надежные решения для промышленных сетей

«Мое первое приложение для беспроводной связи в диапазоне 868 МГц» – пошаговая инструкция. Часть II

Как достичь максимального времени работы беспроводного узла с автономным питанием

CC3100 – сетевой процессор для «Интернета вещей». Часть II

№3 / 2015. Кое-что о реле

За дверцей шкафа: силовые реле для шкафной автоматики

Сигнальные реле для телекоммуникаций и связи

Высокочастотные реле для измерительного оборудования и средств связи

Силовые реле RZ от TE Connectivity

G3VM – семейство MOSFET-реле от Omron

Миниатюрные силовые реле серий PE, RE и RYII от TE Connectivity

Реле с магнитной блокировкой для счетчиков электроэнергии

Надежные реле из Азии: обзор продукции Tai-Shing

№4 / 2015. STMicroelectronics - Учитывая каждый милливатт

Для однофазных и многофазных счетчиков: новые измерительные микросхемы от ST

STM8L052 как основа для бюджетного расходомера

Импульсные источники питания ST для однофазных и трехфазных счетчиков электроэнергии

Пользовательский доступ к счетчику: NFC и Bluetooth Low Energy

Готовые библиотеки SPIRIT1 Library для быстрой разработки радиоканала энергосчетчика

№5 / 2015. Полупроводники и сварка

Сварка от Texas Instruments: все для инверторов сварочного тока

Электролитические конденсаторы в сварочных инверторах

Проверка боем: применение IGBT от ST в составе инверторов сварочных аппаратов MMA

Проектируешь сварочный аппарат? – возьми компоненты International Rectifier!

Новинка от ONS: IGBT для сварочного оборудования

№6 / 2015. Промышленные модули питания на DIN-рейку

Эффективность и компактность: новые источники питания на DIN-рейку от TDK-Lambda

Резервная батарея с креплением на DIN-рейку для слаботочных систем

Мощность превыше всего: регулируемые источники питания серий RST-5000/10000

Только новинки: свежие источники питания для LED от Mean Well

Для светодиодных инфосистем: низкопрофильные источники питания Mean Well

Морозостойкие литиевые аккумуляторы от компании EEMB

Французская «изюминка» для ответственных применений: химические источники тока от SAFT

№7 / 2015. Уникальные технологии для разработчиков

Мощные нитрид-галлиевые транзисторы (GaN) от EPC – конец эры кремния?
Iohus: ультраконденсаторы заменяют аккумуляторные батареи
Модули от Powercast: питание датчика от сотовой сети
Сборщики энергии вибраций от Mide Technology приходят на смену батареям
Melexis: микросхема для создания любого датчика тока
Датчики жестов HALIOS от Elmos: легким движением руки...
«Интернет вещей» – в массы! Миниатюрные веб-серверы от Lantronix

№8 / 2015. Учёт ресурсов: новая эпоха

Микроконтроллеры с FRAM от Texas Instruments – новая эпоха для приборов учета
Учет на местах: ИС Maxim для мониторинга собственного потребления и качества электропитания
Практическая реализация протокола wM-Bus для счетчиков энергии – вариант Texas Instruments
Модули MBee-868 в системах сбора показаний с приборов учета
Радиомодули MBee от компании «Системы, модули и компоненты (СМК)»

№9 / 2015. Микросхемы Maxim - особенности применения

Схемы начинаются с питания. Основы компоновки и трассировки плат импульсных источников питания
Создаем портативные аппараты УЗИ на базе современных аналоговых микросхем
Оптимизация шумовых параметров сигнальных цепей. Часть 1
Оптимизация шумовых параметров сигнальных цепей. Часть 2
Эффективная система заземления на платах с ИС смешанного сигнала
Подбор правильного трансформатора для драйвера MAX13256
Зарядка аккумулятора с помощью USB: роль детектора типа зарядного устройства
Высоконадежные решения для изоляции цифровых сигналов

№10 / 2015. Датчики: степени вашей свободы

Датчики и преобразователи Texas Instruments: разнообразие решений для всех типов измерений.
Для 3D-систем: датчик света и приближения VL6180
Электронные капитаны: iNEMO – новое семейство МЭМС-систем на кристалле
Теперь – и холловские: новые датчики магнитного поля от Texas Instruments
Датчики приближения Autonics: индуктивные и емкостные
Фотоэлектрические датчики Autonics
Maxim Integrated: спектр решений для измерения температуры
Атмосфера под контролем: датчики влажности HTS221 и атмосферного давления LPS25

№11 / 2015. Инженеры Texas Instruments - разработчикам

Максимальная дальность связи по радиоканалу в системе: как этого добиться?
Маячки Bluetooth Low Energy
Система Wi-Fi® с питанием от двух батареек с увеличенным сроком службы
Раскрываем тайны 6LoWPAN
Синхронный комбинированный преобразователь
Исследование ESD на уровне системы: пример MSP430™

№12 / 2015. Компоненты для релейной защиты

Релейные модули Weidmueller: немецкое качество, соответствующее российским стандартам
Для бесперебойного энергоснабжения: решения Weidmueller для шкафов релейной защиты
Широкодиапазонный источник питания для систем релейной защиты
Измерительный тракт для систем релейной защиты: решения от Texas Instruments
Решения Maxim Integrated для применения в релейной защите и энергетике

НОВОСТИ ЭЛЕКТРОНИКИ

Приложение к журналу + СВЕТОТЕХНИКА

www.compel.ru/lib/ns/



Содержание приложения «Новости Электроники + Светотехника»

№1 / 2015. Промышленные светильники на одном светодиоде

Светодиоды CREE XHP – 1500 люмен от одного кристалла

Легкость и компактность: новые матрицы CREE CXA2 (CXB) на базе технологии SC5

Первый шаг к универсальности: линейная оптика серии Florence-1R

Для здания и цеха: новые источники питания Mean Well для LED-светильников

Антикризисное предложение: новые ИП для LED-светильников внутреннего освещения

Подключай и освещай: соединители для светотехники от TE Connectivity

ПОЛУПРОВОДНИКОВАЯ СВЕТОТЕХНИКА

www.led-e.ru

solid-state lighting

www.led-e.ru



Содержание журнала «Полупроводниковая светотехника» за 2015 год

Источники и системы питания, драйверы светодиодов

Особенности эксплуатации электронных преобразователей в осветительных питающих сетях	№ 1
Особенности проектирования осветительных сетей для потребителей с функцией стабилизации мощности	№ 2
Новые контроллеры управления светодиодами MCP19114/5 компании Microchip Technology	№ 2
Компоненты и решения компании Analog Devices для систем освещения и подсветки	№ 3
Знак соответствия CE как показатель качества и безопасной эксплуатации светодиодных драйверов Mean Well	№ 4
MOSFET компании Infineon и их применение для драйверов светодиодных ламп	№ 5
Электролитические конденсаторы SAMWHA для LED-драйвера	№ 6
Микросхемы для светотехники	№ 6
Низкопрофильные источники питания для светодиодных информационных систем производства Mean Well	№ 6
Сеть электропитания постоянного тока для светодиодного освещения	№ 6
Варианты подключения длинных светодиодных лент к источникам питания	№ 6

Применение и проектирование светодиодов

Некоторые особенности VI светотехнической революции в наружном освещении. Часть 1	№ 1
Требования, предъявляемые проектными и эксплуатирующими организациями к автодорожным светодиодным светильникам	№ 2
Некоторые особенности VI светотехнической революции в наружном освещении. Часть 2	№ 2
Применение полупроводниковых излучателей в универсальных прицельных комплексах	№ 3
Филамент светодиодный на смену вольфрамовой спирали	№ 4
Светодиодные прожекторы и фонари для подводного освещения	№ 4
Светодиодное освещение для растениеводства	№ 4
Световой дизайн интерьера ресторана	№ 4
Лампы T8: в поисках альтернативы	№ 4
Сети освещения на постоянном напряжении в Нидерландах	№ 4
Трансформер Flex Lamp	№ 5
Светодиоды OSRAM в качестве источников света для выращивания растений	№ 5
Светодиодные осветители специального назначения	№ 5
Новый форм-фактор светильников и новые световые эффекты	№ 5

Рынок светотехники

Новые LED-драйверы для сибирских морозов	№ 1
Мнения стоящих за прилавком на светотехническом рынке о проблемах тех, кто стоит перед ним	№ 1
Исследования твердотельного освещения, представленные Министерством энергетики США	№ 1
Interlight Moscow powered by Light+Building 2014. Международная выставка декоративного и технического освещения, электротехники и автоматизации зданий	№ 1
2015-й — Международный год света	№ 1
Отечественная промышленность должна иметь собственный «аршин», которому только и можно верить	№ 2
Как светотехнический рынок не превратить в фотометрический базар. Советы метрологов	№ 2
Новинки на рынке светодиодной продукции от компании SemiLEDs	№ 3
Осенняя светодиодная феерия в Гонконге	№ 4
Состояние и тенденции рынка светодиодной продукции в период кризиса	№ 5
Индустрия светодиодов и сдвиг цепочки ценностей	№ 6
Планета светодиодов	№ 6
Светотехника в Петербурге: октябрь 2015	№ 6
«АтомСвет»: рынком чрезвычайно востребована экономия	№ 6
Энергосбережение в освещении: основные приоритеты	№ 6

Светодиодные кластеры

Новые серии светодиодов компании Cree на основе улучшенной технологической платформы	№ 1
Применение активированного европием нитрида кремния-алюминия с покрытием Al_2O_3 в светодиодах типа кристалл-на-плате»	№ 6
Новые цветные светодиоды компании Cree: особенности и перспективы использования	№ 6
WICOP2 — революционная технология бескорпусных светодиодов от компании Seoul Semiconductor	№ 6

Светодиодные светильники

Российские технологии для отверточного производства светодиодных светильников.	
Комплект для сборки дорожного светильника RPL-01	№ 1
Отражатели и линзы для использования в системах с твердотельными источниками света (SSL)	№ 1
Особенности освещения складов светодиодными светильниками и методики расчета окупаемости	№ 1
«Аппетитный» свет в торговле. Оптика LEDiL и светодиоды Edison	№ 2
Оптика LEDiL для светильников Indoor	№ 5
Необходимость и возможность испытаний на климатопригодность	№ 5
Многофункциональная оптика открывает новые границы для использования твердотельных источников света (SSL)	№ 5
Как сделать умный LED-светильник быстро и дешево	№ 6
Светодиодные осветители общего назначения для фото- и видеотехники	№ 6

Светодиоды

Точное тепловое моделирование — путь к достижению проектных целей при разработке светодиодных светотехнических изделий	№ 3
Разработка системы мер по обеспечению качества и энергоэффективности светотехнической продукции на рынке	№ 3
Новые светодиодные технологии — новые шансы	№ 3
Некоторые особенности VI светотехнической революции в наружном освещении. Часть 3	№ 3
Мера «добра и зла» в светодиодном освещении	№ 3
Лампы светодиодные двухцокольные и отличительные особенности их испытаний для целей сертификации	№ 3
Обзор новинок светодиодной продукции компании CREE	№ 4
Новые технологии — для нового поколения светодиодных светильников	№ 4
Новинки светодиодной продукции Lumileds	№ 4

Системы и элементы управления освещением

Сенсоры и обратная связь в многоцветных светодиодных системах	№ 2
Econex Smart — первая беспроводная система управления, успешно применяющаяся на объектах России	№ 6

Средства тестирования, измерения и поверки

Способ быстрого измерения температурного коэффициента напряжения светодиодов	№ 2
Сертифицировать или нет — вот в чем вопрос	№ 2
Практическая оценка ожидаемых затрат времени при измерениях гониоспектрометрами и гониофотометрами	№ 2
Где качество контроля качества?	№ 2
ANSI работает над усовершенствованием стандарта определения цветовых характеристик твердотельных источников света	№ 2
Средства тестирования, измерения и поверки. В поисках эталона излучения и его эталонного измерения	№ 4
Система добровольной сертификации «ВЦСПС СТАНДАРТ» на страже качества светотехнической продукции в России	№ 4
Системы оценки качества искусственного освещения: CRI, CQS, TLCI	№ 5

Тематические статьи

Смешивание цвета	№ 1
------------------	-----

Устройства и системы охлаждения

Проектирование теплоотвода под заданные условия эксплуатации	№ 3
Новые подходы к охлаждению высокомоощных LED-кластеров	№ 3
Металлогибридные термопрокладки — новый вид термоинтерфейсов для LED-кластеров	№ 6

www.radio.ru

РАДИО

АУДИО • ВИДЕО • СВЯЗЬ • ЭЛЕКТРОНИКА • КОМПЬЮТЕРЫ

www.radio.ru



Проводится подписка на **второе** полугодие 2016 г.

Подписная цена одного номера журнала
по каталогу Роспечати **165 руб.**

Подписка на **шесть номеров** (без учёта стоимости местной доставки) стоит **990 руб.**

Всё, что вы платите сверх этой суммы, — стоимость услуг по доставке журнала от вашего узла связи до вашего дома.

Стоимость полугодовой подписки при получении журнала в редакции (без рассылки) для физических лиц — 900 руб., для юридических лиц — 980 руб.

Стоимость с рассылкой из редакции (адресная рассылка) для индивидуальных подписчиков России — 1350 руб., для индивидуальных подписчиков из стран СНГ — 1840 руб.

Стоимость с рассылкой из редакции (адресная рассылка) для юридических лиц России — 1366 руб. 20 коп., для юридических лиц СНГ — 1888 руб. 92 коп.

Стоимость подписки с адресной рассылкой для жителей дальнего зарубежья на полугодие — 40 USD, на год — 80 USD.

На бланке напишите, за какие журналы вы переводите деньги и укажите свой точный адрес (с почтовым индексом). После того как деньги поступят на расчётный счёт, мы отправим вам журналы. При переводе денег почтовым переводом может понадобиться почтовый индекс банка 101000.

В редакции журнала "Радио" можно приобрести журналы "Радио"

Год выпуска	Номер журнала	Стоимость одного номера в редакции	Стоимость одного номера с пересылкой	
			в Россию	в остальные страны
2010	1—12	25 руб.	81 руб.	167 руб.
2011	1—12	45 руб.	101 руб.	187 руб.
2012	1—12	80 руб.	136 руб.	222 руб.
2013	1—12	95 руб.	161 руб.	237 руб.
2014	1—12	110 руб.	176 руб.	252 руб.
2015	1—6	125 руб.	191 руб.	276 руб.
2015	7—12	135 руб.	201 руб.	277 руб.
2016	1—6	150 руб.	216 руб.	292 руб.
2016	7—12	165 руб.	231 руб.	307 руб.

Электронный журнал "РАДИО"



Подписка на электронный журнал "Радио" с доставкой по электронной почте на 2016 год, а также на 2012 — 2015 годы. Цена не изменилась: 12 месяцев — 600 рублей! На сайте <http://el.radio.ru> Вы можете узнать, как подписаться.



"USB программатор микроконтроллеров AVR и AT89S; совместимый с AVR910"



"Цифровое устройство защиты с функцией измерения"



"Двухтактный оконечный усилитель на 6Н23П и 6П43П"



"Автомат световых эффектов на микроконтроллере"



"Блок зажигания — регулятор угла ОЗ на микроконтроллере PIC16F676"

НАБОРЫ ЖУРНАЛА "РАДИО"

<http://kits.radio.ru>



СОДЕРЖАНИЕ ЖУРНАЛА ЗА 2015 год

Первое число после названия статьи обозначает номер журнала, второе — страницу (начало статьи). Материалы рубрик "Обмен опытом" и "Дополнение к напечатанному" ("Наша консультация", "Обратите внимание") включены в соответствующие тематические разделы содержания.

Уважаемые читатели!	1	4
Лучшие публикации 2014 года	6	4
Призы журнала "Радио"	8	7

НАУКА И ТЕХНИКА. ВЫСТАВКИ

Незримый бой. А. Голышко	1	5
ИКТ на службе у медицины. А. Голышко	2	4
Цифровая электроэнергетика. А. Голышко	3	4
Апрельские тезисы. А. Голышко	4	4
120 лет радио. А. Голышко	5	4
Всемирный мобильный конгресс MWC'2015. А. Голышко	6	5
Интернет Солнечного города. А. Голышко	7	4
На страже Солнечного города. А. Голышко	8	4
Виртуальный Телеком. А. Голышко	9	4
Виртуальная нереальность. А. Голышко	10	4
Прелюдия к войне машин без людей. А. Голышко	11	4
Новые времена в операторском бизнесе. А. Голышко	12	4
Академик А. Л. Минц. Е. Петров	2	2-я с. обл.
150..., 140..., 120... С. Мишенков	5	7 и 3-я с. обл.
Исполнилось 120 лет открытию радиопередач на "волнах Герца". В. Меркулов	5	9
Памяти Б. С. Иванова	11	46

* * *

Выставка "Российский Hi-End 2014". А. Шихатов	3	12 и 3-я с. обл.
Робостанция. Картинки с выставки	9	3-я с. обл.

ВИДЕОТЕХНИКА

Спутниковые ресиверы DRE(DRS)-4500. Устройство и ремонт. В. Фёдоров	4	7,
см. также 5—12, 6—11, 7—7		
Управление электропитанием активной телеантенны. Д. Онышко	5	17
Ремонт DVB-T2 тюнера "Globo GL50". А. Бутов	12	7

ЗВУКОТЕХНИКА

Двухтактный гибридный УМЗЧ на триодах Г-811. А. Чечнев	1	8
Высоколинейный УМЗЧ с большим выходным сопротивлением. А. Орлов	3	7
Предоконечный усилитель для мощных триодных выходных каскадов ламповых УМЗЧ. О. Разин	4	12
Выходной каскад класса А для УМЗЧ без общей ООС. А. Петров	8	8
Однотактный стереоусилитель на пентодах. О. Платонов	8	11
МКУС в УМЗЧ с биполярными и полевыми транзисторами (универсальная структура).		

Корректирующий усилитель ЗЧ для мультимедийных устройств. А. Бутов	11	10
Акустическая система "SEVINA" (VERNA 50A-003). А. Демьянов	2	7
Доработка 6AC-2 для работы с нештатным усилителем. В. Марченко	5	18
Модернизация AC 35AC-012 (S-90)-2. В. Марченко	12	9
Корпусная АС для салона автомобиля. В. Марченко	6	15
Акустические системы с круговой диаграммой направленности излучения (АС пространственного поля). В. Костин	9	7
Применение электроакустической обратной связи в активных АС. А. Сырицо	7	12
Головные электростатические телефоны. В. Бондаренко	9	10
Тонкомпенсированный регулятор громкости с переменным резистором без отводов. Б. Демченко	10	7

Дополнения к статьям

Сапожников М. Буферный усилитель с гальванической развязкой ("Радио", 2007, № 12, с. 14). Печатная плата	10	64
---	----	----

РАДИОПРИЁМ

Новости вещания. В. Гуляев	1	11,
см. также 2—12, 3—15, 4—14, 5—20, 6—19, 7—16, 8—12, 9—15, 10—17, 11—12, 12—13		
Доработка радиоприёмника TECSUN S-2000. Хайо Лохни		
Часть 5. Доработка платы контроллера. Подсветка. АМ-тракт приёмника и АРУ. Параметры АМ-тракта микросхемы TA2057. Предварительный усилитель со смесителем. УПЧ и АМ-детектор. Сигналы на выводе 18. Система АРУ и ручная регулировка усиления. Первый каскад усиления в тракте первой ПЧ. Усилитель сигнала АРУ	1	12
Часть 6. Распределение усиления и доработка системы АРУ. Подготовка доработки системы АРУ. Доработка по варианту 1. Доработка по варианту 2	2	13
Часть 7. Тракт второй ПЧ 455 кГц. Измерение АЧХ тракта второй ПЧ. Пьезофильтры. Согласование пьезофильтров. Подстройка АЧХ с помощью реактивных элементов. Корректировка АЧХ с помощью LC-контура. Исправление АЧХ в S-2000. 455 или 450 кГц. Пьезофильтры на российских прилавках. Разновидности фильтров серий CFW и CFU. Повышенная избирательность. Важное дополнение	3	21
Часть 8. Уровни сигналов ЗЧ. ФНЧ на RC-цепях. Выравнивание уровней сигналов ЗЧ. Громкость при приёме ЧМ-сигналов. Громкость при приёме АМ-сигналов. Доработка SSB-детектора. Режим выхода ПЧ. Заводская путаница. Режим		



работы усилителя на транзисторе 1Q17. Настройка АЧХ тракта SSB. Замена фильтра CRB456. Телеграфный гетеродин. Доработка SSB-детектора. Предварительный УЗЧ и его АЧХ. Громкость в режиме SSB.4 16

Часть 9. Диапазон перестройки первого гетеродина. Доработка синтезатора частоты. Второй гетеродин. Заводская схема второго гетеродина. Подача сигнала второго гетеродина на смеситель. Доработка второго гетеродина. Корректировка частот переключения второго гетеродина 5 22

Часть 10. Тракт первой ПЧ (55845 кГц) и обзор кварцевых фильтров. Радиоприёмники с высокой первой ПЧ. Тракт усиления первой ПЧ. Линеаризация УПЧ на транзисторе 10Q9. Входной усилитель-смеситель в микросхеме TA2057. Буферный усилитель на транзисторе 10Q1. Простая доработка буферного усилителя. Обзор кварцевых фильтров. Типовые схемы кварцевых фильтров. Однорезонаторный фильтр. Лестничный фильтр. Быстрый расчёт лестничных фильтров. Мостовые фильтры. Взаимная компенсация двух кварцевых резонаторов. Монолитные фильтры 6 21

Часть 11. Налаживание тракта первой ПЧ (55845 кГц) и усиления приёмника. Двухрезонаторные фильтры на частоту 55845 кГц. Фильтр 55R15. Фильтр 55M15. Фильтр 55R08. Суммарная АЧХ двух одинаковых фильтров. Суммарная АЧХ двух разных фильтров. Блок из двух одинаковых фильтров. Варианты доработки тракта первой ПЧ (55845 кГц). Налаживание кварцевых фильтров. Налаживание первой секции фильтра. Вариант для осторожного читателя. Согласование с первым смесителем. Налаживание второй секции фильтра. Согласование с буферным усилителем. Усиление в тракте первой ПЧ. Вариант без буферного усилителя. Доработка входного усилителя в микросхеме TA2057. Балансировка первого смесителя или "клин клином вышибают" 7 18 и 3-я с. обл.

Часть 12. Входной тракт. Общие сведения. Коммутация сигналов. Первый смеситель. Переключатель AIR/ДВ-СВ-КВ. ФНЧ на плате № 10. Переключаемый аттенуатор. Переключатель диапазонов ДВ-СВ-КВ. Усилитель магнитной антенны. ФНЧ на плате № 1. Схема антенного узла (плата № 3). Приём с телескопической антенной. Диапазоны УКВ и AIR. КВ-вход "50 Ом". КВ-вход "500 Ом". УКВ-вход "50 Ом". Простая доработка. Полноценная доработка входного узла. Телескопическая антенна. ФНЧ на плате № 1. Антенные КВ-входы 50/500 Ом. Защитные диоды. Коммутатор AIR/ДВ-СВ-КВ. Аттенуатор. Заключение 8 14 и 3-я с. обл.

Радиоприёмник PL-660 и его доработка. **Хайо Лохни** Часть 1: Знакомство с PL-660. Из магазина — в эфир. Структурная схема. Разборка и сборка приёмника. Отсутствующие контакты и короткие замыкания. Доработка цепей питания. Доработка тракта ЗЧ. Согласование УМЗЧ со стереодекодером. Стереодекодер. ФНЧ шумоподавителя. АЧХ в режиме SSB 10 19

Часть 2. Доработка тракта ДВ-СВ-КВ-AIR. Узел защиты и внешняя антенна. Диодный переключатель УКВ-AIR-диапазонов. Входной ФНЧ усилителя КВ-диапазона. Доработка входного ФНЧ. Доработка тракта диапазона AIR.

Узел магнитной антенны. Налаживание системы ФАПЧ.11 13 и 3-я с. обл.

Часть 3. Повышение избирательности. Первый гетеродин. Налаживание фильтров ПЧ. Второй гетеродин. Кварцевые фильтры и тракт первой ПЧ. Налаживание кварцевых фильтров. Блок MULTI-DETECTOR HQ8953. Детектирование SSB-сигналов. Синхронный АМ-детектор. Доработка синхронного и SSB-детектора. Система АРУ 12 15

Ламповый УКВ ЧМ-приёмник в стиле ретро. **О. Разин**3 17

Дополнения к статьям

Хайо Лохни. Доработка радиоприёмника TECSUN S-2000 ("Радио", 2014, № 9—12; 2015, № 1—8). Поправки и дополнения 9 64

ИЗМЕРЕНИЯ

Малогабаритный частотомер с питанием от литиевого элемента. **Г. Нюхтилин**1 19
Предварительный усилитель-формирователь для частотомера FC250. **А. Паньшин**2 18
Многофункциональный частотомер. **Б. Балаев**5 29
Выносной щуп — делитель частоты на 10 для частотомера FC250. **А. Паньшин**4 26
Измеритель ёмкости и ЭПС оксидных конденсаторов — приставка к мультиметру. **С. Глибин**1 20
Вольтметр среднеквадратичных значений — приставка к мультиметру. **С. Глибин**4 24
Миллиомметр — приставка к мультиметру. **С. Глибин**8 23
Портативные генераторы ЗЧ с батарейным питанием. **П. Петров**2 20
Усовершенствование комбинированного прибора на базе микроконтроллера ATmega. **А. Савченко** ... 3 29
Испытатель элементов питания. **Н. Салимов**6 29
Измеритель ёмкости аккумуляторных батарей. **М. Озолин**7 26
Новые режимы в комбинированном измерительном приборе. **А. Савченко**9 17
Карманный осциллограф до 1 МГц. **А. Пичугов** ... 10 26
Дистанционное измерение электрического сопротивления. **Л. Елизаров**11 19

Дополнения к статьям

Календо В. Приставка к частотомеру для резонансных измерений ("Радио", 2014, № 9, с. 19). Поправки в тексте статьи и чертеже печатной платы6 64
Куракин Ю. Индикатор ЭПС оксидных конденсаторов ("Радио", 2008, № 7, с. 26, 27). Конструкция прибора, разработанная М. Пашковым ("Радио", 2014, № 6, с. 64). Резистор сопротивлением около 230 Ом, шунтирующий микроамперметр M68501, в окончательном варианте прибора исключён. 2 64
Межлумян А. Частотомер с аналоговой индикацией ("Радио", 2004, № 10, с. 24, 25). Печатная плата8 64
Озолин М. Измеритель ёмкости аккумуляторных батарей ("Радио", 2015, № 7, с. 26). Частота кварцевого резонатора ZQ1 — 3, 6864 МГц 12 64
Петров П. Калибратор осциллографа ("Радио", 2014, № 7, с. 19). Печатная плата 1 64

КОМПЬЮТЕРЫ

Библиотека для работы с 1-Wire устройствами.	
П. Высочанский	23
История развития Android. А. Прошин, Н. Горячев, Н. Юрков	28
Выключатель дополнительного внутреннего НЖМД.	
А. Кузнецов	41

Дополнения к статьям

Гейман В. Переключение НЖМД в компьютере ("Радио", 2013, № 8, с. 21). Печатная плата	64
---	----

МИКРОПРОЦЕССОРНАЯ ТЕХНИКА

Режим прямого доступа к памяти микроконтроллера ATxmega. А. Савченко	27
Система событий микроконтроллеров ATxmega. А. Савченко	24
Особенности портов ввода—вывода микроконтроллера ATxmega и их настройка средствами BASCOM AVR. А. Савченко	31
Система синхронизации микроконтроллера ATxmega и её настройка средствами BASCOM AVR. А. Савченко	27
Средства генерации, счёта импульсов и формирования временных интервалов в ATxmega. А. Савченко	25
Модуль светодиодного индикатора на ATtiny13. Н. Салимов	22
Прибор для проверки модулей ЖКИ на основе контроллера HD44780. Г. Нюхтилин	20
FLProg — система визуального программирования для Arduino. С. Глушенко	27
Как разработать программу для модема ACORP M56EMSF для его использования не по назначению. С. Журавлёв	30

Дополнения к статьям

Кожухин П. Портативный MP3-плеер ("Радио", 2014, № 7, с. 21—24). Размеры печатной платы — 84×50.	64
---	----

РАДИОЛЮБИТЕЛЮ-КОНСТРУКТОРУ

"Параллельный" анодно-экранный модулятор. С. Комаров	30
Обзор стандарта KNX. И. Кутепов	33
Индикатор настройки передатчика на основе "зелёного глаза". С. Комаров	30
Детекторный монитор СВ радиовещательного передатчика. С. Комаров	29
Передающий комплекс индивидуального радиовещания. С. Комаров	21
Простой источник образцового напряжения. Е. Гревцов	48
Умножитель числа импульсов с переключаемым коэффициентом умножения. К. Мороз	27

Дополнения к статьям

Разработки итальянских радиолюбителей. Автоматический переключатель источников питания ("Радио", 2013, № 2, с. 24, 25). Печатная плата	64
--	----

РАДИОЛЮБИТЕЛЬСКАЯ ТЕХНОЛОГИЯ

Об отверстиях в листовых материалах. К. Мороз	36
Демонтаж SMD-элементов. С. Глибин	39
Самодельные ребристые каркасы для катушек передатчика. С. Комаров	33
Изготовление тороидальных катушек. К. Мороз	22
Приспособление для пропитки трансформаторов. Е. Герасимов	39
Гибка листовых термопластичных материалов. К. Мороз	40
Полуавтоматический сверлильный станок с лазерным указателем. И. Паршин	32

Микроконтроллерное устройство управления микродрелью. А. Савченко	27
Сенсорный выключатель и держатель свёрл для микродрели. Е. Герасимов	20
Доработка стабилизатора температуры жала паяльника. Л. Елизаров	36
Стабилизатор температуры низковольтного паяльника без специального датчика. А. Скирда	24
Доработка электропаяльника. В. Филинцов	27
Усовершенствование оловоотсоса. С. Лукашов	46
Сварочный аппарат. Е. Герасимов	31
Оборудование для рабочего места радиолюбителя. А. Вишневский	23
Трёхмерные печатные платы в EAGLE и DipTrace. В. Хоменко	28

ПРИКЛАДНАЯ ЭЛЕКТРОНИКА

Бегущая строка с вводом текста по Bluetooth. В. Юшин	33
Антенный адаптер для повышения эффективности функционирования беспроводных сетей. Н. Калитёнков, В. Лебедев, В. Милкин, А. Шульженко	34
Часы с измерением метеопараметров и интерфейсом Ethernet. В. Гнитиёв	37
Часы с простым в управлении будильником. В. Прокошин	42
Часы-календарь-термометр на PIC16F628A и ЖКИ M269. А. Абакумов, Ю. Кузин	39
Демонстрационный индикатор радиоактивного излучения. Д. Лекомцев	40
Индикатор радиоактивности. Г. Закоморный	42
Измеритель-индикатор уровня радиации. С. Макарец	42
Дозиметр-индикатор интенсивности облучения. С. Макарец	29
Фазовый регулятор мощности. А. Бутов	38
Регулятор мощности с таймером. А. Степанов	41
12-канальный фазовый регулятор мощности. С. Шишкин	35
Семиканальный электронный ключ. С. Шишкин	39
Кодовый замок с ключом из микросхемы памяти. Н. Салимов	33
Электронный "сторож" на микроконтроллере. Э. Щенов	41
"Антизалив". Е. Аксёнов	38
ЛДС + электроника КЛЛ = надёжный светильник. М. Стукач	39
Автомат выключения насоса. В. Атласов	40
Доработка светильника "Облик". А. Бутов	41
Регулировка и стабилизация частоты вращения двигателя постоянного тока. В. Хиценко, Т. Яковлев	40
Регулятор частоты вращения коллекторного двигателя с ОС по противоЭДС якоря. А. Зыков	44
Импульсный искатель места повреждения линии связи. А. Пичугов	41
Двухзонный термометр на PIC-контроллере. В. Лазарев	42
Автомат управления уличным освещением с астротаймером. А. Савченко	40
Два устройства управления освещением. Н. Салимов	39
Экономичное фотореле. К. Мороз	43
Усовершенствование электророзжига газовой плиты. А. Дзанаев	40
Ремонт зажигалки Igniter. С. Глибин	35
Вытяжная гаражная вентиляция с реле времени на микроконтроллере. Д. Орлов	42
Блок управления системой водоснабжения. М. Муратов	35
Три фазы — из одной. В. Хиценко	42
Авиамодельный тахометр. О. Ильин	38
Танцевальная платформа для Dance Dance Revolution и Pump It Up. А. Генно	41
Повторитель показаний бытовых счётчиков воды. Н. Каменев	28
Светодиодный куб 5×5×5 на микроконтроллере PIC16F877A. В. Турчанинов	32

Дополнения к статьям

Бабын С. Переговорное устройство ("Радио", 2014, № 1, с. 44). Печатная плата	4	64
Гусев А. Автоответчик для АТС ("Радио", 2004, № 12, с. 44). Печатная плата	8	64
Закоморный Г. Индикатор радиоактивности ("Радио", 2015, № 4, с. 42, 43). Поправка в тексте	6	64
Клестов В. Простой "возвращатель" в исходную точку ("Радио", 2012, № 12, с. 33—35). Замена GPS-модуля LR9552	12	64
Корнев А. Анализатор концентрации угарного газа ("Радио", 2014, № 5, с. 36, 37). Печатная плата; поправка: инвертирующий вход ОУ, имеющегося в микросхеме MAX9001ESD, соединён с её выв. 4.	4	64
Макарец С. Измеритель-индикатор уровня радиации ("Радио", 2015, № 5, с. 42—44). Доработка прибора.	8	38
Малышев А. Светодиодная люстра "Радуга" ("Радио", 2014, № 10, с. 42—46; № 11, с. 42—46). На рис. 2 микросхема DA1 — NCP1203D60	3	64
Мороз К. Кормушка для аквариумных рыбок ("Радио", 2014, № 9, с. 42—44). Печатная плата	11	64
Мороз К. Простой регулятор мощности ("Радио", 2014, № 10, с. 37). Печатная плата.	6	64
Находов В. Электронный уровень ("Радио", 2009, № 8, с. 39). Печатная плата	11	64
Остроухов Н. Дистанционный контроль температуры с отображением на видеорегистраторе ("Радио", 2013, № 4, с. 40—42). Печатная плата УОИС	5	64
Петров П. Простой мегафон с режимом sireны ("Радио", 2013, № 8, с. 35). Печатная плата	4	64
Самойлов С. Регулятор температуры лезвия пасечного электроножа ("Радио", 2013, № 7, с. 31, 32). Печатная плата	6	64
Шишкин С. Микроконтроллерное устройство охраны ("Радио", 2013, № 6, с. 43, 44). Печатная плата	5	64

ЭЛЕКТРОМУЗЫКАЛЬНЫЕ ИНСТРУМЕНТЫ

Терменвокс без "антенн". С. Свечихин	12	36
---	----	----

ЭЛЕКТРОНИКА ЗА РУЛЁМ

Автомат управления дневными ходовыми огнями автомобиля. О. Ильин	1	41
Зарядное устройство автомобильной аккумуляторной батареи. Д. Чернянский	1	44
Способ установки длительности пауз в устройствах управления стеклоочистителями. Г. Сафронов	2	43
Ультразвуковой измеритель октанового числа бензина. А. Корнев	2	44
Датчик "двигатель запущен". А. Натненков	3	45
Формирователь импульсов для калибровки тахометра. Н. Эльманович	3	46
Адаптивное устройство управления подогревателем автокресла. С. Зорин	4	44
Доработка устройства "Вежливый свет". Д. Захаров	4	46
Автомобильный стробоскоп с регулируемой длительностью вспышки и токовым датчиком искры. Н. Осипов	5	45
Повышение заметности дополнительных сигналов торможения автомобиля. А. Савченко	6	45
Автомобильные часы на микроконтроллере. А. Абрамович	7	45
Микроконтроллерное реле-регулятор. В. Митько	8	44
Ваттметр-счётчик электроэнергии для электровелосипеда. А. Нефёдов	9	44
Прибор для проверки систем электронного зажигания отечественных автомобилей. Л. Чайи	9	46
Сигнализатор номера включённой передачи для мотоцикла. Г. Нюхтилин	10	45
Велоспидометр на Arduino. А. Пахомов	11	44
Экономичный автосторож Сигнал-1. Ю. Нигматулин	12	39

Дополнения к статьям

Боевода В. Простое тринисторное зарядное устройство ("Радио", 2001, № 11, с. 35). Мощность рассеяния резистора R6 — 1 Вт. Замена транзистора KT361A	12	64
Ильин О. Автомат управления дневными ходовыми огнями автомобиля ("Радио", 2015, № 1, с. 41—43). Транзисторы VT3, VT5 — KT503Г, VT4 — KT502Г	4	64
Михеев П., Гаврильчук О. Импульсный стабилизатор напряжения ("Радио", 2013, № 7, с. 44, 45). Печатная плата	10	64
Никифоров В. Блок управления огнями дополнительного стоп-сигнала ("Радио", 2014, № 12, с. 39, 40). На схеме выв. 6 и 7 DA2 должны быть соединены друг с другом (как у DA1)	2	64
Сергеев А. Пороговый индикатор зарядного тока аккумуляторной батареи ("Радио", 2014, № 12, с. 38, 39). На рис. 2 общий провод, соединённый с выв. 2 DA1 и элементами C1—C3, SA1 и HL1, необходимо отсоединить от левого (по схеме) вывода R3 и подключить к его правому выводу	3	64

ИСТОЧНИКИ ПИТАНИЯ

Малогабаритный блок питания 9 В/0,6 А. А. Бутов	1	32
Стабилизированный блок питания ноутбука. А. Вanteeв, В. Коновалов	2	28
Импульсный источник питания на базе блока из DVD-проигрывателя. А. Бутов	11	31
Доработка "Импульсного блока питания на базе БП ПК". А. Крон	3	35
Блок питания паяльника напряжением 36 В. С. Чернов	2	29
Источник питания светодиодной лампы мощностью 8 Вт на HV9961. В. Лазарев, Д. Голубин	5	36
Блок питания для светодиодной лампы. Е. Герасимов	7	39
"Электронные трансформаторы" для галогенных ламп на 12 В. В. Лазарев	8	32
Универсальный ЭПРА с "тёплым" стартом для люминесцентных ламп Т8. В. Лазарев	9	31
Зарядная приставка для мультиметра. Е. Герасимов	2	27
Автоматическое зарядное устройство. А. Савченко	4	33,
см. также 5—38, 6—44		
Бесконтактное зарядное устройство. И. Нечаев	5	34
Бесконтактное зарядное устройство-2. И. Нечаев	7	37
Бесконтактное ЗУ для радиоприёмника. И. Нечаев	9	30
Испытатель аккумуляторных батарей портативных радиостанций. С. Томилов	2	31
Получение удвоенных двухполярных напряжений в преобразователе на микросхемах серии ICL7660. С. Глибин	3	35
Индикатор напряжения аккумуляторной батареи ИБП. М. Ткачук	8	37
Портативный аккумуляторный источник питания. А. Бутов	10	36
Двухполярный стабилизатор напряжения с водяным охлаждением. В. Федосов	12	22

Дополнения к статьям

Бутов А. Регулируемый блок питания с автоматическим переключением напряжения на входе стабилизатора ("Радио", 2014, № 7, с. 25—27). Сопротивление резистора R6 — 680 Ом.	12	64
Гаврилов К. Автомобильный блок питания ноутбука без намоточных элементов ("Радио", 2013, № 4, с. 21). Печатная плата	7	64
Крон А. Доработка "Импульсного блока питания на базе БП ПК" ("Радио", 2015, № 3, с. 35). Об адресах у стрелок на схеме	6	64
Нечаев И. Лабораторный блок питания из ИБП ("Радио", 2014, № 8, с. 32—34). Замена реле	5	64
Озолин М. Вариант блока управления стабилизатора переменного тока ("Радио", 2007,		

№ 2, с. 35, 36). Об отверстиях в печатной плате под выводы микросхемы DD3 (KP1533ИДЗ)	4	64
Рюмик С. Экономичный ограничитель напряжения батареи ("Радио", 2006, № 11, с. 38). Печатная плата	10	64
Савченко А. Автоматическое зарядное устройство ("Радио", 2015, № 4, с. 33—39; № 5, с. 38—41). Компенсация потерь в зарядном кабеле	6	44

"РАДИО" — НАЧИНАЮЩИМ (ЖУРНАЛ В ЖУРНАЛЕ)

Робофест 2015.	4	47
Военно-патриотическая игра "Победа".		
Е. Иванова	6	47
III международный конкурс по радиоэлектронике и робототехнике. С. Кузнецов	6	48
Робостанция. Картинки с выставки	9	3-я с. обл.
Осторожно! Электрический ток!	5	54

* * *

Доработка "бортсети" велосипеда. Д. Молоков	1	48
Украшаем колесо велосипеда. А. Пахомов	3	50
Светодиодный колпачок для велосипедного колеса. Д. Мамичев	4	49
Электронное реле указателя поворотов для электровелосипеда. К. Степанов	7	53
Сигнализатор повышенной влажности воздуха. А. Бутов	1	49
Псевдосенсорный выключатель на биполярных транзисторах. Д. Дерр	1	51
Светодиодные часы. В. Бойко	2	49
Электронно-механические часы на основе шагового искателя. М. Колодочкин	7	48
Простые электронные часы с ЖКИ. С. Ситников	12	46
Радиомикрофон — из мобильного телефона. С. Гарматюк	2	53
Реле поворотов для "Калины" на одном транзисторе. В. Стрельников	2	54
Термометр с матричными светодиодами индикаторами. К. Абдукаримов	4	52
Комнатная метеостанция на Arduino Pro Mini. А. Пахомов	12	43
Светодиодный "баллончик" для фризлайта. Д. Мамичев	6	50
Удвоитель напряжения на микросхеме УЗЧ. Н. Хлюпин	7	47
Доработка компьютерной AC SP-P110. А. Бутов	8	48
Стабилизированный двухполярный преобразователь напряжения. А. Сучинский	9	51
Охладитель напитков. А. Бутов	10	49
Бегущие огни на микросхемах УХ8018. И. Нечаев	11	47
Терминал для Arduino. А. Пахомов	11	51
Кодовый замок на микроконтроллере PIC16F628A. А. Гетте	12	45

* * *

Светодиодный светильник с плавным изменением цвета. А. Левашов	1	47
Светодиодный светильник "Ваза с цветами". Д. Мамичев	3	53
Ночник "Мотылёк". Д. Мамичев	7	49
Батарейные светодиодные светильники с реле времени. А. Бутов, И. Нечаев	9	48
Светодиодная лампа для "анимации" рисунков. Д. Мамичев	2	48
Светодиодная лампа для холодильника. А. Карпачев	5	51
Индикатор пульсаций яркости осветительных ламп. И. Нечаев	12	41

* * *

Питание цифрового мультиметра от литий-ионного аккумулятора. С. Чернов	1	52
Мигающие светодиоды — индикаторы напряжения. И. Нечаев	2	47
Измеритель ёмкости конденсаторов и конденсаторов большой ёмкости. И. Нечаев	3	47

Доработка амперметра переменного тока. А. Бутов	4	51
Мегомметр — приставка к мультиметру. С. Глибин	5	53
Микроконтроллеры MSP430. Измеритель RC. С. Сокол	7	51

* * *

Игрушка-сувенир "Маятник". Д. Мамичев	1	53
"Танцовщица—виброход". Д. Мамичев	9	47
Игрушка-сувенир "Электронный секретарь". Д. Мамичев	8	47
Игрушка-сувенир "Крутильный маятник". Д. Мамичев	10	47
Светодинамическая игрушка на MSP430. С. Смирнов	5	48
Самоходный трактор-игрушка. Д. Мамичев	12	47
Управляем "Волшебным замком" по Bluetooth. А. Пахомов	6	51
Простые реле времени для электрифицированных игрушек. К. Мороз	3	49
Ёлочка-жест. Д. Мамичев	11	48
"Звёздные врата". М. Колодочкин	11	50
Игра "Жучок-колпачок". Д. Мамичев	5	47
Сигнальная система для интеллектуальной игры "Ворошиловский стрелок". Д. Лекомцев	4	50

* * *

Визуальная среда программирования микроконтроллеров AVR. Е. Лихоузов	4	52
Проектирование электронных устройств в программной среде NI Design Tool. Т. Колесникова		
Часть 1. Разработка электрической принципиальной схемы с помощью программы Multisim 12.0. Управление цветом рабочего поля и объектов схемы. Именование цепей.	8	50
Часть 2. Проверка правильности соединений. Подготовка программы Ultiboard 12.0 к работе. Трансляция электрической схемы в Ultiboard 12.0. Размещение компонентов на плате	9	51
Часть 3. Автоматическая трассировка проводников платы. Ручная трассировка проводников. Трёхмерная визуализация разработанной платы	10	50
Микроконтроллеры MSP430. Измеритель RC. С. Сокол	7	51

Дополнения к статьям

Бойко В. Часы с индикацией на светодиодах ("Радио", 2014, № 5, с. 53, 54). Печатная плата	3	64
Предотвращение пропусков индикации	12	64
Голомазов Е., Канаев Б. Программируемый звонок для учебных заведений ("Радио", 2014, № 1, с. 53, 54). О программировании микроконтроллера.	12	64
Ковтун А. Пособие для изучения АЦП и ШИМ ("Радио", 2014, № 1, с. 48, 49). Печатная плата	1	64
Лукьяненко Е., Никитина Н., Старых А. Термометр повышенной точности с датчиком DS18S20 ("Радио", 2014, № 5, с. 48, 49). Печатная плата.	1	64
Мамичев Д. Звонница на основе жёстких дисков ("Радио", 2014, № 11, с. 48, 49). Замена реле	6	64
Шишкин С. Светодиодные гирлянды с микроконтроллерным управлением ("Радио", 2013, № 10, с. 51—53). Печатная плата	2	64

"РАДИО" — О СВЯЗИ (ЖУРНАЛ В ЖУРНАЛЕ)

Наш первый любительский рекорд	1	2-я с. обл.
Первые шаги на коротких волнах. Ф. Лбов	1	55
А были ли они "нелегалами"? Б. Степанов	3	58
Первая в мире радиограмма. Б. Степанов	5	58
U1AU — ветеран Великой Отечественной... Н. Сашенин	5	55
Наша история. Первые "Почётные радисты"	10	57
Связь в Красной армии — Великая Отечественная... К. Буrowsкий	5	56
"Радио-76" — 40 лет! Б. Степанов	11	2-я с. обл.
Редкая удача! Г. Члиянц	11	55
R10X — остров Карагинский. В. Суханов	1	57
Радиостанция РБ-М тоже была "богом войны".		

Телетайпные на призы журнала "Радио"	2	58
Наши телетайпные — итоги. Б. Степанов	12	51
Итоги 160 METER CONTEST 2014	3	59
Радиолюбители — в вооружённых силах РФ	4	56
Юбилейная медаль Союза радиолюбителей		60
России "120 лет Радио"	3	60
Спасибо за "Память"!	4	55
"Радиолюбительские" события февраля 2015 года.		
И. Григорьев	4	57
МКС — работа с радиолюбителями. С. Самбуков ..	4	58
		и 2-я с. обл.
Осваиваем 24 ГГц. П. Шалюта	4	59
Электронное свидетельство. И. Григорьев	5	59
Молодёжный кубок А. С. Попова — 2015 год.		
Б. Степанов	6	55
"Победа-69"	2	59
Мемориал "Победа-70"	3	56
"Победа-70"	6	56
Мемориал "Победа-70" в Музее Героев.		
Ю. Кропотов	7	57
		и 2-я с. обл.
Мемориал "Победа-70" — итоги. И. Григорьев ..	9	57
Радиоэкспедиция "Победа" — сохраняя традиции.		
Молодёжное первенство России 2015 года.		12
А. Полевик	6	58
Официальные молодёжные соревнования		
в 2016 году	12	50
Из истории Международного союза электросвязи.		
Б. Степанов, Г. Члиянц	6	59
Старый Новый год по версии журнала "Радио",		
или особенности национального контестинга.		
Б. Степанов	7	7
Мемориал А. С. Попова — год 2015. Б. Степанов ..	55	55
Контрольные номера — 73 и 88!	8	56
"Три кита" телеграфной классики. В. Пахомов ..	8	8
		и 2-я с. обл.
"Три кита" телеграфной классики—2. В. Пахомов ..	10	58
		и 2-я с. обл.
"Три кита" телеграфной классики—3. В. Пахомов ..	11	58
Про ключи и телеграфистов	8	59
"Виброплекс" (публикация в журнале		
"Радиолюбитель", 1929 г.)	10	58
Соревнуются "охотники на лис". И. Григорьев ..	9	2-я с. обл.
RPX-WFA — от "полюса до полюса". Б. Степанов ..	9	9
Переход к международной системе.	9	56
Молодёжь на ОЗЧР-2015. И. Григорьев	10	10
УКВ-конференция "Волга 2015". Г. Белицкий ..	12	49
Новости CRR	2	59
см. также 3—57, 7—63, 10—55, 11—57		
CRR — итоги 2014 года. Д. Воронин	3	55
Съезд CRR принял изменения в Устав Союза.		
И. Григорьев	6	57
Дипломы мемориала "Победа-70"	3	2-я с. обл.
Диплом "Далматово — 120 лет изобретения радио" ..	4	60
Дипломы "120 лет радио"	5	2-я с. обл.
Диплом "Кремлю России"	10	62
Россияне и диплом DXCC	5	59
Диплом "90 years of IARU"		11

На любительских диапазонах

Молодёжные, на кубок А. С. Попова.	1	56
YL-QM CONTEST 2015. Мемориал "А. С. Попова 2015" ..	2	59
Радиоэкспедиция RT9K/0. "Восточно-прусская		
операция". Экспедиция на Огасовару	3	63
RUSSIAN 160 METER CONTEST	10	55

ФНЧ на микросхеме MAX7400 в тракте ЗЧ		
трансивера. И. Шор	1	60
Знакомимся с диапазоном сверхдлинных волн.		
А. Кудрявцев	1	61
Аппаратура для наблюдений в диапазоне		
сверхдлинных волн. А. Кудрявцев	2	60
		3
УКВ-трансивер Baofeng UV-5R. И. Гончаренко	4	61
QRP-трансивер на 80 метров. Б. Степанов	4	63
Микрофонная стойка. Д. Иноземцев	5	63
Приставка — автоответчик. В. Кравченко	6	62
Узел питания сетки лампы в усилителях мощности.		
В. Ткач	8	60
Простой электронный ключ. И. Усехин	8	62
Усилитель мощности на лампе ГУ-81М.		
В. Федорченко	9	58
Портативная радиостанция на 28 МГц		
с АМ-модуляцией. В. Рубцов	10	59
Высокочастотный амперметр. И. Гончаренко	11	60
Кварцевый гетеродин КВ-приёмника. В. Рубцов ..	12	54
Регенеративный КВ-приёмник. Б. Степанов	12	56

Доработка антенны Baofeng UV-5R.		
И. Гончаренко	3	62
Облучатели диапазонов 6 см и 3 см для зеркальной антенны.		
И. Шор	5	60
Магнитные антенны КВ-диапазона	6	61
Антенна диапазона 432 МГц с круговой		
поляризацией. И. Лавриненков	6	63
Укороченная УКВ-антенна. В. Милкин,		
Н. Калитёнков, В. Лебедев, А. Шульженко ..	7	7
Как настроить противовесы.	9	61
Облучатели диапазонов "полуволновая" ... Б. Степанов ..	9	62
Рамка для приёма на КВ. Б. Степанов ..	10	10
Двойная рамка DK6ED. Б. Степанов ..	11	63
Походная КВ-антенна. Б. Степанов ..	12	12

Дополнения к статьям

Васильев В. Ключ на двух микросхемах ("Радио",		
1987, № 9, с. 22, 23). Повышение надёжности		
работы устройства	12	64

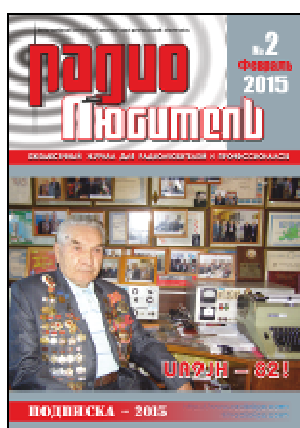
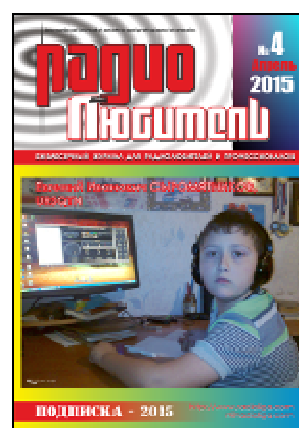
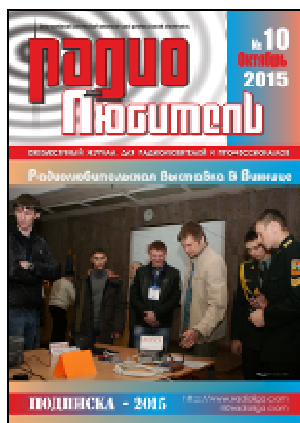
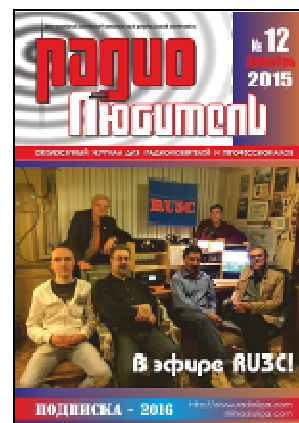
НА КНИЖНОЙ ПОЛКЕ

Владимир Макоев. Послесловие. С. Мишенков ..	7	31
Расплетин. С. Мишенков	8	28
Кук К. И. Спутниковая связь: прошлое, настоящее, будущее.		
— М.: Горячая линия — Телеком, 2015	8	7
Пескин А. Е., Гендин Г. С., Васин В. А.,		
Созинов Б. Л., Боравский В. А., Васичкин А. Г.,		
Морозов И. А. Бытовая радиотелевизионная		
аппаратура. Устройство, техническое обслуживание,		
ремонт. М.: Горячая линия — Телеком, 2014.	9	7
Соловьёв В. В. Основы языка проектирования		
цифровой аппаратуры Verilog. — М.: Горячая линия —		
Телеком, 2014.	6	42
Телекоммуникационные системы и сети. Учебное		
пособие в 3-х томах. Том 3. — Мультисервисные		
сети. — М.: Горячая линия — Телеком, 2015.	8	7
Щербина В. И. Основы современного		
телерадиовещания. Техника, технология и экономика		
вещательных компаний. Справочное издание. —		
М.: Горячая линия — Телеком, 2013	6	7

радиолюбитель

ЕЖЕМЕСЯЧНЫЙ ЖУРНАЛ ДЛЯ РАДИОЛЮБИТЕЛЕЙ И ПРОФЕССИОНАЛОВ

www.radioliga.com



Содержание журнала «Радиолюбитель» за 2015 год

ГОРИЗОНТЫ ТЕХНИКИ

Новости от C-NEWS

№ 1-12

Новости от Cisco Systems

№ 1-12

ОТ ПЕРВОГО ЛИЦА

Виктор Беседин (UA9LAQ). UA9JH – 82!

№ 2

Сергей Бадло. Интервью с Евгением Ивановичем Сыромятниковым, UR3QTN

№ 4

ПАМЯТНЫЕ ДАТЫ

Николай Семенюта. И.Г. Фрейман – пионер радиолюбительского движения

№ 5

Игорь Каплин (50KCB001, RA3WDN). "Акция памяти – "ПОБЕДА-70!"

№ 5

Международный клуб "King Charlie Bravo"

№ 5

АВТОЛЮБИТЕЛЮ

Дмитрий Дмитренко. Лампа освещения салона автомобиля

№ 1

Игорь Горский. Электронное реле поворотов

№ 1

Павел Севастьянов. Дублирование контрольных ламп звонком

№ 2

Игорь Горский. Автомобильный климатический термометр

№ 2

Игорь Горский. Простой универсальный автомат дневных ходовых огней

№ 3

Алексей Ефремов. Мигающий свет в автомобиле

№ 4

Игорь Горский. Двухканальное устройство плавного гашения света в салоне автомобиля

№ 5

Павел Юдин. Автостробоскоп в светодиодном фонарике

№ 6

Игорь Горский. Многофункциональный контроллер освещения салона и автоматического включения дневных фар

№ 7

Дмитрий Пухачев. Улучшение характеристик ИК-радара для парковки в гараже

№ 7

Григорий Бадло, Сергей Бадло. Доработка тахометра в авто

№ 8

Игорь Горский. Автомат ДХО с системой автостоп

№ 9

Игорь Горский. Устройство Shift-Light, подсказывающее о необходимости переключиться на повышенную передачу

№ 12

АВТОМАТИКА

Вячеслав Калашник. ШИМ регулятор мощности

№ 1

Александр Саволук. Простой цифровой потенциометр

№ 2

Вячеслав Калашник. Устройство для реверса однофазного конденсаторного электродвигателя

№ 2

Владимир Коновалов. Применение электронного блока часов

№ 2

Василий Мельничук (UR5YW), Сергей Авдеев. Дистанционное управление на базе мобильного телефона

№ 3

Олег Белоусов. Электронный "рубильник"

№ 3

Владимир Науменко. Электропривод "Медок" для медогонки с электродвигателем от "Газели"

№ 3

Дмитрий Дмитренко. Охранная сигнализация с управлением по радиоканалу

№ 4

Олег Белоусов. Регулятор мощности

№ 4

Александр Сургучёв. Приставка к электросушилке БелОМО

№ 5

Василий Мельничук (UR5YW). Индикатор пропадания сети

№ 5

Олег Белоусов. Термостабилизатор для малогабаритного инкубатора

№ 5

Владимир Науменко. Электропривод "Кузя" для радиальной медогонки

№ 6

Вячеслав Калашник. Автоматический выключатель освещения

№ 6

Александр Маньковский. Простой регулятор мощности

№ 6

Святослав Бабын (UR5YDN). Экономичное реле времени, охранное устройство

№ 6

Владимир Коновалов, Александр Вантеев. Энергосберегающий светильник с инфракрасным датчиком движения

№ 6

Святослав Бабын (UR5YDN). Вибратор для электронной удочки

№ 7

Олег Белоусов. Электронный звонок

№ 7

Вячеслав Калашник. Электронный ключ с регулированием тока в нагрузке

№ 7

Владимир Науменко. Простой циклический таймер

№ 7

Александр Сургучёв. ПИД-терморегулятор, не создающий помех

№ 8

Владимир Науменко. Электропривод "Тройка": три технологических режима откачки меда

№ 8

Игорь Горский. Термометр с двумя датчиками DS18B20

№ 8

Юрий Белобородов (R5ZB). Самодельный индукционный нагреватель в системе водяного отопления

№ 8

Алексей Браницкий. Автомат световых эффектов с диодным ПЗУ

№ 8

Олег Белоусов. Электронный звонок с низковольтным питанием	№ 8
Вячеслав Калашник. Устройство защиты накала ламп	№ 8
Дмитрий Пухачев. Регулятор яркости мощных RGB 3x1Вт светодиодов	№ 9
Владимир Науменко. Два варианта таймера с выдержкой от 1 сек. до 24 часов	№ 9
Алексей Браницкий. Автомат световых эффектов с диодным ПЗУ	№ 9
Игорь Горский. Квазианалоговый термометр на PIC16F628A и датчике DS18B20	№ 10
Святослав Бабын (UR5YDN). Три варианта ночников	№ 10
Андрей Гальченко. Управление RF-модулятором на TA1297 и MC44BS373CA	№ 11
Святослав Бабын (UR5YDN). Программное управление реверсивным электродвигателем	№ 11
Игорь Горский. Светодинамическое устройство на 32 канала	№ 11
Владимир Коновалов, Александр Вантеев. Автономная охрана территории дачного участка	№ 11
Александр Секториан. Система умного освещения домашней лаборатории	№ 12
Святослав Бабын (UR5YDN). Высокочувствительный искатель скрытых проводов	№ 12
Владимир Коновалов. Счётное командное устройство	№ 12

АНТЕННЫ

Валерий Орлов. Антенны Ширекса-Мени для радиолюбителей (ТВ ДМ, Wi-Fi и др.)	№ 2
Валерий Орлов. Прямоугольные профили вместо круглых трубок	№ 3
Валерий Орлов. Симметричный вибратор для 27 МГц	№ 4
Валерий Орлов. Антенная решётка для дециметрового телевизионного диапазона	№ 6
Виктор Беседин (UA9LAQ). Антенна "Гамма"	№ 9
Валерий Орлов. Плоские вибраторы для ТВ	№ 9
Валерий Орлов. Вибратор с треугольными плечами	№ 11

АУДИОТЕХНИКА

Александр Маньковский. Проектирование мощных усилителей низкой частоты	№ 1
Андрей Савченко, Ринат Ермолин. Усилитель на TANAх. Часть 1	№ 2
Святослав Бабын (UR5YDN). Высокостабильный генератор ноты "Ля" для настройки музыкальных инструментов	№ 2
Андрей Савченко, Ринат Ермолин. Усилитель на TANAх. Часть 2	№ 4
Виктор Беседин (UA9LAQ). УЗЧ на ... регуляторе громкости	№ 4
Виктор Беседин (UA9LAQ). УМЗЧ для рабочего стола: проект выходного дня	№ 5
Андрей Савченко. Почти Hi-Fi или усилитель на TANAх. Часть 3	№ 6
Святослав Бабын (UR5YDN). Микрофонный усилитель высокой чувствительности	№ 6
Андрей Савченко. Почти Hi-Fi или усилитель на TANAх. Часть 3	№ 7
Николай Ивашин. Цифровые программируемые слуховые аппараты (СА) и подзарядка их элементов питания	№ 8
Андрей Савченко. УНЧ с прямонакальным выходом	№ 9
Андрей Савченко, Кривовозов Александр. Аудиофильский усилитель на 4П1Л	№ 10
Виктор Беседин (UA9LAQ). Надоели "барабаны" – включайте УМЗЧ с экспандером	№ 11
Андрей Савченко, Кривовозов Александр. Пара слов о шесть-пэ-тройке	№ 12

ВИДЕОТЕХНИКА

Юрий Петропавловский. Состояние эфирного цифрового телевидения и производство абонентского оборудования. Современная элементная база для цифровых телевизоров и приставок компаний NXP и Renesas.	№ 1
Михаил Бараночников. Простой переключатель TV-антенн	№ 2
Евгений Москатов. Усилитель сигналов диапазона метровых и дециметровых волн	№ 2
Михаил Бараночников. Простой переключатель TV-антенн. Продолжение	№ 3
Евгений Москатов. Усилитель сигналов диапазона метровых и дециметровых волн	№ 3
Евгений Москатов. Каскодный антенный усилитель телевизионных сигналов	№ 5
Михаил Бараночников. Простой переключатель TV-антенн. Продолжение ("РЛ", №3/2015, с. 19-21): возвращаясь к напечатанному	№ 5

ИЗМЕРЕНИЯ

Святослав Бабын (UR5YDN). Вольтметр постоянного тока, омметр с линейной шкалой	№ 3
Виктор Беседин (UA9LAQ). Простой испытатель (тестер) тиристоров и симисторов	№ 5
Михаил Бараночников. Квазиэлектронный компас для определенного направления	№ 8
Святослав Бабын (UR5YDN). Прибор для проверки кварцевых резонаторов	№ 11
Дмитрий Пухачев. Датчик постоянного тока (к мультиметру) на элементе Холла	№ 12

ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Елена Бадло, Сергей Бадло. Год 2014: отвечая на письма читателей...	№ 1
Елена Бадло, Сергей Бадло. Управление проектором Mitsubishielectric EW270U без... программирования	№ 2
Елена Бадло, Сергей Бадло. Автоматизация корпоративной сети. Эмулятор принт-сервера	№ 3
Валентин Сафонников. Quick Copper: бесплатный редактор электронных принципиальных схем для Android	№ 3
Елена Бадло, Сергей Бадло. ПЛИС. Часть 6 или... Формирователь ФКМ радиоимпульса (Баркера)	№ 4
Елена Бадло, Сергей Бадло. ПЛИС. Часть 7 или... Конвертор интерфейса Link-порта в RS-422	№ 5
Елена Бадло, Сергей Бадло. Работа с DDS (синтезатором прямого синтеза частоты) AD9850 на базе модуля HC-SR08 из скрипта VBS	№ 6
Елена Бадло, Сергей Бадло. Bluetooth-гарнитура в системе домашней автоматизации	№ 7
Елена Бадло, Сергей Бадло. Работа с термопринтером печати чеков GODEX EZ-DT-2	№ 9
Елена Бадло, Сергей Бадло. Работа с уровнем ПМП-200/201 по протоколу СЕНС	№ 10
Елена Бадло, Сергей Бадло. Soft DVR. Эмулятор видеорегистратора с циклической записью с IP камеры	№ 11
Елена Бадло, Сергей Бадло. Удаленный контроль TWAIN-сканера и принтера из браузера или... WEB-сервер эмулятора ксерокса over TCP/IP	№ 12

ИСТОЧНИКИ ПИТАНИЯ

Александр Сургучёв. Аккумуляторная электростанция с синусоидальным напряжением 220 В 50 Гц	№ 1, 2
Вячеслав Калашник. Десульфататор аккумулятора	№ 1
Юрий Киселёв. Стабилизатор напряжения сетевого паяльника	№ 2
Вячеслав Калашник. Десульфататор аккумулятора с регулированием тока	№ 2
Валерий Гуськов. Зарядное устройство для литиевых аккумуляторов	№ 3
Александр Маньковский. "Идеальный" преобразователь постоянного напряжения в переменное	№ 3
Вячеслав Калашник. Устройство для "плавного" пуска нагрузки в электросети	№ 3
Виктор Беседин (UA9LAQ). Оптимизация режима БП	№ 3
Павел Севастьянов. Блок питания	№ 3
Вячеслав Калашник. Эквивалент нагрузки	№ 4
Владимир Коновалов. Зарядное устройство на транзисторном ключе	№ 4
Виктор Беседин (UA9LAQ). Оптимизация режима БП ("РЛ", №3/2015, с. 38-40): возвращаясь к напечатанному	№ 4
Святослав Бабын (UR5YDN). Импульсный блок питания	№ 5
Владимир Никулин. Малогабаритный блок питания из сетевого адаптера БП2-3	№ 5
Вячеслав Калашник. Регулятор заряда аккумуляторных батарей от солнечных панелей	№ 5
Lloyd Dixon. Связанные дроссели фильтра в понижающих стабилизаторах с несколькими выходами (перевод: Леонид Ридико)	№ 5
Дмитрий Пухаев. Простые устройства для зарядки Ni-Cd и Ni-MH аккумуляторов	№ 6
Lloyd Dixon. Связанные дроссели фильтра в понижающих стабилизаторах с несколькими выходами (перевод: Леонид Ридико)	№ 6
Виктор Беседин (UA9LAQ). Утилизация энергии	№ 6
Виктор Беседин (UA9LAQ). Утилизация энергии	№ 7
Владимир Коновалов. Комплектация питания видеокамеры	№ 7
Lloyd H. Dixon, Jr. Проектирование трансформатора с нецелым количеством витков (перевод: Леонид Ридико)	№ 7
Lloyd H. Dixon, Jr. Проектирование трансформатора с нецелым количеством витков (перевод: Леонид Ридико)	№ 8
Святослав Бабын (UR5YDN). Преобразователь напряжения для питания люминесцентной лампы	№ 8
Николай Хлюпин (RA4NAL). Включение - выключение блока питания ATX одной кнопкой	№ 9
Святослав Бабын (UR5YDN). Автоматическое зарядное устройство с трехступенчатым током заряда	№ 9
Виктор Беседин (UA9LAQ). Интерфейс и ЗПУ для QRP-иста	№ 9
Виктор Беседин (UA9LAQ). Маломощный лабораторный блок питания: проект выходного дня	№ 10
Дмитрий Пухаев. ЗУ мобильного и германиевый транзистор для питания мощного светодиода: проект выходного дня	№ 10
Владимир Коновалов, Александр Вантеев. Двухтактный полумостовой инвертор без сквозного тока: проект выходного дня	№ 10
Виктор Беседин (UA9LAQ). Питание маломощных нагрузок от сети	№ 11
Василий Мельничук (UR5YW). Блок питания на полевых транзисторах IRF3205	№ 11
Виктор Беседин (UA9LAQ). Уменьшаем аппетит	№ 12

МАСТЕР КИТ

Михаил Сергеев. СМС управление дачным домом	№ 1
MP112 - MP3 модуль	№ 1
МК336 - Дополнительный брелок для системы дистанционного управления	№ 1
Михаил Сергеев. Дровяная печь с СМС-управлением	№ 2
MP146 - Силовой модуль с тремя режимами работы, для управления электроприборами мощностью до 7 кВт (30А)	№ 2
MP220V - Датчик контроля сетевого напряжения	№ 2
NT8044 DC24V - Моторизованный шаровой кран, нормально закрытый (НЗ)	№ 2
NT8046 AC220V - Моторизованный шаровой кран	№ 2
Юрий Садиков. Греющий кабель для дачного водопровода	№ 3
МК333 - Радиоуправляемое реле 433 МГц. Один канал, 220 В / 7 А	№ 3
Кирилл Лежнев. MP3-модуль MP113 с возможностью воспроизведения с микро SD карточки	№ 4
MA9802E27 - Беспроводной комплект управления освещением диапазона 433 МГц (два патрона по 600 Вт)	№ 4
MA9803E27 - Беспроводной комплект управления освещением диапазона 433 МГц (три патрона до 600 Вт)	№ 4
MA3171B - Беспроводной комплект управления освещением диапазона 433 МГц (один канал до 600 Вт)	№ 4
Игорь Морозов. MP350SE: универсальные часы реального времени (RTC) с управлением нагрузками по 4-м каналам	№ 5
MP433V - Беспроводной датчик вибрации (разбития стекла)	№ 5
MP433DR1 - Беспроводной датчик открытия	№ 5
MA3272E - Беспроводной комплект управления освещением диапазона 433 МГц (два канала по 600 Вт)	№ 5
Владимир Рублев (UA4LOU). Беспроводное управление освещением на базе штатной проводки	№ 6
MP8037ADC - Одноканальный АЦП с возможностью управления электроприборами до 4 кВт (20 А)	№ 6
MA0353A - Беспроводной комплект управления освещением диапазона 433 МГц (три канала по 2 кВт)	№ 6
MP433DR2 - Беспроводной датчик открытия диапазона 433 МГц до 150 метров	№ 6
Юрий Садиков. Лабораторный блок питания 1,2...37 В 0...3 А NN105	№ 7
MP8266-03 - WiFi модуль ESP8266EX-03	№ 7
Коммуникация ближнего поля	№ 7
MP717 KBX-3D - Ethernet реле на DIN-рейку с технологией M2M	№ 7
MP8266-07 - WiFi модуль ESP8266EX-07	№ 7
MA3686B - Беспроводной комплект управления освещением диапазона 433 МГц (шесть каналов по 2 кВт)	№ 7
MP603 - Термопара тип К, гайка М6 жало 5 см	№ 7
Сергей Кирсанов. Интернет Вещей (IoT) и водопровод	№ 8
MP538 - Аналоговый датчик влажности почвы	№ 8
MP3500 - Wi-Fi реле, 2 канала (на базе ESP8266)	№ 8
Скрытые возможности модулей семейства "Лоран". Часть 1	№ 9
MP3304 - Bluetooth модуль для управления освещением, 2 канала	№ 9
MP3305 - Bluetooth модуль для управления освещением, 1 канал	№ 9
MP606 - Графический индикатор заряда АКБ - 9 В, 12 В, 24 В	№ 9
MP713 Jerome - Дистанционное управление и контроль через Ethernet	№ 9
Скрытые возможности модулей семейства "Лоран". Часть 2	№ 10
MP602 - Термопара тип К, гайка М6	№ 10
MP591 - Цифровой датчик атмосферного давления BMP085, 30-110кПа, 14бит	№ 10
Максим Кислов. MP712 Лоран: новые функции для работы с аналоговыми датчиками	№ 11
MP592 - Аналоговый датчик тока 30 А на базе ACS712ELC-30А	№ 11
MP593 - Аналоговый датчик вибрации	№ 11
Илья Копалин. Электронное пианино NN201 - набор для самостоятельного изготовления печатной платы и пайки	№ 12
MP560 - Индикатор светодиодный	№ 12
MP594 - Аналоговый датчик освещенности (фоторезистор)	№ 12
MP599 - Модуль ультразвукового датчика расстояния	№ 12

ОБЗОРЫ. ПРАКТИКА

Дмитрий Дмитренко. JPEG-фотокамера. Введение	№ 3
--	-----

РАДИОПРИЕМ

Василий Гуляев. А поутру они проснулись...	№ 1
Василий Гуляев. Новости радиовещания	№ 2
Василий Гуляев. Весь мир в вашем компьютере	№ 3
Василий Гуляев. "Подпольщики" в эфире	№ 5
"Радиовещание на русском языке"	№ 5
Василий Гуляев. Новости мира радио	№ 6
Павел Севастьянов. Коротковолновый конвертер	№ 6
"Радиовещание на русском языке"	№ 6
Дмитрий Шабров. Приемник 50 - 850 МГц. Вторая жизнь	№ 7
Василий Гуляев. Вести радиомира	№ 7
Василий Гуляев. Новости радиоэфира	№ 8
Дмитрий Шабров. Приемник 50 - 850 МГц. Вторая жизнь	№ 8
Василий Гуляев. Сева, Сева Новгородцев, город Лондон, "Би-Би-Си"...	№ 9
Василий Гуляев. Конференция в Санкт-Петербурге: краткие итоги	№ 10
Виктор Беседин (UA9LAQ). Усилитель ЗЧ для приёмника прямого преобразования	№ 10
Василий Гуляев. Расписание работы радиостанций, вещающих на русском языке	№ 11
Виктор Беседин (UA9LAQ). Усилитель ЗЧ для приёмника прямого преобразования	№ 11
Василий Гуляев. Второе пришествие?	№ 12

РАДИОСВЯЗЬ

Василий Кузуб (UT7EW). Моя новая антенна для дачи на 145,5 МГц	№ 2
Василий Мельничук (UR5YW). УКВ усилитель мощности на металлокерамическом триоде ГИ-21Б	№ 4
Виктор Беседин (UA9LAQ). Простой электронный ключ	№ 6
Александр Иванец (RV6AMZ). Аппаратный журнал с функцией отправки QSL-карточек	№ 6
Василий Мельничук (UR5YW). Светодиодный индикатор выхода усилителя мощности	№ 7
Дипломная программа "Иван Поддубный - 2015"	№ 9

"РЛ" - НАЧИНАЮЩИМ

Михаил Бараночников. Простейший логический пробник-генератор	№ 1
Святослав Бабын (UR5YDN). "Детектор" музыкального слуха	№ 1
Святослав Бабын (UR5YDN). Простой осциллограф	№ 3
Михаил Бараночников. Светодиодный фонарь из "жучка"	№ 4
Святослав Бабын (UR5YDN). Индикатор переживаний человека	№ 4
Павел Севастьянов. Использование третьей сетки в пентоде	№ 4
Николай Ивагин. "Радио-звонок"	№ 4
Василий Гуляев. Расписание работы радиостанций, вещающих на русском языке	№ 4
Святослав Бабын (UR5YDN). Простые радиомикрофоны с ЧМ	№ 5
Владимир Науменко. Подключение вентилятора от компьютерного БП к сети 220 В	№ 5
Святослав Бабын (UR5YDN). Экономичное охранное устройство	№ 6
Святослав Бабын (UR5YDN). Простой усилитель мощности низкой частоты	№ 7
Дмитрий Дмитренко. Кое-что о ремонте...	№ 8
Виктор Беседин (UA9LAQ). Портативный "радиокласс"	№ 8
Святослав Бабын (UR5YDN). Усилитель низкой частоты на радиолампах	№ 9
Дмитрий Дмитренко. Кое-что о ремонте...	№ 9
Николай Хлюпин (RA4NAL). Медиацентр на Raspberry Pi	№ 9
Илья Липавский. Модуляция	№ 9
Николай Хлюпин (RA4NAL). Медиацентр на Raspberry Pi	№ 10
Святослав Бабын (UR5YDN). Генератор ВЧ и НЧ сигналов	№ 10
Алексей Браницкий. Генератор для изучения азбуки Морзе	№ 10
Илья Липавский. Модуляция	№ 10
Николай Хлюпин (RA4NAL). Raspberry Pi - ваш второй компьютер	№ 11
Святослав Бабын (UR5YDN). Рисование схем с использованием программы sPlan 7.0	№ 11
Алексей Браницкий. Действующая модель светфора	№ 11
Алексей Браницкий. Мини-электрогитара	№ 12
Николай Хлюпин (RA4NAL). Raspberry Pi - ваш второй компьютер	№ 12

ТЕЛЕФОНИЯ

Святослав Бабын (UR5YDN). Прибор для проверки телефонных аппаратов	№ 8
--	-----

ТЕХНОЛОГИИ

Сергей Воронков. Гальваническое наращивание проводников: возвращаясь к напечатанному	№ 1
Владислав Находов. Регулятор напряжения для пирографа. Часть 3	№ 1
Павел Севастьянов. Приспособление для микродрели	№ 1
Александр Секториан. Советы по восстановлению работоспособности ламповых новогодних гирлянд	№ 1
Святослав Бабын (UR5YDN). Плата для макетирования	№ 1
Сергей Воронков. Гальваническое наращивание проводников: возвращаясь к напечатанному	№ 2
Святослав Бабын (UR5YDN). Приставка для прослушивания МРЗ на телевизионные приемники	№ 2
Сергей Воронков. Гальваническое наращивание проводников: возвращаясь к напечатанному	№ 3
Алексей Браницкий. Светомузыкальный инструмент-игрушка	№ 3
Сергей Воронков. Гальваническое наращивание проводников: возвращаясь к напечатанному	№ 4
Святослав Бабын (UR5YDN). Прибор для активирования воды, зарядное устройство	№ 4
Павел Севастьянов. Угольный микрофон	№ 5
Владимир Науменко. Способ очистки жала паяльника	№ 5
Сергей Воронков. Заточное приспособление	№ 5
Сергей Воронков. Заточное приспособление	№ 6
Владимир Никулин. Еще раз про макетирование	№ 6
Сергей Воронков. Изготовление ламповых панелек	№ 7
Виктор Беседин (UA9LAQ). РЧ соединитель из низкочастотного	№ 8
Сергей Воронков. Изготовление ламповых панелек	№ 8
Сергей Воронков. Изготовление ламповых панелек	№ 9
Виктор Беседин (UA9LAQ). Крепление и не только...	№ 9
Сергей Воронков. Технология организации участка гальваники	№ 10
Сергей Воронков. Технология организации участка гальваники	№ 11
Сергей Шашарин. Вторая жизнь старого бумбокса	№ 11
Сергей Воронков. Технология организации участка гальваники	№ 12

С МЕСТА СОБЫТИЙ

Юрий Белобородов (R5ZB, ex RX3ZB, UA3ZBQ). Выставка технического творчества "Это вы можете!"	№ 3
Юрий Белобородов. Ярмарка – выставка дополнительного образования	№ 9
Владимир Белов (UR5NBC). Радиолюбительская выставка в Виннице	№ 10
Олег Разин. В эфире RU3C!	№ 12

КНИЖНАЯ ЛАВКА

Республиканская научно-техническая библиотека	
Вычислительная техника	№ 1,7
Электроника	№ 1
Связь	№ 2-3
Мобильная связь	№ 2-4,7
Радиолюбительская связь	№ 2-3
Автоматизация производства	№ 4-5
Видеотехника	№ 4
Учебные пособия	№ 5
"Инфокоммуникационные технологии: реалии и перспективы"	№ 5
Компьютерные технологии	№ 6,9,11
Радиолюбительские схемы	№ 6
Спутниковая связь	№ 6-7
Источники питания	№ 8
Автоматизированные системы безопасности	№ 8
Электротехнические изделия	№ 9
Электроника. Элементы и компоненты	№ 10
Радиотехника	№ 10
Современное приборостроение и измерительная техника	№ 11
Республиканская научно-техническая библиотека	№ 12
Учебные пособия для студентов высших учебных заведений	№ 12

КУПЛЮ, ПРОДАМ, ОБМЕНЯЮ, "РЛ" - ИНФО

Содержание журнала "Радиолюбитель" за 2015 год	№ 1-12
	№ 12

СИЛОВАЯ ЭЛЕКТРОНИКА

www.power-e.ru



Содержание журнала «Силовая Электроника» за 2015 год

Автомобильная электроника

Надежность силовых модулей в предельных условиях эксплуатации	№ 2
Силовая электроника в гибридном приводе с топливными элементами	№ 5
Часть 2. Топливные элементы	№ 5
Силовая электроника в гибридном приводе с топливными элементами.	№ 5
Часть 3. Аккумуляторы и суперконденсаторы	№ 5
Силовая электроника в гибридном приводе с топливными элементами.	№ 6
Часть 4. Силовая электроника в гибридном приводе	№ 6

Индукционный нагрев

Проектирование станций охлаждения для установок индукционного нагрева металлов	№ 2
Современные тиристорные преобразователи частоты типа «Параллель» для установок индукционного нагрева металлов	№ 3
Квазирезонансный инвертор для индукционных установок	№ 5
Разработка универсального блока управления и контроля для полупроводниковых преобразователей частоты	№ 5

Источники питания

Квазирезонансные преобразователи с дозированной передачей энергии для заряда емкостных накопителей	№ 1
Двухтактный повышающий преобразователь: развитие топологии	№ 1
Унификация — это основной путь создания высоконадежных систем вторичного электропитания для комплексов военного и коммерческого назначения. Часть 3	№ 1
Энергосберегающий стабилизатор напряжения СТЭМ-3 серии ЭКОномЪ	№ 2
Компактные изолированные преобразователи российского производства. Опыт импортозамещения	№ 2
Интегральный источник питания дежурного режима от Monolithic Power Systems	№ 2
Трехуровневый повышающий преобразователь напряжения	№ 2
Высоковольтные лабораторные источники питания компании «Битроник»	№ 3
Двухфазный повышающий конвертер как звено системы автоматического управления	№ 3
Трехуровневый повышающий преобразователь: непрерывные и прерывистые токи, несимметричный режим работы	№ 3
Зарядно-балансировочное устройство для Li-ion аккумуляторных батарей	№ 3
Новый вспомогательный преобразователь для железнодорожного транспорта	№ 4
Динамический расчет двухфазного повышающего преобразователя	№ 4
Исследование стабилизации напряжения переменного тока с помощью понижающего импульсного преобразователя	№ 4
Улучшение характеристик импульсных источников питания путем измерения тока по RDS(on)	№ 4
Пути уменьшения пульсаций в импульсном источнике тока	№ 4
Снижение синфазных помех импульсных преобразователей на уровне их базовой схемотехники	№ 4
Дискретные структурные динамические модели понижающего импульсного ППН при модуляции момента включения силового транзистора и двусторонней модуляции	№ 5
Вспомогательный преобразователь на основе IGBT-модулей 65-го класса, работающий от контактной сети 3 кВ	№ 5
Эффективные вторичные источники электропитания	№ 5
Модули электропитания SynQor с расширенным функционалом	№ 5
Эмуляция аккумуляторных батарей с помощью источника питания	№ 6
ИП1600 — отечественная новинка в ряду преобразователей электроэнергии	№ 6
Высоконадежные преобразователи напряжения компании Calnex	№ 6
Сдвоенный контроллер синхронного выпрямителя MP6922 от Monolithic Power Systems	№ 6
Оценка возможностей стабилизации переменного напряжения с помощью импульсного инвертирующего преобразователя	№ 6
Особенности работы модулей электропитания SynQor при последовательном подключении	№ 6

Качество электроэнергии

Ветроэнергетика: цифры и факты	№ 1
Испытания бортового статического преобразователя на соответствие требованиям ГОСТ Р 54073-2010	№ 1
Усовершенствованная оптимальная процедура проектирования высоковольтной кабельной арматуры	№ 3

Компоненты силовой электроники

Новые датчики тока прямого усиления, сравнимые по характеристикам с компенсационными	№ 1
Мощные усилители Apex Microtechnology аэрокосмического и военного назначения	№ 1
Новая серия силовых малогабаритных реле постоянного напряжения компании Omron	№ 1
Новая специализированная ИС с элементами Холла для датчиков тока компенсационного типа, имеющая малое напряжение смещения	№ 2
SOI — технология интегральных драйверов IGBT	№ 2
Полупроводниковые технологии: силовые IGBT и MOSFET компании Alpha & Omega	№ 2
Дискретные устройства и модульные компоненты на основе карбида кремния, производимые компанией Microsemi	№ 2
Как правильно подобрать быстродействующий предохранитель	№ 2
Надежность и срок службы пленочных конденсаторов	№ 2
Трехфазный непосредственный преобразователь частоты с близким к синусоидальному выходным напряжением	№ 3
Обзор продукции компании TECHSEM	№ 3
Преимущества использования нитрид-галлиевых транзисторов в силовой электронике	№ 3
Как выбирать и применять датчики тока для высокопроизводительных и экономичных систем контроля мощности	№ 4
Некоторые особенности конструирования мощных выпрямительно-ограничительных диодов для сетевых защитных устройств	№ 4
Планарные трансформаторы Payton Planar Magnetics для малогабаритных высоконадежных применений	№ 4
Интеграция крупнейших представителей рынка полупроводниковых технологий	№ 5
Сохранение точности в условиях колебаний температуры	№ 5
Седьмое поколение IGBT-модулей с новой SLC-технологией	№ 5
Новые MOSFET от Infineon Technologies	№ 5
Эскизы контуров силовой электроники середины текущего века	№ 5
Силовые сборки SEMISTACK RE на суше и на море	№ 5
Драйверы IGBT на основе SCALE 2+ с защитными функциями мягкого выключения и активного ограничения	№ 6
Повышение эффективности и плотности мощности источников питания с помощью 600-В GaN-транзисторов	№ 6
Динамические и статические характеристики SiC MOSFET при параллельном включении	№ 6
Новое поколение преобразовательных систем на основе карбидокремниевых силовых ключей	№ 6
Транзисторы на карбиде кремния: перспективы развития и снижение себестоимости готового изделия	№ 6

Оборудование

Высокооборотный турбогенераторный агрегат с высоким качеством выходного напряжения частотой 50 Гц	№ 1
Увеличение плотности мощности в сварочных аппаратах	№ 1
Teledyne LeCroy MDA800 — новейший осциллограф/анализатор мощности электродвигателей и приводов	№ 2
Радиотехника: нелинейные и импульсные системы	№ 4
Оборудование для изучения процесса создания электронных схем	№ 5

САПР

Виртуальные лаборатории устройств силовой электроники в среде MATLAB-Simulink	
Урок 19. Переходные процессы в параллельном активном фильтре	№ 2

Системы охлаждения

Охлаждение силовых модулей: проблемы и решения. Часть 4	№ 3
Особенности построения импульсных преобразователей с гальванической развязкой. Часть 3	№ 3

Технологии

16-я конференция по силовой электронике	№ 1
Усовершенствованная оптимальная процедура проектирования высоковольтной кабельной арматуры	№ 2
Возвращаемся к термопасте	№ 3
Надежность PressFIT-соединений	№ 3
Новые горизонты технологии датчиков тока на эффекте Холла	№ 3
Особенности корпусирования герметичных интегральных схем	№ 4

И никакой пайки! О надежности сигнальных соединений силовых модулей	№ 4
Силовая электроника в гибридном приводе с топливными элементами. Часть 1	№ 4
Карбид кремния: панацея или не будем спешить?	№ 6

Электромагнитная совместимость

Экранирование радиоэлектронной аппаратуры как метод обеспечения электромагнитной совместимости	№ 4
--	-----

Электроприводы

Реакторные устройства плавного пуска серии SYN-START	№ 1
SKAI — интеллектуальный привод XXI века	№ 1
Решения компании Weidmuller для систем управления двигателями	№ 2
Расчет теплового баланса при установке синусоидальных фильтров в шкафы управления с частотными преобразователями	№ 3
Измерение частоты вращения двигателя постоянного тока с помощью источника питания	№ 4
Моделирование систем импульсно-временного управления тиристорными электроприводами в среде Micro-Cap 9 demo	№ 4
Инновационный дизайн тяговых приводов с конденсаторами CeraLink	№ 6

СОВРЕМЕННАЯ СВЕТОТЕХНИКА

www.lightingmedia.ru/magazine/





РЫНОК

2 Шоника Виджай

Рынок светодиодных светильников общего назначения

4 Наружное освещение.
Отчет LED Lighting Facts 2014

11 Приглашает Гонконгская международная
весенняя выставка светотехники

13 IstanbulLight зажжется в Стамбуле

РАЗРАБОТКА И КОНСТРУИРОВАНИЕ

14 Питер В. Шекл

Проектирование бездрайверных светодиодных модулей

22 Том Грегори

Тепловое моделирование для светодиодной светотехники

26 Марина Крушинина

Оптимизация тепловых параметров светодиодных светильников

ИСТОЧНИКИ ПИТАНИЯ, ДРАЙВЕРЫ И УПРАВЛЕНИЕ ОСВЕЩЕНИЕМ

28 Источники питания

и светодиодные драйверы: новое на рынке

ОПТИКА

32 Санен Юсупов

Светодиодный свет для торговли и оптика LEDIL для акцентного освещения

ГОТОВЫЕ РЕШЕНИЯ

40 Светильник GALAD Omega LED

44 Светодиодная диммируемая панель ULP-6060 серии PROM-3

48 Сергей Исполатов

Обзор светильников для трековых систем освещения

50 Антон Шаракианэ

Ограничение слепящего действия на примере линейных светильников «Тесла»

53 Витрина

ПРОЕКТЫ

56 Сергей Ванев

Свет, который помогает продавать

58 Сергей Чувикин

GRIVEN: освещение фасадов TPK VEGAS в Москве



ОТ ПЕРВОГО ЛИЦА

2 Вадим Дадька

На российском рынке качественной светотехнической продукции стало больше

РЫНОК

3 Внутреннее освещение Отчет LED Lighting Facts 2014

10 Весенняя международная выставка светотехники в Гонконге. Итоги

РАЗРАБОТКА И КОНСТРУИРОВАНИЕ

12 Джулиан Кэри

Новые светодиодные архитектуры и люминофоры: меньше стоимость, выше качество

16 Андреас Попп

Учет тепловых параметров светодиодов для создания надежных осветительных систем

ИСТОЧНИКИ СВЕТА

20 Светодиоды и светодиодные модули: новое на рынке

УПРАВЛЕНИЕ ОСВЕЩЕНИЕМ

26 Том Гриффитс

Интеграция интернет-технологий в системы твердотельного освещения

ГОТОВЫЕ РЕШЕНИЯ

30 Светодиодная лампа LED-GX70-10W/NW/GX70 от компании Uniel. Редакционный обзор

34 ГК IEK: комплексные решения для систем освещения на промышленных объектах

36 «Световые Технологии»: LED-светильники для производственных помещений

38 VARTON: новинки промышленного освещения

40 Витрина

ПРОЕКТЫ

42 Санен Юсупов, Владислав Кошелев,

Максим Свиридов

Как сэкономить на освещении склада

48 Сергей Чувикин

Архитектурное освещение фасада ЦДК «Зеленоград»

51 Наталья Никифорова, Вячеслав Васильев

Модернизация освещения Зала полководцев Центрального музея Великой Отечественной войны

54 Ксения Бирюкова

Светодиодное освещение Verbatim в бизнес-отеле «Татарстан»

58 Наталья Кириленко

Концепция освещения московских мостов

60 Марика Волкова

Проект освещения в офисе Ostec



РЫНОК

2 Всероссийский светотехнический форум в «Столице света»

6 Лампы MR16. Отчет LED Lighting Facts 2014

ДИСКУССИЯ

14 Сергей Сизый

Новый подход к светотехническим рейтингам

17 Владимир Смолянский, Санен Юсупов

Освещение и безопасность пешеходных переходов

РАЗРАБОТКА И КОНСТРУИРОВАНИЕ

22 Джейд Бриджис

Тепловое регулирование как средство для увеличения срока службы светодиодов

26 Санен Юсупов, Леонтий Мельников

Утилитарное светодиодное освещение

32 Александр Буряков

Конструктивные способы снижения стоимости LED-светильников

ИСТОЧНИКИ СВЕТА

36 Кирилл Булашевич

Оптимизация смешения цветов для перестраиваемых твердотельных источников белого света

38 COB-светодиоды от Citizen Electronics

40 Михаил Червинский

Новое поколение светодиодных матриц CREE CXB с применением технологии SC5

УПРАВЛЕНИЕ ОСВЕЩЕНИЕМ

45 Егор Парамонов, Никита Бетяев

Беспроводная система управления освещением ME6

ГОТОВЫЕ РЕШЕНИЯ

48 Светодиодный трековый светильник Uniel. Редакционный обзор

52 Алексей Воробьев, Евгений Боровский

Светодиодное освещение для растений «Биолед»

55 Чарли Цоради

Светодиодным трубкам уготован массовый спрос

ПРОЕКТЫ

60 Константин Цепелев

Светотехническое решение для универсама «Московский»

62 Сергей Чувикин

Освещение отеля Sheraton в Катаре



РЫНОК

2 Осенние выставки светотехники в Гонконге

4 Китайский рынок светодиодной продукции: борьба за место под солнцем

ИСТОЧНИКИ СВЕТА

9 Светодиоды с высоким CRI, широким спектром и узкой KCC от Citizen Electronics

ИСТОЧНИКИ ПИТАНИЯ, ДРАЙВЕРЫ

12 Роланд Ледьярд

Скрытая стоимость бесплатных светодиодных драйверов для димминга по протоколу 0–10 В

16 Джон Райс

Защита светодиодного драйвера от КЗ выходного каскада на землю

ТЕПЛОТВОД

20 Сергей Тупиков

Оптимальные параметры радиатора светодиодного светильника

РАЗРАБОТКА И КОНСТРУИРОВАНИЕ

26 Сакен Юсупов

Быстрый путь к созданию наилучшего LED-светильника

30 Джейсон Чен, Мачей Слотвинский, Джерри Дибаттиста

Вентиляционные микропористые отверстия обеспечивают надежность светодиодных светильников

34 Джейд Бриджис

Средства защиты светодиодов от жестких условий эксплуатации

38 Венугопал Кока

Проектирование светодиодного освещения с использованием литьевого пластика

42 Михаил Червинский

Отказы светодиодных светильников: причины и способы предупреждения

ИЗОБРЕТЕНИЯ В СВЕТОТЕХНИКЕ

53 Светодиодные лампочки

ГОТОВЫЕ РЕШЕНИЯ

57 Светодиодный проектор Uniel
Редакционный обзор

60 Витрина

ПРОЕКТЫ

62 Сергей Чувикин

GRIVEN: освещение спортивной арены им. Гейдара Алиева в Баку



РЫНОК

4 Леонид Феоктистов

Тенденции и перспективы рынка светодиодной светотехники в России

8 Interlight Moscow powered by Light+Building 2015 представляет

ИСТОЧНИКИ СВЕТА

12 Новое поколение COB-светодиодов и SMD-светодиодов 3535 от ProLight Opto

14 Светодиоды CITIZEN Electronics в промышленном освещении

16 Юрий Молодчик

Duris S2 от Osram OS – новое слово в сегменте внутреннего освещения

ИСТОЧНИКИ ПИТАНИЯ, ДРАЙВЕРЫ

22 Светодиодные драйверы для различных применений. Обзор

РАЗРАБОТКА И КОНСТРУИРОВАНИЕ

24 Вячеслав Гавриков

Модули защиты для уличного светодиодного освещения

32 Алек Мандесян, Тонг Хунх

Преимущества технологии PoE для светодиодного освещения

36 Владимир Смолянский, Сакен Юсупов

Легче пуха, ярче солнца. Светильник с активным охлаждением

УПРАВЛЕНИЕ ОСВЕЩЕНИЕМ

42 Дмитрий Завьялов

Econex Smart – беспроводная система управления освещением

ГОТОВЫЕ РЕШЕНИЯ

46 Сергей Исполатов

Металлогалогенный или светодиодный?

48 Высокое освещение от IEK:

светотехнические проекты любой сложности

52 Влагозащищенные светильники

WOLTA – универсальное решение

54 Светодиодная лампа серии OPTIMA TM VOLPE от Uniel. Редакционный обзор

58 Витрина

ИЗОБРЕТЕНИЯ В СВЕТОТЕХНИКЕ

61 Сергей Тупиков

Офисное освещение

ПРОЕКТЫ

68 Татьяна Коцеевко

Ассоциативный ряд при разработке концепции архитектурного освещения



РЫНОК

2 Итоги 21-й Международной выставки Interlight Moscow powered by Light+Building

10 Взаимовыгодное сотрудничество на пути освоения новых энергоэффективных технологий. Интервью с президентом Ассоциации SZLEDIA Суй Широном

14 Гонконгская светотехническая выставка HKTDC (Autumn Edition)

16 Light + Building 2016 – крупнейшая в мире выставка осветительного оборудования и систем жизнеобеспечения зданий

ИСТОЧНИКИ СВЕТА

20 Мари Райт

Светодиоды в CSP-корпусах для систем твердотельного освещения

РАЗРАБОТКА И КОНСТРУИРОВАНИЕ

24 Сакен Юсупов

Оптика LEDIL для модулей с Flip-Chip-светодиодами

26 Джефф Грюттер, Кевин Йенсен

Оптимизация светодиодного DLP-проектора с помощью активной обратной связи

30 Джейлз Хампстон

Регулирование тепловых режимов систем

твердотельного освещения в установившемся и динамическом режимах

УПРАВЛЕНИЕ ОСВЕЩЕНИЕМ

34 Патрик Дюран

Открытые и функционально совместимые средства управления коммерческим освещением

ГОТОВЫЕ РЕШЕНИЯ

38 Светодиодный настольный светильник

TLD-509 от компании Uniel. Редакционный обзор

41 Витрина

ИЗОБРЕТЕНИЯ В СВЕТОТЕХНИКЕ

42 Сергей Тупиков

Уличное освещение

ПРОЕКТЫ

48 Сергей Чувикин

GRIVEN: освещение высотки PRIME TOWER, Дубай

52 Стать светодизайнером теперь еще проще.

Интервью с основателем школы светодизайна LIDS Сергеем Сизым

ДИСКУССИЯ

58 Дебора Бернетт

Главное – не навредить

62 СОДЕРЖАНИЕ ЖУРНАЛА ЗА 2015 г.

International Electrotechnical Magazine

ЭЛЕКТРИК

Международный Электротехнический Журнал

www.electrician.com.ua



СОДЕРЖАНИЕ ЖУРНАЛА «ЭЛЕКТРИК» ЗА 2015 г.

Электронности

Витрина продукции	4/6
Новости электротехники	7-8/6
Новости компании Schneider Electric	1-2/4, 4/8, 5/4, 6/4, 7-8/6, 9/6, 11/6, 12/6
Выставка-форум «Независимая теплоэнергетика 2014»	1-2/6
Форум АСУ ТП – рождение новых идей и новых лидеров	3/4
Семинары компании «ЭНЕРГИЯ ВОДЫ», Ива Березюк	3/8
Выставка «ElcomUkraine-2015»	5/6
Компания «ЭНЕРГИЯ ВОДЫ» на «Аква Терм 2015»	5/8
OptimaHouse – первый в Украине серийный энергоэффективный загородный дом для массовой застройки построен	6/6
Семинар-презентация Компании «ЭНЕРГИЯ ВОДЫ»	6/8
Новости ГП «Тяжмаш»	6/10
Лето в Компании «ЭНЕРГИЯ ВОДЫ» - время действовать и развиваться!...	7-8/7
Стратегия Вашего успеха в 5 шагах, Олег Наливайко	11/7
XIII Международная специализированная выставка «Энергетика в промышленности - 2015»	11/10
Выставка «Безопасность 2015»	12/8

Техника и технологии

Нелинейные ограничители перенапряжения (ОПН) и их применение для защиты электрооборудования, Адольф Кравченко	1-2/8
Новый частотно-регулируемый привод серии PowerXL DG1 от компании Eaton: надёжное, мощное и универсальное устройство номинальной мощностью до 160 кВт, Дмитрий Шрам	1-2/12
Использование тепловизоров для диагностики в энергетике, Василий Шило	1-2/14
Устройство автоматического ввода резерва серии NZ7, Олег Лазеба	1-2/16
Разъемы для тяжелых условий эксплуатации, выполненные из пластмассы и металла, Йенс Андресен	3/9
Of-Grid инвертор Stark 5000INV для систем автономного бесперебойного электропитания с использованием возобновляемых источников энергии, Виктор Хоменко	3/12
Почему преобразователям частоты среднего напряжения Delta Electronics можно доверять?, Игорь Лапко	3/14
Дизельным генераторам серии SSM исполняется 5 лет!, Руслана Шевчик	3/18
Развитие мировой энергетики и украинская ветроэнергетика, Андрей Семёнов	3/20
«Активная молниезащита». Научная правда и коммерческая ложь, Евгений Баранник	4/10
Низковольтное электротехническое оборудование корпорации CHINT GROUP, Олег Лазеба	4/12
Модернизация армейских дизельных генераторов, Руслана Шевчик	4/14
Медиаконвертер IEC61850 для энергетического сектора. Надежная работа даже в экстремальных условиях эксплуатации, Бернд Розенбаум, Йенс Винеке	4/16
Новинки от компании ERGOM	4/20
Почему преобразователям частоты среднего напряжения Delta Electronics можно доверять?, Игорь Лапко	4/22
Новое поколение компактных распределительных щитков KLV, Андрей Олейник	5/10
Преднамеренные электромагнитные деструктивные воздействия — что делать, чтобы от них защититься?, Владимир Гуревич	5/12
Почему преобразователям частоты среднего напряжения Delta Electronics можно доверять?, Игорь Лапко	5/16, 6/12
Где взять уголь для украинских ТЭС?, Анатолий Сергеев	5/20
Устройства плавного пуска: мифы и заблуждения. Часть 1, Вадим Лесик	6/16
Что нового в молниезащите?, Евгений Баранник	6/19
Функциональное земледеление микропроцессорных устройств релейной защиты: насущная необходимость или инерция мышления?, Владимир Гуревич	7-8/10
На электромобиле из Киева в Монте-Карло, Виталий Дейного	7-8/16
Новые возможности при построении распределительных устройств на базе системы Xenergy XT, Андрей Олейник	9/10
Цифровые осциллографы Siglent серии SDS1000	9/12
Системный подход к внутрилогистическим решениям	9/14
Полный контроль над солнечной электростанцией, Михаэль Галш	9/18
Преобразователи частоты Delta Electronics могут работать на расстоянии до 200-300 м от двигателя, Игорь Лапко	9/20, 10/8
Высоковольтные преобразователи частоты SINAMICS PERFECT HARMONY — 20 лет на мировом рынке	10/6

Прецизионный LCR-метр модели DT-9935	10/10
ARDIC. Движение, к самому лучшему	10/13
Распределительные панели. Повышенная гибкость сигнальной проводки, Торстен Шлоо	10/18
TMDC – новые промышленные DC/DC-преобразователи TRACOPOWER мощностью 20, 40, 60 Вт, Юрий Скрипка	10/18
Мембранные и расширительные баки TM CIMM от Компании «ЭНЕРГИЯ ВОДЫ», Ива Березюк	10/20
Новые модификации распределительных щитов от компании Eaton, Андрей Олейник	11/12
Новинка. BritIR B0 – эффективный тепловизор для выполнения энергоаудита	11/14
Энергоэффективные решения от DELTA ELECTRONICS завоевывают европейский рынок подъемного оборудования, Игорь Лапко	11/16
Как сохранить тепло в доме и сэкономить при помощи циркуляционных насосов, Ива Березюк	11/19
ARDIC. Движение к самому лучшему	11/21
U-remote – инновационные станции удаленного ввода-вывода компании Weidmueller	11/22
Золотая середина электротехники	11/24
Новое поколение цифровых осциллографов OWON	12/10
Первая украинская насосная конференция	12/11
Дизельные генераторы для армии, Руслан Шевчик	12/12
Преимущества перехода на светодиодное освещение с «Лед Лайт Солюшнз»	12/14

Производство и ресурсы

Светодиодное освещение для зданий и улиц, Андрей Семёнов	1-2/18
О защитной роли кожи человека при электротравмах, Николай Марфин	1-2/24
Применение высококомпонентных энергоэффективных асинхронных двигателей с совмещенными обмотками на транспорте и на объектах ЖКХ, Виталий Дайного	1-2/28
Трансформаторы SEA — надежное и энергоэффективное решение для АЭС, Даниил Молочаев, Вадим Черный	1-2/32
Новые источники питания Mean Well мощностью 35 Вт с функцией UPS для систем безопасности и сигнализации, Юрий Скрипка	1-2/34
Грамотный подход к организации техобслуживания, Иван Буянов	1-2/36
Новые LED-драйверы Mean Well, Вадим Черный	3/26
Индивидуальные экранирующие комплекты и их применение при выполнении работ в электроустановках высокого и сверхвысокого напряжения, Адольф Кравченко	3/28
Новые встраиваемые компьютеры AXIOMTEK, Андрей Каюков	3/32
Стартапы и повышение эффективности энергетики, Виталий Семёнов	4/26
Особенности систем железнодорожной автоматики, Геннадий Котов	4/29
Высоковольтный LED-драйвер MxHV9910 от IXYS, Игорь Васильев	4/32
Проектирование молниезащиты в AutoCAD	4/34
Проблемы украинской атомной энергетики, Андрей Семёнов	4/36
Контрольный кабель FACAB dataline 1000 в комплектации Reel-in-Box, Станислав Маляренко	4/41
Планы по увеличению поставок электроэнергии из Украины в ЕС, Андрей Семёнов	5/21
Терморегулирование в электроцитах, Васильев Игорь	5/28
Повышение энергоэффективности асинхронных двигателей вторичного рынка как способ энергосбережения, Виталий Дейного, Дмитрий Дуюнов, Валерий Иванов	5/30
Бесфрикционные системы торможения для защиты приводов, Владимир Рентюк	5/36
Особенности систем железнодорожной автоматики, Геннадий Котов	5/41
Пластиковые цилиндрические коннекторы для медицинского оборудования, Сергей Липко	5/45
Внедрение стандарта EIT1 на Украине, Андрей Семёнов	6/22
Методика 3D проектирования в системе MULTISIM, Юрий Пономарёв, Ольга Дячук	6/27
Новинки Advantech для Smart Grids	6/32
Современные тенденции развития электромобильного транспорта, Сергей Булгач, Вадим Любас	6/34
Динамическое торможение конденсаторного электродвигателя, Константин Коломойцев	6/38
Переход к региональному формированию тарифов на электроэнергию, Андрей Семёнов	7-8/20

Бытовые кондиционеры помогут избавиться от летней жары, Адольф Кравченко, Яна Кременецкая	7-8/24
Особенности использования реле для обеспечения безопасности на железнодорожном транспорте, Геннадий Котов	7-8/28
Бытовые электротравмы, Николай Марфин	7-8/32
Виртуализация в электротехнической промышленности, Алексей Петров ..	7-8/34
Сухие трансформаторы SEA SpA серии TTR для атомной энергетики, Вадим Чёрный ..	9/24
Работа АКБ в условиях веерных отключений электроэнергии, Максим Нестерук ..	9/26
Инновация в каждом метре. TM «BiCoil» от компании «SOLID TEAM», Наталья Мирная ..	9/28
Новые решения для промышленности ..	9/29
Тепловизор DT9875 – идеальное решение для энергоаудита ..	9/30
Новое законодательство и газопроводы вокруг Украины, Андрей Семёнов ..	9/32
О роли ПТБ в обеспечении безопасных условий труда при эксплуатации электроустановок, Николай Марфин ..	9/36
Куда поставлять электроэнергию с Бурштынской ТЭС?, Анатолий Сергеев ..	10/22
Новая разработка мотор-колеса с совмещенными обмотками по технологии «Славянка», Виталий Дейнего ..	10/28
Защита технологического оборудования и обслуживающего персонала от статического электричества, Адольф Кравченко ..	10/30
МИКО-2.3 – универсальный прибор для контроля трансформаторов, электрических машин и коммутационного электрооборудования, Иван Симонович ..	10/34
Два подхода к реформированию украинского энергорынка, Андрей Семёнов ..	10/36
Как выжить в условиях тарифного торнадо, Виталий Дейнего ..	10/38
Органическая фотовольтаика – завтрашний день солнечной энергетики, Анатолий Грачёв ..	10/44
Защищает ли нас обычная обувь от электрического тока?, Николай Марфин.....	10/46
Обзор линейки промышленных модулей памяти DDR4 производства Transcend, Ирина Коваль ..	11/26
Что определяет стоимость электроэнергии на Украине?, Валентин Сергиенко ..	11/28
Энергосбережение и альтернативная энергетика на Украине, Анатолий Сергеев ..	11/31
Похождения Фигаро из страны восходящего солнца в Трансильвании, Вадим Чёрный.....	11/34
Измерение сопротивления заземляющих устройств в городских условиях. (Методические рекомендации), Светлана Любас ..	12/16
Перспективы водородной энергетики, Сергей Семёнов ..	12/20
Трансформаторы SEA на краю земли, Вадим Чёрный.....	12/26
Новые разъемы для светодиодных осветительных устройств, Сергей Липко..	12/27
Взгляд производителей электроэнергии на проект «Закон о рынке электроэнергии», Андрей Сергиенко ..	12/28
Похождения Фигаро из страны восходящего солнца в Трансильвании, Вадим Чёрный ..	12/31
Это должен знать каждый дипломированный электрик!, Владимир Гуревич ..	12/32
Высоковольтный провод HVCRC Mercury Cable, Сергей Вайншток ..	12/34

Инженерные решения

Генераторы на кольцевых магнитах для ВЗУ, Анатолий Журенков.	1-2/40
Эквивалент нагрузки для источников питания, Вячеслав Калашник	1-2/44
Зарядное устройство для Ni-Cd аккумуляторов, Олег Белоусов ..	1-2/46
Бытовой осветительный плафон со светодиодной линейкой, Андрей Кашкаров ..	1-2/48
Источник питания для «люстры Чижевского», Вячеслав Калашник.....	1-2/50
Светозвуковой сигнализатор изменения состояния электроузлов, Андрей Бутов ..	1-2/52
Экономичная лампа дежурного освещения, Сергей Ёлкин ..	1-2/54
Сетевой регулятор мощности на MOSFET-транзисторах с фазоимпульсным управлением, Олег Белоусов ..	1-2/56
Защита бытовых электроприборов от импульсных перенапряжений, Андрей Бутов ..	1-2/60
Управление униполярными шаговыми двигателями, Владимир Рентюк.	3/34
Коррекция напряжения сети, Виктор Кандауров ..	3/40
Доработка электрочайников, Андрей Кашкаров ..	3/42
Двухканальный контроллер «дюралайта» на MOSFET транзисторах, Александр Одинец.	3/46

Схемотехника современных источников питания.	3/49
Импульсные стабилизаторы, Виктор Михальчук	3/49
Устройство для защиты мощных 12 В ламп накаливания, Андрей Бутов	3/52
Необычное применение автомобильного топливного насоса, Андрей Кашкаров	4/42
Электронный ключ с регулированием тока в нагрузке, Вячеслав Калашник	4/44
Световой «маяк» для безопасности детской коляски, Андрей Кашкаров	4/46
Фотореле со специальным алгоритмом, Александр Одинец ..	4/48
Индикатор пропадания сети, Василий Мельничук.....	4/50
Схема и особенности импульсного источника питания HIPER HPU-4S425PU, Александр Луценко	4/52
Модернизация беспроводного квартирного радиозвонка, Андрей Бутов	4/54
Управляемый таймер для электромагнитного замка, Андрей Кашкаров.	5/46
Управление трехфазным электродвигателем с питанием от аккумуляторных батарей, Юрий Пети	5/48
Преобразователь напряжения в световом зонде, Сергей Ёлкин.	5/50
Устройство для проверки ИМС интерфейса RS-485, Павел Гурович ..	5/52
Особенности ремонта электронных часов, Игорь Николаенко ..	6/40
Излучающее устройство с низковольтным питанием, Андрей Кашкаров	6/42
Ремонт тостера Qilive модели TA8145, Николай Власюк ..	6/44
Акустический автомат лестничного освещения, Александр Одинец ..	6/47
Питание низковольтных устройств от сети 220 В/50 Гц, Андрей Кашкаров	6/50
Новые возможности современных DC-DC преобразователей: особенности принятия решения по выбору и типовые применения, Владимир Рентюк	7-8/38
Акустические светодиодные драйверы с низковольтным питанием, Александр Одинец	7-8/42
Универсальный автомобильный OBDII сканер ELM327, Виктор Михальчук	7-8/46
Доработка реле задержки выключения вентилятора, Валерий Петров	7-8/48
Ремонт электрического строительного степлера, Сергей Ёлкин.	7-8/50
Сигнализатор утечки воды, Александр Каракурчи	7-8/54
Устройство защиты для автохолодильника, Игорь Безверхний ..	7-8/56
Охранный концентратор на контроллере, Олег Новиков ..	7-8/58
Разветвитель для источника питания, Андрей Бутов.	9/40
Симисторный регулятор мощности с оптопарой, Константин Коломойцев, Петр Халявка ..	9/42
Новые возможности современных DC-DC преобразователей: особенности принятия решения по выбору и типовые применения, Владимир Рентюк ..	9/46
Особенности современных систем охранной сигнализации, Андрей Кашкаров	9/52
Сварочный инвертор – резонансный мост с частотным регулированием на МК, Руслан Липин	9/56
Источник питания на полевых транзисторах типа IRF3205, Василий Мельничук	10/48
Ремонт источника питания МФУ HP8600 Pro, Андрей Кашкаров ..	10/50
Ремонт соковыжималки BOSCH MES3000/01, Николай Власюк	10/52
Сетевой фильтр для питания мультимедийной радиоаппаратуры, Андрей Бутов.....	10/56
Регулятор оборотов с обратной связью для коллекторных двигателей переменного тока, Валентин Шипляк ..	10/58
Фазовый регулятор постоянного тока, Александр Шуфотинский ..	11/36
DC/DC-преобразователи: инструмент для их проектирования от компании Maxim, Владимир Рентюк.	11/40
Электросварочный аппарат из готового трансформатора, Николай Власюк	11/44
Питание 12-вольтового оборудования от персонального компьютера, Андрей Бутов ..	11/47
Фотореле с функцией таймера, Александр Одинец	11/49
Обзор бюджетных светодиодных ламп, Виктор Михальчук ..	11/52
Использование автомобильного видеорегистратора FALCON для контроля объекта железнодорожной автоматики, Геннадий Котов ..	12/36
Почему гаснут светодиодные лампы?, Андрей Кашкаров ..	12/40
Замена люминесцентной лампы светильника с цоколем G23 светодиодами, Алексей Усков ..	12/46
Цифровой ШИМ-автомат для праздничной иллюминации, Александр Одинец ..	12/47
Обзор бюджетных светодиодных ламп, Виктор Михальчук ..	12/50

ЭЛЕКТРОНИКА

научно-практический журнал **ИНФО**

www.electronica.today



Содержание журнала «Электроника инфо» за 2015 год

№1 2015

СЛАВНЫЕ ИМЕНА ПЛАН КОМПЛЕКСНОГО РАЗВИТИЯ.....	2
ИСТОРИЯ РАЗВИТИЯ ПЛАН ГОЭЛРО: МИФЫ И РЕАЛЬНОСТЬ.....	5
СТАНОВЛЕНИЕ ЭНЕРГЕТИКИ БЕЛАРУСИ.....	7
СТАТИСТИКА ОБЕСПЕЧЕНИЕ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ БЕЛАРУСИ.....	9
ОБЗОР ИСТОЧНИКИ ЭНЕРГИИ БУДУЩЕГО Н. Китаев.	11
БИЗНЕС-ПЛАТФОРМЫ 26-27 МАРТА 2015 ГОДА В МОСКВЕ СОСТОИТСЯ III БИЗНЕС-ПЛАТФОРМА «СОБСТВЕННАЯ ГЕНЕРАЦИЯ НА ПРЕДПРИЯТИИ: СТАВКА НА ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТЬ, БЕСПЕРЕ- БОЙНОСТЬ И СНИЖЕНИЕ ЗАТРАТ».....	15
НАШИ ИНТЕРВЬЮ ОЛГА ИСАКОВА: «ГЕНЕРАЦИЯ ЭЛЕКТРИЧЕСТВА – ДОЛГОСРОЧНЫЙ ИНСТРУМЕНТ СНИЖЕНИЯ ЗАТРАТ НА ЭЛЕКТРОЭНЕРГИЮ, КОТОРЫЙ ПРОСЛУЖИТ ДОЛГИЕ ГОДЫ».....	16
НАША ЦЕЛЬ – ЗА ГОРИЗОНТОМ! Л. Чанов.	18
СВЕТОТЕХНИКА ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЕ УПРАВЛЕНИЕ СВЕТОДИОДНЫМ ОСВЕЩЕНИЕМ Ч. Айс.	20
ТЕХНОЛОГИИ СТРОИМ «УМНЫЙ ДОМ»: SKYNET ИЗ ЛАМПОЧКИ, КОФЕВАРКИ И ПОСУДОМОЕЧНОЙ МАШИНЫ А. Лоянич.	23
САМЫЙ УМНЫЙ ДОМ В БЕЛАРУСИ: В ДОЖДЬ ИЛИ ГРОЗУ ВСЕ ОКНА ЗАКРЫВАЮТСЯ САМИ.....	28
РЕЦЕНЗИРУЕМЫЕ СТАТЬИ.	30-48
ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ МЕТОДИКА ВЫБОРА ПРЕМИАЛЬНОГО ВОЗНАГРАЖДЕНИЯ СОТРУДНИКАМ АППАРАТА УПРАВЛЕНИЯ С УЧЕТОМ ЧИСТОЙ ПРИБЫЛИ, СЕБЕСТОИМОСТИ И СБЫТА ВЫПУСКАЕМОЙ ПРЕДПРИЯТИЕМ ПРОДУКЦИИ И.Н. Сюльжин, Т.Г. Протьюко, С.Ю. Протасеня, Е.В. Шабинская, Ю.А. Чернявский.	30
ПРОЦЕССЫ ВОССТАНОВЛЕНИЯ И ВЗАИМНОГО ВЛИЯНИЯ КАНАЛОВ ПРИ РАБОТЕ МИКРОКАНАЛЬНОЙ ПЛАСТИНЫ Е.А. Чудовская.....	37
СТРУКТУРА И ОПТИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ Au-ДЕКОРИРОВАННЫХ НАНОПУСТОТ В СЛОЯХ SiGe/Si П.И. Гайдук.	41
СТЕГАНОГРАФИЧЕСКОЕ ВСТРАИВАНИЕ СЛУЖЕБНОЙ ИНФОРМАЦИИ В КАРТОГРАФИЧЕСКИЕ ИЗОБРАЖЕНИЯ Ю.Н. Селюжницкая, В.С. Садов.....	45
КОМПОНЕНТЫ ТЕНДЕНЦИИ РЫНКА HIGH-END ЭМЭС-ДАТЧИКОВ ИНЕРЦИИ. НОВЫЕ УРОВНИ ХАРАКТЕРИСТИК И ИСПОЛНЕНИЯ С. Сысоева.	49
НОВОСТИ КОМПАНИЙ.	57-63
ПРАЙС-ЛИСТ.....	64

№2 2015

СЛАВНЫЕ ИМЕНА ОСНОВОПОЛОЖНИК АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ.	2
ИСТОРИЯ РАЗВИТИЯ СТАНОВЛЕНИЕ АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ В 60-70-е ГОДЫ 20 ВЕКА В.Г. Горохов.	9
НАШИ ИНТЕРВЬЮ «ГЛАВНОЕ В АВТОМАТИЗАЦИИ – ПРАВИЛЬНО ВЫБРАТЬ ИСПОЛНИТЕЛЯ И РАБОТАТЬ В КОМАНДЕ».....	16
АВТОМАТИЗАЦИЯ РАЗРАБОТКА СИСТЕМ ДИСПЕТЧЕРИЗАЦИИ И УПРАВЛЕНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИМ ПРОЦЕССОМ О. Большаков, А. Рыбаков.	18
ИСТОЧНИКИ ПИТАНИЯ ДИЛЕММА ИСТОЧНИКОВ ПИТАНИЯ ДЛЯ ПРОМЫШЛЕННОЙ АВТОМАТИКИ В. Вайдия.	22
ИНТЕГРАЦИЯ ИНФОРМАЦИОННЫХ РЕСУРСОВ ПРОБЛЕМНЫЕ ВОПРОСЫ АКТУАЛИЗАЦИИ ИНФОРМАЦИОННЫХ РЕСУРСОВ АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ ПРОМЫШЛЕННОГО КОМПЛЕКСА А.Л. Родцевич, Н.М. Орлова, Е.И. Сенкевич.	27
ИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ ВНЕДРЕНИЕ ИС НА ПРЕДПРИЯТИИ: ОСОБЕННОСТИ НАЦИОНАЛЬНОЙ РАБОТЫ А. Максимов.	29
ИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ В УПРАВЛЕНИИ АВТОМАТИЧЕСКАЯ СИСТЕМА РАСПОЗНАВАНИЯ ЛИЦА ПО ФОРМАЛИЗОВАННЫМ АНАТОМИЧЕСКИМ ПРИЗНАКАМ Е.И. Козлова, А.А. Редько.	32
МОДЕЛЬ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ ОЧЕРЕДИ В СИСТЕМАХ МАССОВОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ С НЕСКОЛЬКИМИ ПРИБОРАМИ А.И. Ковалевский, И.А. Адуцкевич.	39
РЕЦЕНЗИРУЕМЫЕ СТАТЬИ.	46-55
ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ СОЗДАНИЕ ПРОГРАММНОГО КОМПЛЕКСА БИОМЕТРИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ ИДЕНТИФИКАЦИИ ЛИЧНОСТИ М.Ю. Селянинов, Р.Р. Исмаилов, А.С. Ачаповский.	46
ДИСТАНЦИОННОЕ ОТОБРАЖЕНИЕ СЕНСОРНОЙ ИНФОРМАЦИИ В БАЗЕ ДАННЫХ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ МЕХАТРОННОЙ СИСТЕМЫ А.В. Гулай, В.М. Зайцев.	51
ВЫСТАВКИ «АВТОМАТИЗАЦИЯ. ЭЛЕКТРОНИКА» И «ЭЛЕКТРОТЕХ. СВЕТ».....	56
ПРАЙС-ЛИСТ.....	64

№3 2015

СЛАВНЫЕ ИМЕНА СТАНОВЛЕНИЕ СВЧ-ЭЛЕКТРОНИКИ В РОССИИ.....	2
ИСТОРИЯ РАЗВИТИЯ СВЧ-РАДАР ДЛЯ КУХОННЫХ НУЖД В. Тучков.....	6
ОБЗОР СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ, ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ И ПРИМЕНЕНИЯ ОСВЕТИТЕЛЬНЫХ УСТРОЙСТВ НА ОСНОВЕ СВЧ-РАЗРЯДА О.Ю. Александрова, С.М. Бондаренко, Э.М. Гутцайт, Р.А. Жидков.	10
СВЧ-ПРИБОРЫ НЕВЗАИМНЫЕ ДЕЛИТЕЛИ СВЧ-МОЩНОСТИ Ю. Кирсанов.....	14
СВЧ-ЭЛЕКТРОНИКА ТЕНДЕНЦИИ РАЗВИТИЯ СВЧ-ЭЛЕКТРОНИКИ ДЛЯ ШИРОКОПОЛОСНЫХ ПРИМЕНЕНИЙ С. Кузьмин.....	18
БЕСПРОВОДНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ШИРОКОПОЛОСНАЯ СВЧ-АНТЕННА БЕГУЩЕЙ ВОЛНЫ Н.Панин.....	20
КОНФЕРЕНЦИИ ОТЧЕТ О ПРОВЕДЕНИИ МЕЖДУНАРОДНОЙ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ КОНФЕРЕНЦИИ OSTIS-2015.....	25
РАДИОЛОКАЦИЯ ПРОБЛЕМЫ ПРОСТРАНСТВЕННОЙ КОМПЕНСАЦИИ МЕШАЮЩИХ ИЗЛУЧЕНИЙ А.Н. Сидоревич, И.Н. Давыденко.....	30
РЕЦЕНЗИРУЕМЫЕ СТАТЬИ.....	37-48
ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ КОМПЛЕКСНЫЙ ПОДХОД К ПРОЕКТИРОВАНИЮ СИСТЕМ, УПРАВЛЯЕМЫХ ЗНАНИЯМИ, НА ОСНОВЕ БИБЛИОТЕК КОМПОНЕНТОВ Д.В. Шункевич, И.Т. Давыденко, Д.Н. Корончик, Н.В. Гракова, А.В. Губаревич.	37
РАЗРАБОТКА СЕМАНТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ СИСТЕМЫ ОРГАНИЗАЦИИ ДОСТУПА К ОБЪЕДИНЕННЫМ КОРПОРАТИВНЫМ ИНФОРМАЦИОННЫМ РЕСУРСАМ М.В. Стержанов.....	43
АНАЛИЗ ПОТЕНЦИАЛЬНОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ КОМПЕНСАТОРА АКТИВНЫХ ШУМОВЫХ ПОМЕХ С ДВУХПАРАМЕТРИЧЕСКИМ КОРРЕКТОРОМ ЧАСТОТНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК А.Н. Сидоревич, И.Н. Давыденко.....	46
ДАТЧИКИ РАЗРАБОТКА НОВОГО ПОКОЛЕНИЯ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДАТЧИКОВ СКОРОСТИ И ПОЛОЖЕНИЯ С. Сысоева.....	49
ПРАЙС-ЛИСТ.....	64

№4 2015

НОВОСТИ.....	2
ОБЗОР РЫНКА РЕВОЛЮЦИОННЫЙ ПРОРЫВ В ЖГУТОВОМ ПРОИЗВОДСТВЕ.....	6
МЫ РАБОТАЕМ ДЛЯ ТЕХ, КТО СДЕЛАЛ СТАВКУ НА КАЧЕСТВО! Э.В. Курило.....	9
БОЛЕЕ ПОЛУВЕКА НА РЫНКЕ Б.И. Хурс.....	13
КЛУП «МОСТОВСКАЯ СЕЛЬХОЗТЕХНИКА»: ОПЕРАТИВНОСТЬ И КАЧЕСТВО ЖГУТОВОЙ ПРОДУКЦИИ.....	16
ПРОИЗВОДСТВО КОНКУРЕНТОСПОСОБНОЙ ПРОДУКЦИИ.	18
МНОГОЛЕТНИЙ ОПЫТ ПРОИЗВОДСТВА.	19
ОБРАЗЦЫ ЖГУТОВ ДЛЯ АВТОМОБИЛЬНОЙ ТЕХНИКИ.	20
ЛИДЕР В ПРЕДОСТАВЛЕНИИ РЕШЕНИЙ ПО ОБОРУДОВАНИЮ ДЛЯ ЖГУТОВЫХ ПРОИЗВОДСТВ А.Дыновский.....	22
СОЗДАНИЕ ПРАВИЛЬНЫХ СОЕДИНЕНИЙ.....	24
СЕМИНАРЫ ТЕХНИЧЕСКИЙ СЕМИНАР «БЫСТРОРАЗЪЕМНЫЕ СИСТЕМЫ STÄUBLI (ФРАНЦИЯ). ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ СОЕДИНИТЕЛИ И КАБЕЛЬНАЯ ПРОДУКЦИЯ MULTI-CONTACT (ШВЕЙЦАРИЯ)».....	26
ВЫСТАВКИ 14-Я МЕЖДУНАРОДНАЯ ВЫСТАВКА КАБЕЛЬНО-ПРОВОДНИКОВОЙ ПРОДУКЦИИ САВЕХ.....	28
ТЕХНОЛОГИИ ПРОИЗВОДСТВО ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ЖГУТОВ: ЭФФЕКТИВНО, ТЕХНОЛОГИЧНО, НЕДОРОГО И. Шахнович.....	31
КОНТРОЛЬ КАЧЕСТВА ЭВОЛЮЦИЯ ПОДХОДОВ К ОРГАНИЗАЦИИ КОНТРОЛЯ ЖГУТОВ А.Шейхо.....	37
ОБЗОР ОБРАБОТКА ПРОВОДА И ИЗГОТОВЛЕНИЕ ЖГУТОВ И КАБЕЛЕЙ ДЛЯ АВИАЦИОННО-КОСМИЧЕСКОЙ ТЕХНИКИ К.Голобоков.....	42
РЕЦЕНЗИРУЕМЫЕ СТАТЬИ.....	47-62
ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ПОМЕЩЕНИЯ КАК ДИНАМИЧЕСКОГО ОБЪЕКТА РЕГУЛИРОВАНИЯ ТЕМПЕРАТУРЫ С НЕСТАЦИОНАРНЫМИ ПАРАМЕТРАМИ М.Х. Шейх Эль Нажжарин, Н.Н. Гурский.....	47
ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МОДЕЛЕЙ ДИНАМИЧЕСКОЙ ТОПОЛОГИИ ОДНОРАМОВОЙ СЕТИ ДЛЯ ЭМУЛЯЦИИ ВНУТРИСЕТЕВОГО ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ А.В. Курочкин, И.А. Адуцкевич.....	50
КРИПТОГРАФИЧЕСКИ СТОЙКАЯ ИНФОРМАЦИОННАЯ СИСТЕМА НА ОСНОВЕ ГЕНЕРАТОРА ХАОТИЧЕСКИХ ЧИСЛОВЫХ ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТЕЙ И АССОЦИАТИВНОЙ АДРЕСАЦИИ ПАМЯТИ В.Д. Трофимчик, В.С. Садов.....	54
ПРАЙС-ЛИСТ.....	64

НОВОСТИ	2
ОБЗОР РЫНКА	
«МАЛЕНЬКИЙ КУСОЧЕК КРЕМНИЯ» А. Полякевич.....	6
MSP432P401X. НОВОЕ СЕМЕЙСТВО МИКРОКОНТРОЛЛЕРОВ ОТ TEXAS INSTRUMENTS.	9
НЕДОРОГИЕ МИКРОКОНТРОЛЛЕРЫ СЕРИИ MSP430I20XX.	10
MICROSIP ПРЕДСТАВЛЯЕТ НОВОЕ СЕМЕЙСТВО МИКРОКОНТРОЛЛЕРОВ ДЛЯ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ С ОБРАТНОЙ СВЯЗЬЮ.....	11
MICROSIP ПРЕДСТАВЛЯЕТ НОВЫЕ ШИМ-КОНТРОЛЛЕРЫ С ФУНКЦИЯМИ ЦИФРОВОГО УПРАВЛЕНИЯ И КОНТРОЛЯ ПАРАМЕТРОВ НАПРЯЖЕНИЯ ПИТАНИЯ.	12
ВЫБОР КОМПРОМИССНОГО РЕШЕНИЯ ДЛЯ МИКРОСХЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ 3-ФАЗНЫМ БЕСКОЛЛЕКТОРНЫМ ДВИГАТЕЛЕМ ПОСТОЯННОГО ТОКА Б. Чу.	14
8-РАЗРЯДНЫЕ МИКРОКОНТРОЛЛЕРЫ СОКРАТЯТ СТОИМОСТЬ И СЛОЖНОСТЬ ОБОРУДОВАНИЯ ИНТЕРНЕТА ВЕЩЕЙ.	17
SNVIO5/RT – ОПЕРАЦИОННАЯ СИСТЕМА ДЛЯ МИКРОКОНТРОЛЛЕРОВ Р.А.Шуленков.	18
ПОСТАНОВКА ЭЛЕКТРОНИКИ НА ПРОИЗВОДСТВО: КАК ЭТО ДЕЛАЕТСЯ? С.Ковалев.	21
РАСШИРЕНИЕ ВОЗМОЖНОСТЕЙ СТАНДАРТА ARINC 818 ДЛЯ РАБОТЫ С ВЫСОКОСКОРОСТНЫМИ ДАТЧИКАМИ И СИСТЕМАМИ Т. Келлер, П. Грюнвальд, В. Бауткин, А. Деев.	23
РАСШИРЕННЫЕ ВОЗМОЖНОСТИ Н. Домбровский.	31
SMARTFUSION2 И IGLOO2 – В ПОМОЩЬ РАЗРАБОТЧИКУ. ОБЗОР ОТЛАДОЧНЫХ ПЛАТ ДЛЯ НОВЫХ СЕМЕЙСТВ ПЛИС КОРПОРАЦИИ MICROSEMI Д. Иоффе, А. Казаков.	32
ТЕХНОЛОГИИ	
ПЛИС IGLOO2 КОРПОРАЦИИ MICROSEMI: ПРАКТИКУМ ПО СВЕРХНИЗКОМУ ЭНЕРГОПОТРЕБЛЕНИЮ Д. Иоффе, А. Казаков.	38
РЕЦЕНЗИРУЕМЫЕ СТАТЬИ. ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ И СИСТЕМЫ	49-62
ОЦЕНКА СОСТОЯНИЙ И ПРИНЯТИЕ РЕШЕНИЙ В ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ СИСТЕМАХ ТЕХНИЧЕСКОГО НАЗНАЧЕНИЯ А.В. Гулай, В.М. Зайцев.	49
МИКРО- И НАНОЭЛЕКТРОНИКА	
О ВЛИЯНИИ СВЯЗУЮЩЕГО В КОМПОЗИЦИОННОМ МАТЕРИАЛЕ НА МАГНИТОРЕЗОНАНСНОЕ ПОГЛОЩЕНИЕ ЭНЕРГИИ СВЧ А.Г. Бакаев, А.И. Гордиенко, М.И. Маркевич, А.М. Чапланов, С.В. Адашкевич, В.Ф. Стельмах.	55
ФОРМИРОВАНИЕ ТЕРМОСТОЙКИХ КОНТАКТОВ ДЛЯ ПРИБОРОВ С БАРЬЕРОМ ШОТТКИ НА АРСЕНИДЕ ГАЛЛИЯ Е.В. Телеш.	57
ИЗМЕНЕНИЕ СТРУКТУРЫ И ОПТИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ПОЛИКРИСТАЛЛИЧЕСКИХ ПЛЕНОК Si/SiGe ПРИ ТЕРМООБРАБОТКЕ В АТМОСФЕРЕ ВОДОРОДА А.Г. Новиков, С.Л. Прокопьев, П.И. Гайдук, О.Ю. Наливайко.	60
ПРАЙС-ЛИСТ	64

НОВОСТИ	2
ОБЗОР РЫНКА	
НАУЧНО-ПРОИЗВОДСТВЕННОЕ ОБЪЕДИНЕНИЕ «ПАРАЛЛЕЛЬ» (Г. УФА) НА РЫНКЕ СИЛОВОЙ ЭЛЕКТРОНИКИ РОССИИ И ТС Ю. Зинин, М. Мульменко.....	7
СИЛОВАЯ ЭЛЕКТРОНИКА.	13
СИЛОВЫЕ ПОЛУПРОВОДНИКОВЫЕ ПРИБОРЫ: ДИОДЫ, МОДУЛИ, ТИРИСТОРЫ ОПТРОННЫЕ.	17
СУХИЕ ТРАНСФОРМАТОРЫ RESVLOC® ДЛЯ ХОЛОДНЫХ КЛИМАТИЧЕСКИХ ЗОН РОССИИ.....	21
19" ШКАФ ДЛЯ РЕШЕНИЯ ЛЮБЫХ ЗАДАЧ.	22
АСУ ТП ЭЛЕКТРОСТАНЦИИ.	23
ВЫСОКОЭФФЕКТИВНЫЕ ИСТОЧНИКИ ТОКА ДЛЯ ПЛАЗМОХИМИЧЕСКИХ ГЕНЕРАТОРОВ С.М. Гавриленко, В.В. Филатов, А.В. Крючков, А.В. Самохин, О.П. Солоненко.	24
ВЫСТАВКИ	
12-Я МЕЖДУНАРОДНАЯ ВЫСТАВКА КОМПОНЕНТОВ И СИСТЕМ СИЛОВОЙ ЭЛЕКТРОНИКИ «СИЛОВАЯ ЭЛЕКТРОНИКА».....	25
БЕЛОРУССКИЙ ПРОМЫШЛЕННЫЙ ФОРУМ-2015: ИТОГИ.	26
КОНФЕРЕНЦИИ	
КОНФЕРЕНЦИЯ CONFAB-2015 О ЗРЕЛОСТИ МИРОВОЙ ПОЛУПРОВОДНИКОВОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ.	28
СИЛОВАЯ ЭЛЕКТРОНИКА	
СИЛЬНЫЕ И НАДЕЖНЫЕ: ПРОМЫШЛЕННЫЕ IGBT-МОДУЛИ ОТ INTERNATIONAL RECTIFIER В. Гавриков, К. Автушенко.	29
СПЕЦИАЛЬНАЯ ЭЛЕКТРОНИКА	
ОТСУТСТВИЕ СТАНДАРТА НА ФИЛЬТРЫ ДЛЯ ЗАЩИТЫ ОТ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОГО ИМПУЛЬСА ЗАТРУДНЯЕТ СОЗДАНИЕ ЭФФЕКТИВНОЙ ЗАЩИТЫ В.И. Гуревич.	35
СВЕТОТЕХНИКА И ОПТОЭЛЕКТРОНИКА	
ОТКАЗЫ СВЕТОДИОДОВ ИЗ-ЗА ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ПЕРЕНАПРЯЖЕНИЯ А. Герасимов.	39
РЕЦЕНЗИРУЕМЫЕ СТАТЬИ	45-62
ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ	
ТО НК О ПРОВОЛОЧНОЙ АППРОКСИМАЦИИ МИКРОПОЛОСОВОГО ИЗЛУЧАТЕЛЯ С УЧЕТОМ ЭФФЕКТИВНОЙ ДИЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ПРОНИЦАЕМОСТИ ПОДЛОЖКИ В.В. Кизименко, А.В. Улановский.	45
МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ПРОВОЛОЧНЫХ ФРАКТАЛЬНЫХ АНТЕНН ПРОИЗВОЛЬНОЙ ГЕОМЕТРИИ Ю.Н. Егоров, В.В. Гладычук.....	51
ОСОБЕННОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ И ФАКТОРЫ КАЧЕСТВА СЛУЧАЙНЫХ СИГНАЛОВ СПЕЦИАЛИЗИРОВАННОГО ШУМОВОГО МОДУЛЯ В.В. Буслюк, С.С. Дереченник, И.В. Лешкевич, В.С. Разумейчик, И.А. Пешко.	56
НАНО- И МИКРОЭЛЕКТРОНИКА	
ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ОТЖИГА НА МОРФОЛОГИЮ ПОВЕРХНОСТИ Pt ЭЛЕКТРОДА СЕГНЕТОЭЛЕКТРИЧЕСКОГО КОНДЕНСАТОРА М.В. Ермоленко.	60
ПРАЙС-ЛИСТ	64

НОВОСТИ	2
ОБЗОР РЫНКА	
ПРИМЕНЕНИЕ ИСТОЧНИКОВ ПОСТОЯННОГО ТОКА Н. Никитенко.....	5
ИСТОЧНИКИ ПИТАНИЯ СРЕДНЕЙ И БОЛЬШОЙ МОЩНОСТИ С ЦИФРОВЫМ УПРАВЛЕНИЕМ И ВСТРОЕННЫМИ ИЗМЕРИТЕЛЯМИ НАПРЯЖЕНИЯ И ТОКА.....	7
НОВЫЕ ИСТОЧНИКИ ПИТАНИЯ СЕРИИ R&S HMC ОТ КОМПАНИИ RONDE & SCHWARZ.....	10
ПРОГРАММИРУЕМЫЕ ЛАБОРАТОРНЫЕ ИСТОЧНИКИ ПИТАНИЯ С ФУНКЦИЕЙ ПАМЯТИ СЕРИИ EA-PS 8000 T/DT МОЩНОСТЬЮ 320–1500 ВТ.	11
НОВОЕ СЕМЕЙСТВО DSPIC33EP «GS» ОТ MICROCHIP ОПТИМИЗИРОВАНО ДЛЯ ЦИФРОВОГО УПРАВЛЕНИЯ ПИТАНИЕМ.	12
МИКРОКОНТРОЛЛЕРЫ MICROCHIP В ИМПУЛЬСНЫХ ИСТОЧНИКАХ ПИТАНИЯ.	13
ВАРИСТОРЫ КОМПАНИИ KEKO VARICON ДЛЯ АВТОМОБИЛЬНЫХ И ПРОМЫШЛЕННЫХ ПРИМЕНЕНИЙ К. Верхулевский.	19
SNVIO5/RT – ОПЕРАЦИОННАЯ СИСТЕМА ДЛЯ МИКРОКОНТРОЛЛЕРОВ. ЧАСТЬ 2 Р.А. Шуленков.	23
МИКРОМОЩНЫЙ СТАБИЛИЗАТОР НАПРЯЖЕНИЯ 1342EN5T.	27
МЕДИЦИНСКИЕ РАЗДЕЛИТЕЛЬНЫЕ ТРАНСФОРМАТОРЫ С СИСТЕМОЙ КОНТРОЛЯ ИЗОЛЯЦИИ И ТЕМПЕРАТУРЫ Н.Н. Судник.	28
ПРОСТОЕ ЗАРЯДНОЕ УСТРОЙСТВО ДЛЯ СВИНЦОВО-КИСЛОТЫХ АККУМУЛЯТОРОВ НА ОСНОВЕ КОНТРОЛЛЕРА BQ2031, РЕАЛИЗУЮЩЕЕ ПРИНЦИП MPР Л.Гухляни.	31
ОБЗОР НОВИНОК КОМПАНИИ AIMTEC.	33
LED-ДРАЙВЕРЫ.	34
ПИТАНИЕ	
СРЕДСТВА И СИСТЕМЫ ЗАЩИТЫ ИСТОЧНИКОВ ПИТАНИЯ.	36
ТРЕБОВАНИЯ К МОНТАЖУ ИМПУЛЬСНЫХ ИСТОЧНИКОВ ПИТАНИЯ И ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫЕ ПОМЕХИ.	38
СПОСОБЫ ОХЛАЖДЕНИЯ КОМПОНЕНТОВ ИСТОЧНИКОВ ПИТАНИЯ.	40
РЕЦЕНЗИРУЕМЫЕ СТАТЬИ	42-62
ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ	
ИНФОРМАЦИОННЫЙ КЛАСТЕРНЫЙ ПОДХОД В ПРОЕКТИРОВАНИИ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ МЕХАТРОННЫХ СИСТЕМ А.В. Гулай, В.М. Зайцев.	42
ИССЛЕДОВАНИЕ ВЕНТИЛЬНОГО ЭЛЕКТРОПРИВОДА, РАБОТАЮЩЕГО В ЗАДАННОМ ДИАПАЗОНЕ ЗНАЧЕНИЙ ВЫХОДНЫХ КООРДИНАТ А.Г. Стрижнев, А.А. Шихов, А.Н. Русакович.	47
ОБЕСПЕЧЕНИЕ ЖИВУЧЕСТИ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫХ СИСТЕМ С ОДНОРОДНОЙ ПРОГРАММИРУЕМОЙ МАТРИЧНОЙ СТРУКТУРОЙ Н.А. Коротгаев, В.И. Попечин, А.Е. Василевич, А.А. Василевич.	55
НАНО- И МИКРОЭЛЕКТРОНИКА	
ПАССИВАЦИЯ ПОЛЕВЫХ ТРАНЗИСТОРОВ С БАРЬЕРОМ ШОТТКИ НА АРСЕНИДЕ ГАЛЛИЯ С ПРИМЕНЕНИЕМ ИОННО-ЛУЧЕВОГО РАСПЫЛЕНИЯ ДИЭЛЕКТРИЧЕСКИХ МИШЕНЕЙ Е.В. Телеш.	59

НОВОСТИ	2
ОБЗОР РЫНКА	
ООО «ИНСОЛ» – НАДЕЖНЫЙ СТРАТЕГИЧЕСКИЙ ПАРТНЕР ДЛЯ КАЖДОГО КЛИЕНТА В ЛЮБОЙ ТОЧКЕ МИРА В. Тихонов.....	6
ОАО «СВЯЗЬИНВЕСТ»: МЫ НЕ ОСТАНАВЛИВАЕМСЯ НА ДОСТИГНУТОМ В.А. Смелов.....	7
НАДЕЖНЫЙ ДРУГ ВАШЕГО ОФИСА.....	9
ШИРОКИЕ ВОЗМОЖНОСТИ СИСТЕМЫ КОНТРОЛЯ ДОСТУПА.	10
ОБЕСПЕЧЕНИЕ СРЕДСТВАМИ МОНИТОРИНГА ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ ПРИ ЕГО МОДЕРНИЗАЦИИ М.В. Склема.	11
СЕМЬ ПРАКТИЧЕСКИХ РЕКОМЕНДАЦИЙ ПРИ ВЫБОРЕ СВЕТИЛЬНИКОВ ДЛЯ ОФИСА И/ЛИ ПРОИЗВОДСТВА.	13
MICROSIP РАСШИРЯЕТ СЕРИЮ 32-РАЗРЯДНЫХ МИКРОКОНТРОЛЛЕРОВ PIC32MX1/2 МИКРОСХЕМАМИ С ОПТИМИЗИРОВАННОЙ ПО СТОИМОСТИ ФЛЕШ-ПАМЯТЬЮ ЕМКОСТЬЮ 256 КБАЙТ И ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТЬЮ ДО 83 DMIPS.	16
RENTAIR РАСШИРЯЕТ СВОЙ АССОРТИМЕНТ ПРОДУКЦИИ SCHROFF ДЛЯ СИСТЕМ КОНТРОЛЯ ЗА СЧЕТ ПРИОБРЕТЕНИЯ PIGEON POINT SYSTEMS.	17
ДУНАПРАВЛЕННЫЙ DC-DC ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЬ МОЩНОСТЬЮ 2500 ВТ ДЛЯ СИСТЕМ АККУМУЛИРОВАНИЯ И УТИЛИЗАЦИИ ЭНЕРГИИ.	18
ВЫСТАВКИ	
ВЫСТАВКА «ЭЛЕКТРОНИКА-УРАЛ 2015» СОСТОИТСЯ В ЕКАТЕРИНБУРГЕ.	19
МИКРОКОНТРОЛЛЕРЫ	
РЕГУЛЯТОРЫ С ЭЛЕМЕНТАМИ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОГО УПРАВЛЕНИЯ Дж. Джухишер.	20
ОБЛАЧНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ	
АЛГОРИТМЫ ПОСТРОЕНИЯ МОДЕЛИ ДАННЫХ ДЛЯ РАСПРЕДЕЛЕННОЙ СУБД APACHE CASSANDRA А. Козлов.	24
РЕЦЕНЗИРУЕМЫЕ СТАТЬИ	32-41
ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ	
МОБИЛЬНОЕ ПРИЛОЖЕНИЕ «СИСТЕМА ОПОВЕЩЕНИЯ В ЭКСТРЕННЫХ СИТУАЦИЯХ» К.И. Белошевский, Е.И. Козлова.	32
ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ И ОПТИМИЗАЦИЯ ХАРАКТЕРИСТИК ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЕЙ ПЕРЕМЕННЫХ МАГНИТНЫХ ПОЛЕЙ ДЛЯ СИСТЕМ ДИАГНОСТИКИ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ СИЛОВЫХ УСТАНОВОК С.А. Гришин, В.В. Климентовский.	38
ЦИФРОВАЯ ЭЛЕКТРОНИКА	
ОБ ОДНОМ ПОДХОДЕ К ИЗУЧЕНИЮ ТЕМЫ «КОМБИНАЦИОННЫЕ СХЕМЫ» М.С. Долинский.	42
ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИКА	
СОЗДАНИЕ ЗАПАСОВ СМЕННЫХ МОДУЛЕЙ ЭЛЕКТРОННОЙ АППАРАТУРЫ – КАК СПОСОБ ПОВЫШЕНИЯ ЖИВУЧЕСТИ ЭНЕРГОСИСТЕМЫ В.И. Гуревич.	52
КОМПОНЕНТЫ	
МОБИЛЬНЫЕ ДАТЧИКИ ДВИЖЕНИЯ. НОВЫЕ ВЕХИ В ИСТОРИИ ИННОВАЦИЙ С. Сысоева.	56

№9 2015

НОВОСТИ	2
ОБЗОР РЫНКА	
ОАО «АГАТ-СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ»; КЛЮЧЕВАЯ РОЛЬ И СОВРЕМЕННЫЕ ТЕХНИЧЕСКИЕ РЕШЕНИЯ В СФЕРЕ НАВИГАЦИОННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ А.М. Голубев, И.В. Петрушко.....	6
О РЫНКЕ МОНИТОРИНГА ТРАНСПОРТА УКРАИНЫ.	10
НАВИГАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ: РУКОВОДСТВО ПО ВЫБОРУ GPS-НАВИГАТОРОВ И СОПУТСТВУЮЩЕГО ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ.	12
АВТОМОБИЛЬНЫЕ НАВИГАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ И ТЕХНОЛОГИИ Сергей Иванов, Александр Мовчан.	17
LEXAND ПОПОЛНЯЕТ ЛИНЕЙКУ БЮДЖЕТНЫХ АВТОМОБИЛЬНЫХ ПЛАНШЕТОВ НА OS ANDROID.	19
ЛОКАЛЬНЫЙ ОБОГРЕВ РАБОЧИХ МЕСТ ИНФРАКРАСНЫМИ ЭЛЕКТРООБОГРЕВАТЕЛЯМИ НОМАКОН™ А.Е. Рабко, И.Л. Козловский.	21
ИЗМЕРИТЕЛЬНО-ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫЙ КОМПЛЕКС «ЭНЕРГОБАЛАНС».	24
ИСТОЧНИКИ БЕСПЕРЕБОЙНОГО ПИТАНИЯ (ИБП) С РАЗДЕЛИТЕЛЬНЫМИ ТРАНСФОРМАТОРАМИ В СИСТЕМАХ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ МЕДИЦИНСКИХ ПОМЕЩЕНИЙ Н.Н. Судник.	25
АВТОМАТИЗИРОВАННЫЕ ИНФОРМАЦИОННО-ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЕ СИСТЕМЫ КОММЕРЧЕСКОГО И ТЕХНИЧЕСКОГО УЧЕТА ЭНЕРГОРЕСУРСОВ «МИРТЕК-ЭНЕРГОБАЛАНС» С.И. Зайцев.	27
СОВРЕМЕННЫЙ СВЕТ ДОСТУПЕН!.....	30
ОТКРЫТИЕ ДВЕРЕЙ Джастин Бауэр.	31
БЕСПРОВОДНАЯ ТЕХНОЛОГИЯ LORA КОМПАНИИ SEMTECH ДЛЯ ИНТЕРНЕТА ВЕЩЕЙ Константин Верхулевский.	35
ВЫСТАВКИ	
20-Я ЮБИЛЕЙНАЯ ВЫСТАВКА «ЭНЕРГЕТИКА. ЭКОЛОГИЯ. ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЕ. ЭЛЕКТРО».....	39
ДЕПАРТАМЕНТ РАДИОЭЛЕКТРОННОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ МИНПРОМТОРГА РФ ПОДДЕРЖИВАЕТ ВЫСТАВКУ «ЭЛЕКТРОНИКА-УРАЛ 2015».	40
МЕЖДУНАРОДНАЯ ВЫСТАВКА TESTING & CONTROL.	41
ТЕХНОЛОГИИ	
ДЕСЯТЬ АЭРОКОСМИЧЕСКИХ ТЕХНОЛОГИЙ, КОТОРЫЕ ПРИШЛИ В АВТОПРОМЫШЛЕННОСТЬ.	42
РЕЦЕНЗИРУЕМЫЕ СТАТЬИ	45-62
ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ	
АЛГОРИТМ ПОВЫШЕНИЯ ТОЧНОСТИ СЛАБОСВЯЗАННОЙ ИНЕРЦИАЛЬНО-СПУТНИКОВОЙ НАВИГАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ НА ОСНОВЕ ФИЛЬТРА КАЛМАНА ДЛЯ ОШИБОК БИНС К.В. Козадаев, А.Е. Макаренко.	45
СИСТЕМА ОПРЕДЕЛЕНИЯ УГЛОВ ОРИЕНТАЦИИ ОБЪЕКТОВ В ПРОСТРАНСТВЕ НА ОСНОВЕ МЕТОДА RTK К.В. Козадаев, И.О. Митрахович.	49
ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ОРОШЕНИЯ ПАХОТНЫХ ЗЕМЕЛЬ В.В. Грузин.	53
ПОСТРОЕНИЕ ПОЛЯ НАПРАВЛЕНИЙ ПАПИЛЛЯРНЫХ ЛИНИЙ ДАКТИЛОСКОПИЧЕСКИХ ОТПЕЧАТКОВ В СИСТЕМАХ БИОМЕТРИЧЕСКОГО АНАЛИЗА М.Ю. Селянинов, В.А. Кулиничев.	56
НАНО- И МИКРОЭЛЕКТРОНИКА	
ВЛИЯНИЕ ЛАЗЕРНОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ НА МАГНИТОРЕЗОНАНСНОЕ ПОГЛОЩЕНИЕ ЭНЕРГИИ СВЧ ЧАСТИЦАМИ ПОРОШКА АЛЬСФЕРА А.Г. Бакаев, М.И. Маркевич, А.М. Чапланов, С.В. Адашкевич, В.Ф. Стельмах, В.И. Журавлева.....	60
ПРАЙС-ЛИСТ	64

№10 2015

НОВОСТИ	2
ОБЗОР РЫНКА	
ЛАЗЕРНОЕ СКАНИРОВАНИЕ И ПОСЛЕДУЮЩАЯ ОБРАБОТКА ДАННЫХ В 3D ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ КАЧЕСТВА УПРАВЛЕНИЯ ПРОМЫШЛЕННЫМИ ОБЪЕКТАМИ.....	8
ЦЕНТР ЛАЗЕРНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ.	10
ООО «ЕВРОЛЭЙЗ». НОВАЯ ПРОДУКЦИЯ ОТ ПРОИЗВОДИТЕЛЕЙ.	11
ПЛАНШЕТНЫЕ ЛАЗЕРЫ TROTSC SERIE SPEEDY.	12
ТЕПЛОПРОВОДЯЩИЕ ЭЛЕМЕНТЫ SCHROFF ДЛЯ СИСТЕМ КОНДУКТИВНОГО ОХЛАЖДЕНИЯ.	15
НЕПРЕРЫВНО СОЗДАВАТЬ ЗАДЕЛ, БЫТЬ В РЕЖИМЕ ГОТОВНОСТИ.	16
ОАО «РОГАЧЕВСКИЙ ЗАВОД «ДИАПРОЕКТОР»: ЛИДЕР ПО ПРОИЗВОДСТВУ ОПТИЧЕСКИХ ПРИБОРОВ.	20
КАЧЕСТВО – ЭТО ЦЕЛАЯ СИСТЕМА.	22
ОПТОВОЛОКОННЫЕ КАБЕЛЬНЫЕ СОЕДИНЕНИЯ В СИСТЕМАХ СПЕЦИАЛЬНОГО НАЗНАЧЕНИЯ Регина Аюпова.	24
УКРАИНА: НА ПУТИ К ЕВРОПЕЙСКИМ ИНВЕСТИЦИЯМ!?.	26
В ТАЛЛИНЕ ПРОДВИГАЕТСЯ КРУПНЕЙШИЙ ЛИТОВСКИЙ ПРОЕКТ В ОБЛАСТИ БИОТОПЛИВНОЙ ЭНЕРГЕТИКИ.	28
ПРОСТАЯ КОДИРОВКА. КАК ВНЕДРИТЬ ЦИФРО-АНАЛОГОВЫЙ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЬ В НИЗКОЧАСТОТНОЕ УСТРОЙСТВО Марк Пэлонс, Майк Гомес.	30
МИКРОСНІР ПРОДОЛЖАЕТ ЭВОЛЮЦИЮ 8-РАЗРЯДНЫХ МК ПОСРЕДСТВОМ НОВОЙ ИННОВАЦИОННОЙ ПЛАТФОРМЫ РАЗРАБОТКИ.	32
ПОЧЕМУ ЭЛЕКТРОМОНТАЖНИК ВЫБИРАЕТ МАРКИРОВКУ VOKS™, РАЗРАБОТАННУЮ В БЕЛАРУСИ А.В. Поляченко.	33
ВЫСТАВКИ	
ВЫСТАВКИ, КОТОРЫЕ СЛЕДУЕТ ПОСЕТИТЬ В НОЯБРЕ.	35
В МИНСКЕ ПРОШЕЛ XX ЮБИЛЕЙНЫЙ БЕЛОРУССКИЙ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ И ЭКОЛОГИЧЕСКИЙ ФОРУМ.	37
КОНФЕРЕНЦИИ	
КВАНТОВАЯ ЭЛЕКТРОНИКА (КЭ) 2015 10-Я МЕЖДУНАРОДНАЯ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ.	41
РЕЦЕНЗИРУЕМЫЕ СТАТЬИ	42-62
КВАНТОВАЯ ЭЛЕКТРОНИКА	
СПЕКТРАЛЬНЫЕ СВОЙСТВА ТОНКИХ ОРГАНИЧЕСКИХ ПЛЕНОК, ДОПИРОВАННЫХ ПЛАЗМОННЫМИ НАНОЧАСТИЦАМИ А.Д. Занковец, А.Н. Понявина.	42
МЕТОД ОПРЕДЕЛЕНИЯ ДАЛЬНОСТИ С АДАПТИВНЫМ ПОРОГОВЫМ ЗНАЧЕНИЕМ М.М. Кургейко, К.Н. Коростик.	46
РАЗРАБОТКА ДЕТЕКТОРА ГАММА-ИЗЛУЧЕНИЯ ДЛЯ ИНСПЕКЦИОННО-ДОСМОТРОВОГО КОМПЛЕКСА С БЕТАТРОНОМ К.О. Янны.	50
МЕТОДИКА МОДЕЛИРОВАНИЯ ХеС-ЭКСИЛАМП ТЛЕЮЩЕГО РАЗРЯДА С.С. Ануфрик, А.П. Володенков, К.Ф. Зноско.	55
ИССЛЕДОВАНИЕ АБЛЯЦИОННОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ УФ ЛАЗЕРНОГО ИЗЛУЧЕНИЯ РАЗЛИЧНОЙ ДЛИТЕЛЬНОСТИ НА ЗУБНЫЕ ТКАНИ С.С. Ануфрик, А.П. Володенков, К.Ф. Зноско.	59
ПРАЙС-ЛИСТ	64

№11 2015

НОВОСТИ	2
ОБЗОР РЫНКА	
ЦЕЛЕСООБРАЗНОСТЬ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ СВЕТОДИОДНОГО ОСВЕЩЕНИЯ.....	4
СВЕТОДИОДНОЕ ОСВЕЩЕНИЕ, СВЕТОДИОДНЫЕ ЛАМПЫ И ВСЕ, ЧТО НУЖНО О НИХ ЗНАТЬ.....	6
СВЕТОДИОДНЫЕ ЛАМПЫ: МИФЫ И РЕАЛЬНОСТЬ. РАЗБИРАЕМСЯ СО СПЕЦИАЛИСТОМ.....	9
ЧТО НАДО ЗНАТЬ ПРИ ВЫБОРЕ ЛАМП.	10
СВЕТОДИОДНОЕ УЛИЧНОЕ ОСВЕЩЕНИЕ. РЕШЕНИЯ И ТЕНДЕНЦИИ.	15
СОВРЕМЕННЫЕ СВЕТОДИОДНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ НА РЫНКЕ.....	16
ПРИМЕНЕНИЕ СВЕТОДИОДОВ В ЭКСКЛЮЗИВНОЙ СВЕТОТЕХНИКЕ Ю.И. Далиро.	18
СВЕТОДИОДНОЕ ОСВЕЩЕНИЕ – ВЕРНЫЙ КУРС ДВИЖЕНИЯ.	20
СВЕТОДИОДНАЯ ЛЕНТА – ЭКОНОМИЧНЫЙ СПОСОБ ОФОРМИТЬ ЭКСКЛЮЗИВНОЕ ОСВЕЩЕНИЕ.	22
О НЕКОТОРЫХ ВОПРОСАХ, ВОЗНИКАЮЩИХ ПРИ ПЕРЕХОДЕ НА СВЕТОДИОДНОЕ ОСВЕЩЕНИЕ.....	24
ЕЖЕДНЕВНЫЙ КРОПОТЛИВЫЙ ТРУД НА ПРОТЯЖЕНИИ 87 ЛЕТ.....	26
КАК СОЗДАТЬ НОВОГОДНЕЕ НАСТРОЕНИЕ? 5 СКАЗОЧНЫХ ОТВЕТОВ НА ВОПРОС.....	29
КАТАЛОГ РАДИОДЕТАЛЕЙ И СИСТЕМ «УМНЫЙ ДОМ» В МИНСКЕ.....	30
СОВРЕМЕННАЯ СВЕТОТЕХНИЧЕСКАЯ ЛАБОРАТОРИЯ.....	31
КОМПЛЕКТЫ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА СВЕТИЛЬНИКОВ НА ОСНОВЕ ПРОФИЛЯ RLP-01.....	32
ОСОБЕННОСТИ РЕАЛИЗАЦИИ СВЕТОДИОДНЫХ ЛАМП В РОССИИ Игорь Левин.	33
ОБЛАЧНЫЕ БЕСПРОВОДНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ – НОВАЯ ЭРА В СИСТЕМАХ ОСВЕЩЕНИЯ.....	35
КАЧЕСТВО СВЕТОДИОДНОЙ СВЕТОТЕХНИЧЕСКОЙ ПРОДУКЦИИ: ОСНОВНЫЕ ПРОБЛЕМЫ И ПУТИ РЕШЕНИЯ А.А. Богданов.	38
МЕТАЛЛОАЛОГЕННЫЙ ИЛИ СВЕТОДИОДНЫЙ? Сергей Исполатов.	40
СОВРЕМЕННОЕ И ЭКОНОМИЧНОЕ ОСВЕЩЕНИЕ.	42
КОМПАНИЯ «LGT» ЗАПУСКАЕТ ПЕРВОЕ В РОССИИ ПРОИЗВОДСТВО МУЛЬТИ-ЛИНЗ ДЛЯ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНЫХ СВЕТОДИОДНЫХ СВЕТИЛЬНИКОВ.	43
ПРАВИЛЬНОЕ ОСВЕЩЕНИЕ – ФАКТОР УСПЕХА БИЗНЕСА.	44
КОМПАНИЯ «ГОРИЗОНТ» ПРИСТУПИЛА К ВЫПУСКУ НИЗКОВОЛЬТНЫХ СВЕТОДИОДНЫХ СВЕТИЛЬНИКОВ ДЛЯ РЫБОЛОВЕЦКИХ СУДОВ, КАТЕРОВ И ЛОДОК.....	45
МИКРОСНІР РАСШИРЯЕТ СЕМЕЙСТВО ВЫСОКОПРОИЗВОДИТЕЛЬНЫХ 32-РАЗРЯДНЫХ МК НОВОЙ СЕРИЕЙ СО ВСТРОЕННЫМ БЛОКОМ ВЫЧИСЛЕНИЯ С ПЛАВАЮЩЕЙ ЗАПЯТОЙ.....	46
НОВОЕ СЕМЕЙСТВО DSPIC33ER «GS» ОТ MICROCHIP ОПТИМИЗИРОВАНО ДЛЯ ЦИФРОВОГО УПРАВЛЕНИЯ ПИТАНИЕМ.....	47
КИТАЙСКИЙ РЫНОК СВЕТОДИОДНОЙ ПРОДУКЦИИ: БОРЬБА ЗА МЕСТО ПОД СОЛНЦЕМ.....	48
ВЫСТАВКИ	
ВЫСТАВКИ, КОТОРЫЕ СЛЕДУЕТ ПОСЕТИТЬ В ДЕКАБРЕ.	53
«СВЯЗЬ-2016. ИНФОРМАЦИОННЫЕ И КОММУНИКАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ».....	54
«ФОТОНИКА-2016».....	55
РЕЦЕНЗИРУЕМЫЕ СТАТЬИ	56-63
ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ	
ОЦЕНКА ПАРАМЕТРОВ СКАНИРУЮЩЕЙ СИСТЕМЫ НА ОСНОВЕ ЛАЗЕРНОГО ДИОДНОГО МОДУЛЯ С ВОЛОКОННЫМ ВЫВОДОМ Ю.В. Ларченко, К.Г. Суборов.	56
МОДЕЛИ ТЕРМОДИНАМИКИ ИНФОРМАЦИОННЫХ ПРОЦЕССОВ В ПРОЕКТИРОВАНИИ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ МЕХАТРОННЫХ СИСТЕМ А.В. Гулай, В.М. Зайцев.	59
ПРАЙС-ЛИСТ	64

№12 2015

С ПРАЗДНИКОМ!	
С ДНЕМ ЭНЕРГЕТИКА.....	2
НОВОСТИ	4
ОБЗОР РЫНКА	
ДИСПЛЕИ ДЛЯ ТРАНСПОРТНОЙ ОТРАСЛИ (АВИАЦИЯ, МОРСКОЙ ФЛОТ, ЖЕЛЕЗНЫЕ ДОРОГИ, АВТОМОБИЛЬНЫЙ ТРАНСПОРТ, ДОРОЖНАЯ ТЕХНИКА).....	6
SCHNEIDER ELECTRIC ПРЕДСТАВЛЯЕТ TRICON CX – КОМПАКТНУЮ СИСТЕМУ БЕЗОПАСНОСТИ ДЛЯ МИНИМИЗАЦИИ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ РИСКОВ В ОТРАСЛЯХ С ВЫСОКОЙ СТЕПЕНЬЮ ОПАСНОСТИ.....	7
ПРОИЗВОДИТЕЛЬНЫЕ БЕЗВЕНТИЛЯТОРНЫЕ ПРОМЫШЛЕННЫЕ ВЫЧИСЛИТЕЛИ INDUSTRIAL БЕЛОРУССКОГО ПРОИЗВОДСТВА – НАДЕЖНЫЕ РЕШЕНИЯ ДЛЯ АВТОМАТИЗАЦИИ.....	8
ПРОМЫШЛЕННЫЕ КОМПЬЮТЕРЫ.....	10
КОМПАКТНЫЕ БЕЗВЕНТИЛЯТОРНЫЕ КОМПЬЮТЕРЫ ДЛЯ РАБОТЫ В ТЯЖЕЛЫХ УСЛОВИЯХ.....	12
MITSUBISHI ELECTRIC ПРЕДСТАВИЛА НА ВЫСТАВКЕ ISR 2015 ДИСПЛЕЙНЫЕ РЕШЕНИЯ ДЛЯ АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ ЦЕНТРОВ УПРАВЛЕНИЯ, ДИСПЕТЧЕРСКИХ, СИСТЕМ БЕЗОПАСНОСТИ И ФИНАНСОВЫХ ЦЕНТРОВ.....	14
MITSUBISHI ELECTRIC РАСШИРЯЕТ МОДЕЛЬНЫЙ РЯД TFT-ЖК-МОДУЛЕЙ СЕРИИ TOUGH, ПРЕДНАЗНАЧЕННЫХ ДЛЯ ЭКСПЛУАТАЦИИ В СЛОЖНЫХ УСЛОВИЯХ. ЛУЧШИЕ НА РЫНКЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ВИБРОУСТОЙЧИВОСТИ И ДИАПАЗОН РАБОЧИХ ТЕМПЕРАТУР.....	15
НОВЫЙ ЭКОНОМИЧНЫЙ МИКРОКОНТРОЛЕР MICROCHIP PIC® С ПОНИЖЕННЫМ ЭНЕРГОПОТРЕБЛЕНИЕМ.....	16
ПРОПАВШИЕ ЛИНИИ СВЯЗИ.....	17
МОДЕРНИЗАЦИЯ КАРУСЕЛЬНОЙ МАШИНЫ ФИРМЫ «MÖLLERS» ДЛЯ УПАКОВКИ ЦЕМЕНТА (РОТОПАКЕР).....	20
ТЕСТИРОВАНИЕ ПРОГРАММНО-АППАРАТНЫХ ИНТЕРФЕЙСОВ ARINC 818 С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ИНСТРУМЕНТОВ КОМПАНИИ GREAT RIVER TECHNOLOGY.....	21
ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СРЕДСТВ МУЛЬТИМЕДИА В МУЗЕЯХ, В ТЕАТРАХ И НА ШОУ.....	29
СВЕТОДИОДНЫЕ СВЕТИЛЬНИКИ.....	32
ВЫСТАВКИ	
IV БЕЛОРУССКО-ГЕРМАНСКИЙ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ ФОРУМ.....	34
ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ОБРАЗОВАНИИ	
ОПЫТ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ТЕХНОЛОГИЙ ЦИФРОВОЙ ОБРАБОТКИ МАТЕРИАЛОВ ДИСТАНЦИОННОГО ЗОНДИРОВАНИЯ ЗЕМЛИ И ГЕОИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В УЧЕБНОМ ПРОЦЕССЕ БЕЛОРУССКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО УНИВЕРСИТЕТА В.А. Саечников, А.А. Топаз, В.Р. Ермакович.....	36
РЕЦЕНЗИРУЕМЫЕ СТАТЬИ	43-62
ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ	
РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ ОБНАРУЖЕНИЯ ПАТОЛОГИЙ ГОЛОСОВОГО ТРАКТА ДЛЯ МОБИЛЬНЫХ ПЛАТФОРМ И.Э. Хейдоров, М.Н. Лахвич, А.М. Сорока.....	43
РАЗРАБОТКА ЛАБОРАТОРНОГО СТЕНДА ДЛЯ ИЗУЧЕНИЯ СРЕДСТВ ЗАЩИТЫ КОМПЬЮТЕРНЫХ СЕТЕЙ Е.А. Краснобаев.....	48
РЕЗУЛЬТАТЫ РЕГИСТРАЦИИ ПАРАМЕТРОВ ПЕРЕМЕННЫХ МАГНИТНЫХ ПОЛЕЙ МОДЕЛЬНОГО ЖИДКОСТНОГО РАКЕТНОГО ДВИГАТЕЛЯ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЯ ИНДУКЦИОННОГО ТИПА С.А. Гришин, В.В. Климентовский, Д.А. Ягодников.....	51
ОПТИМИЗАЦИЯ СРАВНЕНИЯ ИЗОБРАЖЕНИЙ ОТТИСКОВ ПЕЧАТЕЙ И ШТАМПОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ КОРРЕЛЯЦИОННОЙ ОБРАБОТКИ В.Л. Козлов, А.С. Васильчук.....	55
ПОСТРОЕНИЕ ЖИВУЩИХ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫХ СИСТЕМ С ОДНОРОДНОЙ ПРОГРАММИРУЕМОЙ ЛИНЕЙНОЙ СТРУКТУРОЙ Н.А. Коротаев, В.И. Попечич, А.А. Васильевич.....	59
ПРАЙС-ЛИСТ	64

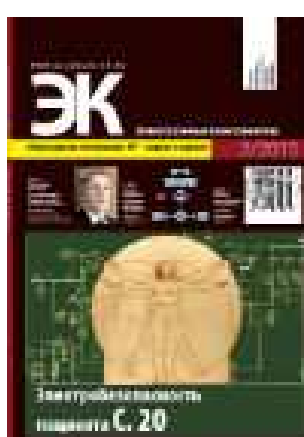
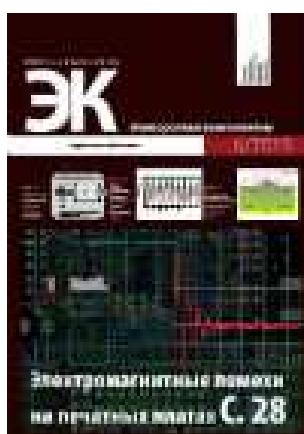
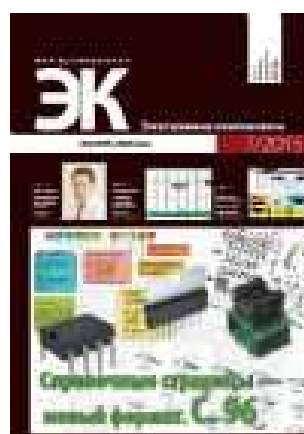
WWW.ELCOMDESIGN.RU

ЭК

Электронные компоненты

Журнал для
разработчиков:
компоненты, решения,
теория, опыт,
события, обзоры

www.elcomdesign.ru/magazine/



Содержание журнала «Электронные компоненты» за 2015 г.

РЫНОК

ЭК №1, с. 6
«Электрические» инициалы Константина Степнева

ЭК №1, с. 10 *Дмитрий Боднарь*
Россия-2014: и снова не в унисон с развитым миром

ЭК №1, с. 14 Обзор новостей мирового и российского рынков электроники за 2014 г.

ЭК №2, с. 6 *Achronix* – чемпион мира ПЛИС по быстродействию

ЭК №2, с. 10 Вся радиоэлектроника в «Крокус Экспо»!

ЭК №4, с. 6 *Дмитрий Боднарь*
Ориентация на экспорт

ЭК №7, с. 6 «Это новый этап развития не только отрасли, не только экономики в целом, но и всего общества»

ЭК №10, с. 6 *Алексей Черкасов*
По всем фронтам силовой электроники

ЭК №11, с. 6 Узок круг

ЭК №11, с. 8 *Александр Гончаров*
Зачем и кому нужна российская элементная база

ЭК №12, с. 6 *Дмитрий Боднарь*
Способна ли Россия измениться?

ЗНАКОМЬТЕСЬ – КОМПАНИЯ

ЭК №3, с. 6 *Александр Балакирев*
«ПРОЧИП». Итоги и планы

ЭК №12, с. 22 80 лет – возраст расцвета!

РАЗРАБОТКА И КОНСТРУИРОВАНИЕ

ЭК №2, с. 12 *Владимир Кондратьев*
Оптимизация параметров силового трансформатора и индуктивности в заказных проектах

ЭК №2, с. 17 *Данте Де Гузман*
Решение проблем, связанных с током утечки на пациента

ЭК №2, с. 20 *Вадим Деревятников*
Стандарты по электробезопасности для медицинских приложений

ЭК №2, с. 24 *Иван Горяев*
Дискретные регуляторы

ЭК №3, с. 17 *Сергей Ковалев*
Анализ целостности сигнала высокоскоростных схем

ЭК №4, с. 14
По материалам компании Microchip Technology
Оптимизация приложений с сенсорной клавиатурой

ЭК №5, с. 6 *Ришар Савиль*
Разработка печатной платы с помощью бесплатной САПР DesignSpark PCB

ЭК №5, с. 12 *Алексей Чистяков*
Некоторые правила топологии общей шины

ЭК №6, с. 6 *Юрий Страшун*
Особенности проекционно-емкостных технологий прикосновения

ЭК №6, с. 8 *Морис О'Брайен*
Разработка систем питания с несколькими шинами

ЭК №6, с. 14 *Вардан Антонян*
AVT-алгоритм для фильтрации внутрисполосного шума

ЭК №8, с. 6 *Эд Накаучи*
Приспособления для защиты от электромагнитного излучения

ЭК №9, с. 6 *Сергей Архипов*
Искажения сигналов

ЭК №9, с. 10 *Юрий Страшун*
Технология Supress для управления сенсорными панелями

ЭК №9, с. 14 *Гарольд Уолкер*
Модуляция со сверхузкой полосой

ЭК №10, с. 30 *Александр Шалумов, Илья Урюпин*
Моделирование радиоэлектронной аппаратуры с использованием АСКМ «Прогресс-АСОНИКА»

ЭК №11, с. 40 *Иван Самков*
Управление жестами: преимущества и подводные камни технологии

ТЕХНИКА И ТЕХНОЛОГИИ

ЭК №1, с. 19 Новинки техники и технологий за 2014 г.

ЭК №1, с. 22 *Виктор Шаблинский*
Принцип работы облачной системы

ЭК №10, с. 26 *Антон Лесничин*
Контроль над работой мобильных объектов

АНАЛОГОВЫЕ КОМПОНЕНТЫ

ЭК №2, с. 68 *Роман Невзоров*
Причины самовозбуждения операционных усилителей

ЭК №2, с. 74 *Дэвид Хантер*
Новый взгляд на генератор сигналов

ЭК №3, с. 76 *Петр Лыткарин*
Модулятор слежения за огибающей сигнала

ЭК №4, с. 50 *Бонни Бейкер*
Полосно-заграждающие фильтры и схема Бэйнтера

ЭК №7, с. 72 *Драгос-Джордж Дуку*
Ослабление электромагнитных помех

ЭК №9, с. 46 *Ярослав Полевой*
Параметры и типы смесителей

ЭК №9, с. 50 *Джон Колдвел*
Стабилизация дифференциальных усилителей

ЭК №9, с. 54 *Стюарт Смит, Бич Фам*
Построение двухполупериодной схемы выпрямителя с помощью ОУ с однополярным питанием

ЭК №9, с. 56 *Джастин О'Шей, Стив Боулинг, Франк Элоу*
Создание аудиоусилителей класса D

ЭК №9, с. 58 *Вики Вонг, Ёшинори Кусуда*
Операционные усилители с нулевым дрейфом

ЭК №11, с. 70 *Кевин Треттер*
В чем разница между измерительным и операционным усилителями

ЭК №12, с. 46 *Андрей Гребенников*
Усилители Догерти

АЦП и ЦАП

ЭК №4, с. 54 *Александр Самарин, Сергей Гавриленко*
Безлицензионный высокоскоростной АЦП LM15851

ЭК №6, с. 52 *Томми Ной*
Устранение фликер-шума скоростного АЦП с помощью модуляции/демодуляции

ЭК №6, с. 56 *Станислав Косенко и Александр Федоров*
Новый уникальный скоростной 2,5 ГГц ЦАП LTC2000

ЭК №8, с. 70 *Андрей Данилов*
Использование прореживания в широкополосных АЦП

ЭК №8, с. 74 *Томми Ной*
Подавление высокочастотного фликер-шума

ЭК №12, с. 50 *Дэвид Робертсон, Габриель Манганаро*
Использование спектральной плотности шума для оценки АЦП в системах «программного радио»

ЭК №12, с. 54 *Даг Ито, Ян Биверс*
Когда $1 + 1 = 3$ дБ: усреднение каналов АЦП для уменьшения шума

ЭК №12, с. 59 *Герман Алексеев, Владимир Репин, Игорь Мухин*
Высокочастотный аналого-цифровой преобразователь на SiGe БиКМОП-технологии

БЕСПРОВОДНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

ЭК №1, с. 26 *Ванг Маовен, Као Цзиньжонг, Пенг Венчжуан*
Трехдиапазонная щелевая антенна

ЭК №1, с. 28 *Грег Бжезна, Рони Амая, Альдо Петоса, Лангис Рой*
Антенна Вивальди на 60 ГГц

ЭК №2, с. 40 *Донг Лианг, Вень-цзян Сюэ, Чжан Сю*
Микрополосковый ФНЧ с широкой полосой заграждения

ЭК №4, с. 42 *Чин Лим*
Аттенюатор с переменным коэффициентом ослабления

ЭК №5, с. 28 *Никита Колесников*
Электромагнитное излучение усилителей класса D и E

ЭК №6, с. 34 *Влад Руднев*
Квадрифилярные антенны

ЭК №6, с. 42 *Цзянь-цон Чен, Ци Шен, Ан-цу Чанг*
Трехполосный фильтр на встроенных в подложку резонаторах

ЭК №8, с. 9 *Егор Маврин*
Сравнение стандартов IEEE 802.11af и 802.11ah

ЭК №8, с. 13 *Игорь Веселов*
Отличие Bluetooth Smart от Bluetooth 2.0 и 3.0

ЭК №8, с. 17 *А. Гласкотт-Джонс, Н. Шантье, М. Стаклер, С. Фрасс Сомбе*
Будущие системы связи на основе полупроводников компании e2v

ЭК №8, с. 26 *Юрий Страшун*
Программно-определяемая радиосистема (SDR)

ЭК №8, с. 30 *Иван Москалев*
Однокристалльный контроллер Bluetooth Low Energy от EM Microelectronic

ЭК №8, с. 36 *Лан Хонг*
Энергоэффективные протоколы беспроводной передачи для портативных компьютерных систем

ЭК №8, с. 38 *Сяньцзин Кван, Шикван Чанг, Хью Ли*
Использование метаматериалов для улучшения параметров микрополосковых антенн

ЭК №9, с. 17 *Стефан Понграти*
Характеристики кабелей и антенн

ЭК №10, с. 10 *Игорь Пронин*
Стандарты беспроводной связи для интернета вещей

ЭК №10, с. 12 *Иван Краснов*
Обзор недорогих радиопередатчиков малого размера

ЭК №11, с. 44 *Анатолий Уваров*
Создание РЧ-фильтров с помощью синтеза бесконечных цепей

ЭК №11, с. 49 *Андрей Гусев*
Широкополосные и узкополосные высокочастотные системы связи

ЭК №12, с. 26 *Массимилиано Премоли*
Интеллектуальные энергосети – из мечты в реальность

ЭК №12, с. 28 *Артём Сулханов*
Влияние архитектуры радиосистемы на ее характеристики

ВСТРАИВАЕМОЕ ПО

ЭК №6, с. 90 *Брайон Мойер*
Проблемы параллельного функционирования программ в многоядерных микропроцессорах

ГЕНЕРАТОРЫ, ТАЙМЕРЫ И СИНТЕЗАТОРЫ СИГНАЛОВЭК №1, с. 40 *Александр Калачев*

Решения от Peregrine Semiconductor: конденсаторы переменной емкости с цифровым управлением

ЭК №12, с. 72 *Сергей Александров*

Оптимизация синтезаторов частоты для гетерогенных сетей

ЭК №12, с. 78 *Андрей Соколов*

Шесть типов резонаторов для ВЧ/СВЧ-приложений

ДАТЧИКИЭК №2, с. 78 *Александр Трубицин*

Sensirion – скрытый чемпион на рынке датчиков

ЭК №5, с. 56 *Юрий Страшун*

Интеллектуальные емкостные устройства считывания данных

ЭК №6, с. 64 *Кларенс Майот*

Требования к системам генерации высокоскоростных сигналов

ЭК №6, с. 68 *Николай Сухов*

Датчики положения для электропривода

ЭК №7, с. 58 *Игорь Пронин*

Многоканальные 28-разрядные цифровые датчики индуктивности

ЭК №9, с. 62 *Мартин Гриммер*

Высокоинтегрированные сенсорные модули с 10 степенями свободы

ДИСКРЕТНЫЕ СИЛОВЫЕ КОМПОНЕНТЫЭК №1, с. 44 *Стивен Хендрикс*

Драйвер верхнего ключа MOSFET

ЭК №3, с. 80 *Александр Хабаров*

Проблемы моделирования кремниевых силовых MOSFET-транзисторов

ЭК №3, с. 86 *Томас Шутц*

Модули IGBT/диод на 4,5 кВ для высоковольтных шин постоянного тока

ЭК №3, с. 90 *Лиутаураас Стораста, Кьяра Корваче, Макси Андена, Свен Маттиас, Рафаэль Шнелль и Мунаф Рахимо*

Тенденции развития IGBT-транзисторов и диодов

ЭК №4, с. 60 *Владимир Кожевников, Владимир Дикарев, Владимир Горохов, Андрей Цоцорин*

Мощные СВЧ LDMOS-транзисторы разработки ОАО «НИИЭТ» для средств радиосвязи и радиолокации

ЭК №6, с. 78 *Владимир Дикарев, Владимир Кожевников, Андрей Цоцорин, Сергей Грищенко, Владимир Горохов*

Мощные СВЧ LDMOS импульсные транзисторы для авиационных и радарных применений

ЭК №7, с. 62 *Артур Зайбт*

Каскодные ключи

ЭК №7, с. 66 *Сергей Крашенинников*

Изучение деградации IGBT-модулей методом термоциклирования

ЭК №8, с. 76 *Николай Васильев*

Улучшенная модель LDMOS-транзистора

ЭК №9, с. 66 *Дмитрий Титушкин, Алексей Сурма, Анатолий Черников, Сергей Матюхин*

Новые возможности изготовления мощных быстродействующих тиристоров

ЭК №9, с. 70 *Виктор Дорофеев*

Фазовый шум и его влияние на преобразование мощности

ЭК №10, с. 56 *Александр Хабаров*

Поведение SiC-каскадов компании USC при переключении

ЭК №10, с. 62 *Санджай Хаванур*

Выбор максимально допустимых напряжений для силовых MOSFET

ЭК №10, с. 65 *Сергей Владимиров*

Преимущества технологии Superjunction для построения силовых MOSFET

ЭК №10, с. 70 *Томас Барбьер*

Выбор карбидокремниевых диодов Шоттки

ЭК №10, с. 74 *Марчелло Шупбак, Эдгар Аджерби*

Новая технология SiC MOSFET и новые возможности

ЭК №11, с. 82 *Вонсак Чой*

Выбор MOSFET для резонансного LLC-преобразователя

ЭК №12, с. 70 *Джером Джонстон*

Выбор силовых полевых транзисторов для контроллеров ORing MOSFET

ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЕ СРЕДСТВА И ПРИБОРЫЭК №2, с. 42 *Николай Лемешко, Кирилл Румянцев*

Поиск редко повторяющихся аномалий в периодических сигналах и обнаружение скрытых сигналов

ЭК №2, с. 48 *Вадим Форсунов*

Факторы, влияющие на результаты измерения заряда

ЭК №2, с. 52 *Чжэ-Йонг Чанг*

К вопросу об измерении целостности сигнала в цепях питания

ЭК №3, с. 54 *Валерий Слесарев, Наталия Яковлева*

Преимущества цифровых многофункциональных электроизмерительных приборов

ЭК №4, с. 30 *Том Хоппин*

Высококачественный анализатор спектра для определения помех

ЭК №4, с. 32 *Наталия Яковлева*

Системы контроля качества электроэнергии становятся доступнее

ЭК №4, с. 34 *Николай Лемешко, Павел Струнин*

Использование осциллографического анализа при выполнении научных исследований

ЭК №5, с. 26 *Олеся Быкова*

Измерительная лаборатория. Есть ли выгода?

ЭК №7, с. 52 *Жан-Жак Делиль*

Семь способов сохранить динамический диапазон при измерениях

ЭК №8, с. 60 *Акмарул Ариффин Бен Саллех*
Паразитные составляющие в сигма-дельта модуляторе с дробным коэффициентом преобразования

ЭК №9, с. 42 *Хиро Маехара*
Ускорение поиска паразитных составляющих в 500 раз с помощью векторного анализатора цепей

ЭК №12, с. 40 *Николай Лемешко, Кирилл Румянцев*
Поиск и анализ радиопомех при помощи портативных анализаторов спектра R&S FSH

ИСПЫТАНИЕ И ТЕСТИРОВАНИЕ

ЭК №3, с. 8 *Брэд Фриден*
Вывод сигналов из ПЛИС для подачи на логический анализатор

ЭК №4, с. 17 *Владимир Деревятников*
Нормативные испытания и сертификация новых изделий

ЭК №4, с. 20 *Сергей Владимиров*
Стандарты IEEE Std. 1149.1-2013 и P1687, или революция в отрасли

ЭК №4, с. 26 *Алек Макдесян*
Сертификаты безопасности для цифровых изоляторов

ЭК №4, с. 29 *Вадим Кувшинов, Александр Майстренко*
Испытательная лаборатория ЭКБ для ответственных применений

ЭК №5, с. 22 *Джун Баланге*
Исправленные проекты стандартов IEEE для тестирования плат и систем

ЭК №6, с. 17 *Тенг Тенг Квек*
ВЧ- и СВЧ-коммутаторы: как сделать правильный выбор?

ЭК №6, с. 20 *Станислав Первинов*
Измерение и анализ потерь в антенне и кабеле

ЭК №7, с. 10 *Джеймс Стэнбридж*
Граничное сканирование JTAG: прошлое, настоящее и будущее

ЭК №8, с. 42 *Джеспер Нильсен*
Особенности тестирования устройств Bluetooth Smart

ЭК №10, с. 17 *Дженни Гросслайт*
Функциональное тестирование и сертификация систем памяти DDR4 и LPDDR4

ЭК №10, с. 22 *Квалигенетика* полупроводниковой ЭКБ: фантастика или необходимость?

ИСТОЧНИКИ ПИТАНИЯ

ЭК №2, с. 56 *Сергей Владимиров*
Электромагнитная совместимость импульсных источников питания. Требования стандартов

ЭК №3, с. 58 *Владимир Алексеев, Анатолий Салихов*
Микросхемы для вторичных источников питания категории качества «ВП»

ЭК №3, с. 60 *Дон Кори*
Выбираем «правильный» стабилизатор напряжения: схемы управления стабилизаторов. Часть 1

ЭК №3, с. 66 *Хэйфин Фэн*
Проектирование повышающе-понижающих неинвертирующих преобразователей

ЭК №3, с. 72 *Джон Беттен*
Сравнительные характеристики ZETA- и SEPIC-преобразователей

ЭК №4, с. 46 *Дон Кори*
Выбираем «правильный» стабилизатор напряжения: схемы управления стабилизаторов. Основные и дополнительные схемы управления. Часть 2

ЭК №5, с. 42 *Александр Левшин*
Методы регулирования в цепи первичной обмотки преобразователей

ЭК №5, с. 46 *Дон Кори*
Выбираем «правильный» стабилизатор напряжения: подбор компонентов. Часть 3

ЭК №5, с. 52 *Сергей Колобов*
Применение накопительного конденсатора в импульсных преобразователях

ЭК №6, с. 44 *Сергей Крашенинников*
Оптимизация выбора батарей

ЭК №7, с. 36 *Сергей Миронов*
Новые источники питания и аккумуляторная батарея на DIN-рейку от TDK-Lambda

ЭК №7, с. 40 *Александр Левшин*
Проектирование безмостовых источников питания с коррекцией коэффициента мощности

ЭК №7, с. 46 *Доусон Хуанг*
Проектирование высокочастотно изолированного двухтактного DC/DC-преобразователя

ЭК №8, с. 46 *Сергей Миронов*
Литиевые аккумуляторы от компании EEMB: мороз и время не страшны

ЭК №8, с. 50 *Энди Радосевич*
Импульсный преобразователь LTM8001 серии μ Module с пятью LDO-стабилизаторами напряжения

ЭК №8, с. 54 *Сергей Чернов*
Обратноходовой понижающий DC/DC-преобразователь

ЭК №9, с. 22 *Николай Комков*
Проектирование цепи обратной связи DC/DC-преобразователей с управлением по напряжению

ЭК №9, с. 26 *Владимир Деревятников*
Ограничение пускового тока в источниках питания AC/DC и выпрямителях

ЭК №9, с. 30 *Младен Иванович, Фред Сойер*
Полумостовые обратноходовые преобразователи

ЭК №9, с. 34 *Владимир Кондратьев*
Как выбрать ШИМ-контроллер для понижающего преобразования с малым временем включения

ЭК №9, с. 38 *Доусон Хуанг*
Пушпульный DC/DC-драйвер LT3999: просто и эффективно

ЭК №10, с. 38 *Игорь Смолянинов*
Выбор источника опорного напряжения

ЭК №10, с. 42 *Сергей Миронов*
Модульные DC/DC-преобразователи от PEAK:
параметры выше, стоимость ниже

ЭК №11, с. 52 *Джефф Шнабель*
Новые спецификации VI-го уровня для внешних
источников питания

ЭК №11, с. 56 *Менг Хе*
Синхронная или несинхронная топология?
Как улучшить параметры системы с помощью
DC/DC-преобразователя

ЭК №11, с. 60 *Игорь Наумов*
Преимущества полумостовой обратноточковой
топологии

ЭК №11, с. 64 *Афшин Одабаи*
Преимущества цифрового управления
энергопотреблением

ЭК №11, с. 68 *Андрей Быстрицкий*
Переключатели нагрузки верхнего плеча

ЭК №12, с. 32 *Фрэнк Танг, Тэн Джек, Марк Нг,
Натараджан Раманан*
Улучшение выходной характеристики изолированного
DC/DC-преобразователя при переходных процессах
в сети питания

ЭК №12, с. 36 *Рэй Ридли*
Подавление пульсаций напряжения питания
и контуры управления

МИКРОКОНТРОЛЛЕРЫ И МИКРОПРОЦЕССОРЫ

ЭК №1, с. 48 *Николай Иващенко*
Повышение производительности процессоров.
Основные тенденции

ЭК №1, с. 52 *Михаил Игнатьев*
Параллельная обработка данных в системах
с гетерогенной архитектурой

ЭК №1, с. 56 *Александр Новиков*
Как снизить энергопотребление встраиваемого
приложения на базе микроконтроллера

ЭК №1, с. 61 *Павел Коновалов*
Специализированные микроконтроллеры

ЭК №1, с. 68 *Алексис Алкотт*
Защита данных во встраиваемых системах
малой мощности

ЭК №1, с. 72 *Уоррен Миллер*
Реализация расширенных графических возможностей
с помощью ARM-микроконтроллеров

ЭК №1, с. 76 *Мэтт Сондерс*
Выбор ARM Cortex для конкретного приложения

ЭК №1, с. 80 Современные инновационные
решения Microchip на базе 8-разрядных МК

ЭК №2, с. 96 *Сурибхотла Раджасекхар*
Интеллектуальное управление приводом
с помощью ИС ARM Cortex-M0

ЭК №4, с. 66 *Владимир Егоров*
Процессорные ядра с DSP от Cadence

ЭК №4, с. 72 *Нику Пенисоара*
Введение в вычисления с использованием
графических процессоров и OpenCL. Часть 2

ЭК №5, с. 60 *Игорь Голышев*
Новые старые микроконтроллеры 8051 Silicon Labs

ЭК №6, с. 82 *Игорь Голышев*
Простые нужные вещи. 8-разрядный микроконтроллер
EM Microelectronic-Marin

ЭК №6, с. 86 *Мэри Тэн, Роджер Ричи*
Управление дисплеями с помощью 8-разрядных
микроконтроллеров

ЭК №7, с. 74 *Александр Калачев*
Программирование многопоточных многоядерных
контроллеров xCORE от XMOS

ЭК №7, с. 84 *Владимир Егоров*
Интегрированные сетевые процессоры Freescale
с ARM-ядрами поднимаются на следующий «ярус»

ЭК №7, с. 90 *Сергей Рябцев*
Процессоры Intel на рынках ПЛИС и ARM-технологий

ЭК №8, с. 80 *Владимир Егоров*
Конвергентные коммуникационные процессоры
QorIQ Qonverge от Freescale

ЭК №8, с. 87 *Майк Райли*
Как обеспечить управление небольшими
бесщеточными DC-электродвигателями

ЭК №9, с. 73 *Олег Юрков*
Семейство микроконтроллеров Renesas RZ

ЭК №10, с. 80 *Майк Гомез*
Использование генератора комплементарных
импульсов

ЭК №10, с. 84 *Станислав Гусев, Сергей Шумилин,
Юрий Калачев*
Специализированный микроконтроллер АО «ПКК
Миландр» для реализации алгоритмов управления

МИКРОЭЛЕКТРОНИКА

ЭК №3, с. 12 *Дмитрий Боднар*
Новый формат компактных кремниевых фабрик –
решение для микроэлектроники России

ПАССИВНЫЕ КОМПОНЕНТЫ

ЭК №1, с. 84 *Сергей Владимиров*
Компоненты для измерения тока

ЭК №1, с. 90 *Алексей Чистяков*
Методы защиты цепей от перегрузок по току

ЭК №2, с. 84 *Алексей Елисеев, Сергей Фурсов*
Суперконденсаторы Nesscar повышают
энергоэффективность электроприводов

ЭК №2, с. 88 *Валерий Недорезов, Алексей Цыганков,
Антон Доросинский*
Ограничения в создании однооборотных
прецизионных проволоочных потенциометров

ЭК №3, с. 96 *Александр Хабаров*
Сравнительный тест конденсаторов импульсных преобразователей

ЭК №5, с. 84 *Арне Альбертсен*
Конденсаторы для шины постоянного тока: сравнение технологий

ЭК №6, с. 72 *Дж. Конрад, М. Коини, М. Шоссман, М. Пафф*
Новые требования к силовым конденсаторам для шин постоянного тока

ЭК №8, с. 68 *Кристоф Жель*
Как устранить токи утечки на землю и значительно повысить ЭМС

ЭК №9, с. 84 *Александр Хабаров*
Преимущества фильтров ЭМП без диэлектриков со встроенной защитой от перенапряжения

ЭК №9, с. 90 *Сергей Александров*
Как увеличить срок службы алюминиевых конденсаторов

ЭК №10, с. 33 *Ацуси Кавасима*
Оправдают ли суперконденсаторы свое броское название?

ЭК №11, с. 86 *Игорь Смолянинов*
Полимерные и гибридные конденсаторы

ЭК №12, с. 64 *Алексей Чистяков*
Пассивные компоненты и материалы для источников питания

ПЛИС, СБИС, СНК

ЭК №1, с. 94 *Илья Володин*
Алгоритмы и методы оптимизации трассировки ПЛИС

ЭК №4, с. 77 *Хайцзяо Фан*
Реализация JESD204B на Xilinx FPGA

ЭК №5, с. 66 *Надя Реззак*
Исследование 65-нм Flash-ПЛИС на подверженность одиночным эффектам

ЭК №5, с. 72 *Андрей Козма, Эрик Сиган*
Улучшение характеристик систем управления электроприводом

СВЕТОТЕХНИКА И ОПТОЭЛЕКТРОНИКА

ЭК №11, с. 74 *Кристина-Анжелика Сумаг, Марк Паллоунс*
Реализация димминга с помощью триака

ЭК №11, с. 78 *Сергей Миронов*
В фокусе: цена и температурный диапазон

СЕТИ И ИНТЕРФЕЙСЫ

ЭК №1, с. 31 *Иван Скобелев*
Сравнение PCI Express и Ethernet

ЭК №1, с. 34 *Александр Хабаров*
Технология IO-Link

ЭК №2, с. 36 *Бригам Стил*
Расширение возможностей USB

ЭК №3, с. 28 *Джон Мансон*
Надежные каналы передачи данных isoSPI для батарейных систем

ЭК №3, с. 32 Руководство Microchip по проектированию ULPI

ЭК №3, с. 37 *Ричард Ньюэлл*
Каналы коммуникации

ЭК №3, с. 42 *Филипп Уиссел*
Схемотехнические варианты согласования линий передачи стандарта LVPECL

ЭК №3, с. 48 *Данил Демидов, Дмитрий Краснобров, Александр Однолько*
Решения для высокоскоростных интерфейсов LVDS и DVI

ЭК №5, с. 34 *Павел Никаноров*
Линия передачи JESD204B с низким значением BER

ЭК №5, с. 40 *Майкл Пирс*
Безопасное освещение

ЭК №7, с. 28 *Петр Шевченко*
Особенности использования SPI на частотах 100 МГц и выше

ЭК №7, с. 32 *Юрий Страшун*
Высокоскоростные интерфейсы VMEbus и мезонинные платы для построения АСУ ТП

ЭК №7, с. 34 *Юрий Мякочин*
Современные тенденции развития PLC-модемов

ЭК №10, с. 46 *Андрей Гончаренко*
Гальваническая развязка сигнальных и силовых цепей от Silicon Labs

ЭК №10, с. 50 *Илеана Кеджис*
Новейшие решения для человеко-машинного интерфейса

ЭК №11, с. 15 *Тами Пипперт*
Проблемы проектирования и тестирования, связанные с кодированием PAM-4

ЭК №11, с. 17 *Юрий Страшун*
Промышленный сетевой интерфейс IO-Link для подключения устройств ввода-вывода

ЭК №11, с. 20 *Валерий Котов*
Выбор интерфейсов для устройств памяти и дисплеев мобильных систем

ЭК №11, с. 24 *Сергей Владимиров*
Особенности решений на основе стандарта CANbedded

ЭК №11, с. 36 *Николай Вересков*
Усовершенствованный интерфейс передачи звука для мобильных устройств и дополнений к ним

ЭК №12, с. 12 *Сергей Владимиров*
Новый интерфейс JESD204B. Часть 1

ЭК №12, с. 17 *Юрий Страшун*
Интерфейсы микроконтроллеров

ЭК №12, с. 20 *Дон Шонекер*
Успешное решение проблем тестирования протокола PCIe

СПРАВОЧНЫЕ СТРАНИЦЫ

ЭК №3, с. 100 *Владимир Дьяконов*
Тестирование компонентов интерактивными источниками-измерителями Keithley 2450

ЭК №4, с. 94 *Майкл Мэйс*
Измерение температуры с точностью 0,1°C

ЭК №5, с. 92 *Амит Пател*
LDO-регулятор с очень малым уровнем шума

ЭК №6, с. 96 Микроконтроллеры Atmel
с очень малым энергопотреблением

ЭК №6, с. 97 Интегрированные ключи Texas Instruments

ЭК №7, с. 96 DC/DC-преобразователь LT8495
от Linear Technology

ЭК №7, с. 97 Понижающий DC/DC-преобразователь
EXAR

ЭК №7, с. 98 Трехканальные оптические инкрементные
энкодеры Avago

ЭК №7, с. 99 16-разрядные цифровые сигнальные
контроллеры Microchip

ЭК №8, с. 97 Аналоговый интерфейс от Analog Devices

ЭК №8, с. 98 6-осевой инерционный измерительный
модуль от Fairchild

ЭК №8, с. 99 Контроллер распознавания 3D-жестов
от Microchip

ЭК №9, с. 94 Измеритель угла поворота
от Allegro MicroSystems

ЭК №9, с. 95 Семейство корректоров коэффициента
мощности от Power Integrations

ЭК №10, с. 88 Монитор тока от Texas Instruments

ЭК №10, с. 90 Конденсаторы от Jianghai

ЭК №10, с. 94 Новинка Dunkermotoren:
двигатель BG95 1100 Вт!

ЭК №11, с. 92 Все компоненты для емкостного
источника питания – от одного производителя

ЭК №11, с. 96 Полностью дифференциальный
усилитель от Linear Technology

ЭК №12, с. 81 Полностью дифференциальный
усилитель от Analog Devices

СТАНДАРТНЫЕ ЦИФРОВЫЕ МИКРОСХЕМЫ И ПАМЯТЬ

ЭК №4, с. 80 *Леонид Авгуль, Ирина Егорова,
Борис Иванов, Виктор Кряжев, Сергей Курносенко*
Микросхема РПЗУ 5861PP4У с электрическим
перепрограммированием

ЭК №5, с. 80 *Леонид Авгуль, Ирина Егорова,
Борис Иванов, Виктор Кряжев, Сергей Курносенко,
Анатолий Надточий*
Буферные формирователи с высокой нагрузочной
способностью серии 5861

ЭК №12, с. 90 Новая 1-Мбит FRAM с интерфейсом SPI
в очень компактном корпусе от компании Fujitsu

СРЕДСТВА РАЗРАБОТКИ

ЭК №12, с. 84 *Арвинд Разхараман*
Упрощение разработки программного обеспечения
для асимметричных многопроцессорных систем

ТЕОРИЯ И ПРАКТИКА

ЭК №4, с. 86 *Константин Шклярин*
Разработка системы беспроводной связи

ЭК №5, с. 88 *Крис Холлинан*
Что следует знать о SELinux

ЭК №8, с. 90 *Араш Лолои*
Дельта-сигма-модуляторы как эффективное
средство преобразования данных

ЭК №8, с. 93 *Артем Сокин*
Типы радиочастотных и СВЧ-переключателей

ТОПОЛОГИЯ ПЕЧАТНЫХ ПЛАТ

ЭК №2, с. 28 *Барри Олни*
Целостность сигналов

ЭК №3, с. 20 *Сергей Владимиров*
Особенности топологии печатных плат
для ВЧ-приложений

ЭК №3, с. 26 *Мартин Годион*
Неучтенные параметры при расчете импеданса
линии передачи

ЭК №4, с. 38 *Крис Глейзер*
Разработка топологии печатной платы
для понижающего преобразователя

ЭК №5, с. 17 *Вадим Деревятников*
Определение параметров проводников печатной
платы

ЭК №6, с. 24 *Юрий Карпов*
Перекрестные помехи в микрополосковых
и полосковых линиях

ЭК №6, с. 28 *Мариус Рангу*
Расчет электромагнитной совместимости устройств.
Часть 1

ЭК №7, с. 13 *Чанг-Фей*
Несколько способов, обеспечивающих
электромагнитную совместимость прототипа

ЭК №7, с. 17 По материалам компании EPCOS
Расчет топологии ПАВ-фильтров EPCOS

ЭК №7, с. 22 *Мариус Рангу*
Расчет электромагнитной совместимости устройств.
Часть 2

ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЕ

ЭК №2, с. 62 Виктор Охрименко
Интегральные схемы энергособирателей

Особенности выбора систем тактирования АЦП
Использование программно-управляемых инструментальных усилителей для устранения влияния неидеальности ключей
Согласование входного импеданса АЦП
Аналоговый интерфейс от Analog Devices
6-осевой инерционный измерительный модуль от Fairchild
Контроллер распознавания 3D-жестов от Microchip
Трехканальные оптические инкрементные энкодеры Avago
Понижающий DC/DC-преобразователь EXAR
АЦП с функцией децимации
Интегрированные ключи Texas Instruments
Микроконтроллеры Atmel с ультранизким энергопотреблением
Предложения наших читателей. Предлагается топология 20-разрядной АЦП
Использование усилителя AD8495 с термодипольными Т типа
Новый способ управления полумостовым инвертором
Дифференциальный усилитель с низким энергопотреблением и превосходным КОСЧ
Реализация простого выходного каскада генератора сигналов на усилителях с обратной связью по току (CFA) и с переменным КУ
Скажите «Прощай!» источнику питания цифрового контроллера
Как живется нашим коллегам в США

РадиоЛоцман.Журнал

Приложение для мобильных устройств (планшетов и смартфонов)



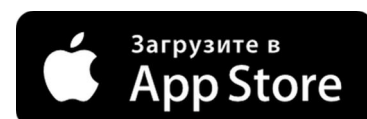
ANDROID »
GOOGLE PLAY



<https://play.google.com/store/apps/details?id=net.magtoapp.viewer.radiolocman>



IOS (IPHONE, IPAD) »
APP STORE



<https://itunes.apple.com/ru/app/radiolocman.zurnal/id1083434484?mt=8>

Устанавливайте приложение и скачивайте!
Доступен весь архив номеров журнала.

**Уведомление о новых
выпусках "Радиоежегодника"
на основной ленте новостей**

www.rlocman.ru

и выпусках почтовой рассылки

www.rlocman.ru/newsletter



**По вопросам размещения рекламы
обращаться:**

rlocman@rlocman.ru

radioyearbook@gmail.com