

РАДИО- ЕЖЕГОДНИК



ЖУРНАЛЫ
по электронике-2014

ВЫПУСК
35

2015



РАДИО - ЕЖЕГОДНИК 2015 выпуск 35

ТЕМАТИЧЕСКИЙ ОБЗОР ПЕЧАТИ И ИНТЕРНЕТ-РЕСУРСОВ

ТЕМА ВЫПУСКА:

Журналы по электронике — 2014

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

В обзоре представлено 21 периодическое издание по электронике, выходящее на русском языке.

Выпускающий редактор: С. Степанов

Над выпуском работали: С. Муратчаев

С. Скворцов

В. Иванов

В. Смирнов

Художник:

О. Агафонов

В. Алексеев

И. Безверхний

С. Глушенко

В. Гололобов

В. Макаренко

А. Николаев

А. Смирнов

Н. Тюнин

E-mail: radioyearbook@gmail.com

Май 2015

Информационная поддержка:



Портал "РадиоЛоцман" www.rlocman.ru

Официальные версии журнала
доступны для свободной загрузки:

www.rlocman.ru/radioyearbook

Журналы по электронике — 2014

СОДЕРЖАНИЕ

5	Беспроводные Технологии	www.wireless-e.ru
8	Вестник Электроники	www.vestnikmag.ru
10	Компоненты и Технологии	www.kit-e.ru
11	Компоненты TI	www.scanti.com
14	Новости Электроники	www.compel.ru/lib/ne/
19	Полупроводниковая Светотехника	www.led-e.ru
23	Радио	www.radio.ru
31	Радиоаматор	www.ra-publish.com.ua/ra_mag.html
35	Стабилизация мощности тока электродной батареи на микроконтроллере *	
38	Повышающий DC/DC преобразователь из деталей от мобильного телефона *	
40	Радиоежегодник	www.rlocman.ru/radioyearbook/
42	Коллекция схем на ОУ *	
52	Как смоделировать эти схемы в TINA-TI? *	
67	Радиокомпоненты	www.ra-publish.com.ua/rk_mag.html
69	Радиоконструктор	www.radiocon.nethouse.ru
75	Устройство для питания сверхъяркого светодиода *	
77	Контроллер управления автономным водопроводом *	
80	Встраиваемый вольтметр *	
81	Двойной реверсивный счетчик *	
82	Метроном *	
83	ШИМ на микроконтроллере семейства AVR *	
88	Инвертор =12V/~220V *	
89	Сетевой источник питания для батарейной аппаратуры *	
93	РадиоЛоцман	www.rlocman.ru/magazine/
103	Решения для удаленного предварительного усилителя со сложной АЧХ *	
109	Сравнение линейных и импульсных регуляторов напряжения в промышленных приложениях *	
115	Вакуумный транзистор: устройство, сделанное из ничего *	
121	Простая схема заменяет программный опрос матричной клавиатуры *	
123	Схема распознает и восстанавливает зашумленные импульсы *	
126	Антилогарифмический преобразователь линеаризует датчик углекислого газа *	

128	Радиолюбитель	www.radioliga.com
138	Радиолюбби	www.radiohobby ldc.net
144	Ремонт & Сервис	www.remserv.ru
151	Самодиагностика и проверка блоков питания ЖК телевизоров LG с LED-подсветкой *	
154	Мультиформатные AV-ресиверы Pioneer с цифровым интерфейсом HDMI *	
161	Схемы автомобильных ресиверов с 6-дисковым CD/MP3/WMA-чейнджером «Clarion PN-2940S» *	
162	Принципиальная электрическая схема электронной книги «teXet TB-772A» *	
177	Силовая Электроника	www.power-e.ru
181	Современная Светотехника	www.lightingmedia.ru
184	Современная Электроника	www.soel.ru
192	Рабочее место разработчика электронной аппаратуры *	
196	Модули фильтрации и защиты от перенапряжений для питающих сетей постоянного тока *	
202	Особенности реализации полупроводниковых датчиков температуры *	
210	Современные 32-разрядные ARM-микроконтроллеры серии STM32: блок резервных данных ВКР *	
213	Электрик	www.electrician.com.ua
216	Электронные Компоненты	www.elcomdesign.ru
223	Повышение защиты тиристоров по dV/dt	
225	Как уменьшить перекрестные помехи между проводниками на плате	
227	Двухфазный тактовый генератор	
228	Электронные Компоненты и Системы	www.ekis.kiev.ua
234	Драйверы светодиодов *	
243	Необычное использование светодиодов *	
247	Программа моделирования Multisim Blue и ее основные возможности *	
255	Обзор новостей проекта FLProg	www.flprog.ru

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

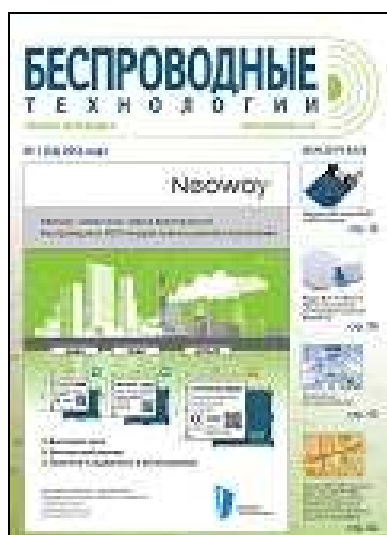
БЕСПРОВОДНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

wireless technologies

www.wireless-e.ru



www.wireless-e.ru



Сводное содержание журнала «Беспроводные технологии» за 2014 год

Беспроводные технологии

Влияние трансмиссионного оборудования на качество связи в сотовых сетях	№ 1
Длительный дистанционный мониторинг передатчика космического аппарата с помощью USB-датчиков мощности	№ 1
Компоненты для систем EnOcean	№ 1
Радиосети перспективных автоматизированных систем управления поездами	№ 1
Технологии и стандарты современных промышленных беспроводных сетей	№ 2
Радиосети сбора данных и управления для автоматизированных систем управления в структуре ТЭК. Часть 1	№ 3
Радиосети сбора данных и управления для автоматизированных систем управления в структуре ТЭК. Часть 2	№ 4
Комплексная интеграция предприятия на базе решений Rockwell Automation	№ 4

Стандарт IEEE: Bluetooth, Zigbee

Модули BLE112 и BLE113. Практические аспекты использования технологии Bluetooth 4.0	№ 1
Технология Bluetooth в промышленных применениях	№ 2

Стандарт IEEE: WiFi, WLAN, WiMAX

Современные точки доступа Wi-Fi компании Cisco	№ 2
Новые роутеры от компании iRZ	№ 2
Усовершенствование тестирования непрерывно развивающихся беспроводных локальных сетей WLAN	№ 3
Беспроводная точка доступа Stratix 5100 для удаленных и труднодоступных мест	№ 3
Готовые решения на базе модулей от компании DIGI «system on modules»	№ 4

Сотовые стандарты GSM, CDMA

Отправка SMS на русском языке с помощью GSM-модулей Neoway	№ 4
--	-----

ISM диапазоны

Возможности использования радиотрансиверов компании Semtech в средствах связи систем мониторинга состояния физических полей	№ 1
Влияние количества используемых точек доступа на точность определения местоположения мобильного объекта	№ 2
Программно-аппаратный комплекс IQRF для работы с беспроводными Mesh-сетями ISM-диапазона. Часть 1	№ 3
Программно-аппаратный комплекс IQRF для работы с беспроводными Mesh-сетями ISM-диапазона. Часть 2	№ 4

GPS/ГЛОНАСС модули и технологии

Персональные системы слежения: тренд-2014	№ 1
Новые OBD-II GPS-трекеры серии Novatel MT3060 для спутниковых систем слежения и удаленной диагностики технического состояния автомобиля	№ 1
Использование GPS-приемников в современных технологиях управления автотранспортом	№ 1
ГЛОНАСС/GPS-модули u-blox 8-й серии	№ 1
ГЛОНАСС-приемник ML8088sE — новые возможности	№ 1
SIM5360E — комбинированный 3G+GPS/ГЛОНАСС-модуль. Новые возможности для систем транспортного мониторинга	№ 1
Технология A-GPS и ее реализация в мультисистемных навигационных модулях Telit	№ 2
Новый 3G/GPS-модем Enfora Spider MT4100 для систем страховой телематики	№ 2
ГЛОНАСС как платформа национальной интеллектуальной транспортной системы	№ 2
Система мониторинга транспорта iRZ Online	№ 3
Навигационный модуль SIM68E. Обзор и применение	№ 3
Использование новых программных функций в модулях спутниковой навигации	№ 3
SIM5360E. Применение тонального модема для передачи МНД в системе «ЭРА-ГЛОНАСС»	№ 3

GNSS/GSM-трекеры Queclink. Комплексные решения	№ 3
Новые модули серии HL от Sierra Wireless для систем спутникового мониторинга. Часть 1	№ 3
Новые модули серии HL от Sierra Wireless для систем спутникового мониторинга. Часть 2	№ 4
Новые возможности определения координат с использованием M2M-модулей компании Telit	№ 4
ГЛОНАСС/GPS-трекер Novacom GNS-GLONASS 5.0 TML: комплексный подход к управлению пассажирскими перевозками	№ 4
«ЭРА-ГЛОНАСС». MAN сказал: «Поехали!»	№ 4

Модемы и модули GSM, GPRS, EDGE

Новейшие GSM-модули M660 и M680 от Neoway	№ 1
Технология AppZone в модулях Telit GE910	№ 1
Формирование и передача через Интернет навигационных и служебных сообщений в GPS/3G-модеме MT4100	№ 2
Новые модули серии xL865 от компании Telit	№ 3
GSM-модемы Cinterion для «ЭРА-ГЛОНАСС»	№ 3
Осваиваем GSM/GPRS-модули SIMCom. Практические рекомендации	№ 4
Обзор и применение специальных функций GSM/GPRS-модуля M66 от Quectel Wireless Solutions.	
Максимальный функционал в компактном размере	№ 4
Новый высокотехнологичный 3G/GSM-модем iRZ TU41 и актуальные решения на его базе	№ 4

GSM, GPRS терминалы

GSM-модули Neoway: рекомендации по применению	№ 1
Обзор новой продукции Cinterion с поддержкой Java от Gemalto	№ 2
Новые GSM/3G-терминалы Cinterion с Java на практике	№ 2

Рынок беспроводной связи

Участники VIII Международного навигационного форума и выставки «Навитех» определили дальнейшие пути развития российского навигационного рынка	№ 3
Все о носимых технологиях на Wearable Tech Conference & Expo	№ 3

Беспроводное оборудование

Тестирование самого сложного из современных бытовых приборов — обычного смартфона	№ 2
Новые высокоскоростные трансиверы от Infineon Technologies	№ 4

Схемотехника и конструирование

Снижение затрат на разработку и производство программно-определяемых радиосистем с помощью конфигурируемого радиотрансивера Analog Devices AD9361	№ 1
Модуль EHS6 и макетная плата Cinterion Concept Board. Пример применения Java в модулях Cinterion	№ 4



ВЕСТНИК ЭЛЕКТРОНИКИ

журнал для инженеров и конструкторов

vestnikmag.ru



Содержание журнала “Вестник Электроники” за 2014 год

№ 1 2014

ИНТЕРВЬЮ	
Александр Фомченко: «В среднесрочной перспективе Molex станет лидером на мировом рынке разъемов»	6
ЭЛЕКТРОМЕХАНИЧЕСКИЕ КОМПОНЕНТЫ	
В ногу со временем: технологические тренды 2013–2014	8
Топ-10 производителей разъемов	12
Передовые методики проектирования и технологии для разработки промежуточных плат питания	16
Новинки разъемов для ответственных применений	20
ВЫСОКОНАДЕЖНЫЕ КОМПОНЕНТЫ	
Использование композитных материалов в оборонной промышленности и аэрокосмической индустрии	24
Соединители Smiths Connectors для ответственных приложений. Особенности соединителей HYPERTAC	28
Форм-фактор CompactPCI по-прежнему востребован в приложениях для космической сферы	32
НОВОСТИ	
34	
АВТОМАТИЗАЦИЯ	
Решение проблем теплоотвода: нестандартный подход	40
БЕСПРОВОДНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ	
Беспроводная «умная» сеть SmartMesh® от Linear Technology – сверхнадежность, базирующаяся на гибкости и совершенстве	42
ГЛОНАСС-приемник ML8088SE – новые возможности	50
АКТИВНЫЕ КОМПОНЕНТЫ	
SPIRIT1 – дух, способный объединить микроконтроллеры STMicroelectronics в беспроводную сеть	56

№ 2 2014

СИЛОВАЯ ЭЛЕКТРОНИКА	
Схема высокоскоростного мягкого старта, встраиваемая в DC/DC-преобразователь	6
Мощные высокопроизводительные источники питания от TRACOPOWER	12
Модули SEMITOR от SEMIKRON для инверторов малой мощности	16
Оборудование производства GE Critical Power для систем электропитания, критичных к качеству электроэнергии	20
Надежное питание для бортовых вычислительных систем	28
Технологии в фокусе. Улучшенные IGBT-модули HiPak от фирмы ABB	30
TRENCH 4 – первая универсальная технология IGBT	32
SEMIKRON. Выпускаемая продукция	38
НОВОСТИ	
40	
ЭЛЕКТРОМЕХАНИЧЕСКИЕ КОМПОНЕНТЫ	
Новая серия датчиков дифференциального давления от Omron	44
Две стороны российского рынка разъемов	52
АКТИВНЫЕ КОМПОНЕНТЫ	
Знакомство с микроконтроллерами Renesas на примере линейки RL78	56
АВТОМАТИЗАЦИЯ	
Морские мониторы и компьютеры Winmate для специальных применений	60

№ 3 2014

ИНТЕРВЬЮ	
К нам пришел Chilisn	4
ПАССИВНЫЕ КОМПОНЕНТЫ	
Твердотельный оксидный конденсатор от Теаро. Маленький шаг в технологии производства, большой скачок в надежности и качестве	6
Современные кварцевые компоненты компании NDK	16
Помехозащитные фильтры Tusonix	22
Бытовые электроприборы и интеллектуальный контроль	28
Зависимость времени наработки на отказ электролитических конденсаторов от реальных условий их эксплуатации	32
Пассивные компоненты, разработанные для увеличения отношения сигнал/шум	40
РАСПРОДАЖА	
44	
АКТИВНЫЕ КОМПОНЕНТЫ	
Микропроцессоры Renesas RZ: мини-компьютер в одном кристалле	50
Беспроводные прецизионные датчики температуры с автономным питанием для промышленных сетей	53
СИЛОВАЯ ЭЛЕКТРОНИКА	
Неизолированные POL-модули Prolinx GE Critical Power для автомобильного транспорта	58
ВЫСОКОНАДЕЖНЫЕ КОМПОНЕНТЫ	
Применение фильтров ЭМП, отвечающих требованию CS101 стандарта MIL-STD-461D-F	66
ИГРЫ С «ЖЕЛЕЗОМ»	
Модуль EHS6 и макетная плата Cinterion Concept Board в руках специалиста	72
№ 4 2014	
ИНТЕРВЬЮ	
НАВИА вчера, сегодня и завтра	6
БЕСПРОВОДНЫЕ РЕШЕНИЯ	
ML8090 продолжает славные традиции ML8088	10
Bluetooth-модули НАВИА BT-01	16
Новое решение STMicroelectronics для построения беспроводных сетей субгигагерцового диапазона	20
Устройство определения местоположения объекта: аналитический подход к выбору	22
РАСПРОДАЖА	
30	
НОВОСТИ	
34	
АКТИВНЫЕ КОМПОНЕНТЫ	
Увеличение выходного напряжения и максимального тока при помощи последовательного соединения изолированных преобразователей семейства µMODULE	40
ЭЛЕКТРОМЕХАНИЧЕСКИЕ КОМПОНЕНТЫ	
FPC/FCC-разъемы компании OMRON: надежность, простота и доступность	44
ВЫСОКОНАДЕЖНЫЕ КОМПОНЕНТЫ	
MLO – новые возможности для РЧ-устройств автоэлектроники, работающих в тяжелых условиях эксплуатации	50
ИГРЫ С «ЖЕЛЕЗОМ»	
Загрузка ПО и микрокода в модули Gemalto «по воздуху»	54

КОМПОНЕНТЫ И ТЕХНОЛОГИИ

Components & Technologies

www.kit-e.ru

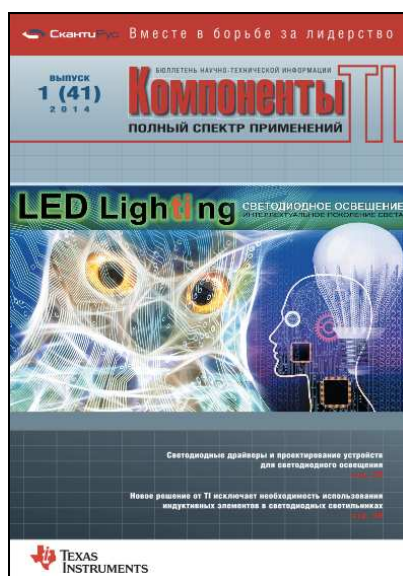


БЮЛЛЕТЕНЬ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ ИНФОРМАЦИИ

Компоненты

ПОЛНЫЙ СПЕКТР ПРИМЕНЕНИЙ

www.scanti.ru



Бюллетень "Компоненты Texas Instruments" – содержание за 2014 год

Выпуск 1 (41) 2014

Процессоры | Микроконтроллеры | Система на кристалле

Проверка целостности данных с помощью циклического избыточного кода (CRC) (spna146)

АЦП, ЦАП и кодеки

NDIR-система обнаружения CO₂ на основе LMP91051 (snaa207)

Четырёхканальный трёхформатный (SD/HD/3G) SDI-приёмник с адаптивным эквалайзером, декодером VC-2, детектором движения и аудиокодеком TAS5548 - 8-канальный HD совместимый аудиопроцессор с асинхронным конвертером частоты выборки (ASRc) и ШИМ-выходами (sles270)

Усилители, компараторы и ключи

Скорость нарастания выходного напряжения как фактор ограничения быстродействия операционного усилителя

Беспроводные коммуникации

Сделайте светодиодные (LED) светильники частью «Интернет вещей» с помощью новейшего комплекта для разработчиков ZigBee® Light Link™ development kit от TI

Управление питанием

Светодиодное освещение (slyt508)

Микросхема со встроенным силовым ключом для построения источников питания светодиодных ламп

Неизолированный драйвер светодиодов, предназначенный для работы с симисторными диммерами

Недорогой контроллер сетевого источника питания для светодиодных ламп

Светодиодные драйверы и проектирование устройств для светодиодного освещения

Новое решение от TI исключает необходимость использования индуктивных элементов в светодиодных светильниках

Вопросы проектирования резистивного делителя обратной связи в преобразователе постоянного тока (slyt469)

Использование функций энергосбережения в SM28VLT32-HT (slva550)

Разное

Ускорение разработки решений управления электродвигателями, обеспечивающих функциональную безопасность

Новости

Ethernet-решение от TI для базовых станций и промышленной автоматики

Промышленные решения для сетей Ethernet от TI

Программируемый таймер TPL5100 с микропотреблением и внешним силовым ключом

Новый модуль питания семейства SIMPLE SWITCHER® от TI

Первый промышленный 12G UHD-SDI реклоер для широкоэмитерных видеосистем с разрешением 4K

Семейство драйверов электродвигателей, объединяющих силовую часть и CAN-интерфейс от TI

Выпуск 2 (42) 2014

Процессоры | Микроконтроллеры | Система на кристалле

Texas Instruments помогает разработчикам проектировать недорогие, надёжные и высокоэффективные системы связи между электромобилями (PEV) и оборудованием технического обслуживания электромобилей (EVSE). (slyy031)

Интерфейсы и стандартная логика

Хотите снизить мощность шины в промышленных информационных сетях? Будьте осторожны в своих желаниях!

Беспроводные коммуникации

Оценочный модуль CC2538+CC1200 EM – как объединить систему на кристалле, работающую на частоте 2,4 ГГц и передатчик ISM диапазона (до 1 ГГц) на одной плате. Часть 1. (swra437)
Новейшее семейство Wi-Fi + Bluetooth/BLE трансиверов Wi-Link 8 от Texas Instruments

Управление питанием

Простой алгоритм микрошагового перемещения для биполярного шагового электродвигателя

Простое зарядное устройство для свинцово-кислотных аккумуляторов на основе контроллера bq2031, реализующее принцип MPPT. (slva378)

Применение понижающего/повышающего преобразователя TPS92075. (slvu813)

Разное

Интернет вещей

Выпуск 3 (43) 2014

Процессоры Микроконтроллеры | Система на кристалле

Получите лучшее из двух миров!

Новое семейство процессоров Sitara™ AM437x.

Большая производительность в реальном времени

Подключил и пользуюсь!

Новый недорогой оценочный модуль MSP430™ USB LaunchPad и модуль расширения NFC BoosterPack позволяют разработчикам освоить концепцию «интернет вещей»

Решение для системы концентратора данных

Устройства коммутации

Компания GRUNER выпустила специальную малогабаритную версию 100-A реле 725ADR для систем АСКУЭ СНГ

Беспроводные коммуникации

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). Часть 2 (swra437)

Образец разработки маячка Bluetooth от швейцарской компании EM Microelectronic Marin

Новая отладочная плата CC2564MODNEM от Texas Instruments

Управление питанием

Европейские интеллектуальные счётчики. Спрос на wM-Bus для частоты 169 МГц

DRV8844 - микросхема счетверённого полумостового драйвера от Texas Instruments

Реализация интеллектуального зарядного устройства для аккумуляторов с широким диапазоном входных напряжений, микропроцессорным управлением и поддержкой шины SMBus

Низкое рассеивание мощности синхронного выпрямления значительно повышает энергоэффективность

Несложное зарядное устройство с технологией NVDC для многоэлементных батарей. (siva451)

Выпуск 4 (44) 2014

Процессоры Микроконтроллеры | Система на кристалле

Разработка электронного однофазного счётчика электроэнергии на базе микроконтроллера MSP430F6736 (slaa517b)

Оценочный модуль интеллектуального концентратора данных от TI

MSP USB LaunchPad и NFS BoosterPack - это вход в мир «Интернета вещей».

Высокопроизводительная система на микропроцессоре Texas Instruments Sitara ARM AM3517/05 SAU-Module

Отладочный набор микроинвертора на базе микроконтроллера семейства C2000™

Усилители, компараторы и ключи

Преобразование несимметричного видеосигнала в дифференциальный в системах с однополярным питанием (slyt427)

Датчики

Новое семейство датчиков Холла DRV5000 от TI

Беспроводные коммуникации

CC112x - РЧ-микросхемы семейства Performance Line от TI

Управление питанием

Пример несложного зарядного устройства на основе NVDC-технологии для многоэлементных аккумуляторов

Техническое руководство по продукции компании XenoEnergy. Часть 1

Новости

Новые высоковольтные LDO-стабилизаторы со сверхнизким потреблением тока

Четырёхканальный АЦП AFE5401-Q1 от TI

НОВОСТИ ЭЛЕКТРОНИКИ

www.compel.ru/lib/ne/



Сводное содержание журнала «Новости Электроники» за 2014 год

№1 / 2014. Беспроводные технологии, "Интернет вещей"

CC3000 - Wi-Fi-модуль для создания «интернета вещей» (Texas Instruments)
Подключиться к Wi-Fi? Нет ничего проще, если воспользоваться модулем XBee (Digi)
Воздушная акупунктура: сетевой процессор Bluetooth Low Energy от STMicro
Bluetooth-модуль четвертого поколения - как разработать свое первое приложение? (Bluegiga)
Новые GSM/SG/LTE-модули Airprime HL: одна платформа на все времена (Sierra Wireless)

№2 / 2014. Наглядно. Средства отображения информации

Kyocera Display - новый партнер КОМПЭЛ по поставкам TFT-дисплеев
Kyocera Display: применение TFT-дисплеев в промышленности и медицине
Отображение информации - новое в линейке поставок КОМПЭЛ
Защищенные сенсоры: новые технологии в сенсорных экранах AMT

№3 / 2014. TE Connectivity

Для внутриблочных соединений - разъемы низковольтного питания от TE Connectivity
Соединители для плоских кабелей (FPC, Micro-Match, AMP-Latch)
Соединяем платы: разъемы Free Height и Micro-Match от TE Connectivity
Подключение модулей расширения к основной плате - разъемы Multigig RT от TE Connectivity
Для долгой службы: миниатюрные сигнальные реле IM и P2
Лидеры рынка: компактные силовые реле серии SNR, ORWH, RT

№4 / 2014. Промышленные и лабораторные источники питания

Программируем электропитание: источники питания от TDK-Lambda
DIN-рейка плюс электросеть: источники электропитания для промышленной автоматики и систем безопасности (Mean Well, TDK-Lambda, Chinfa)
Электропитание в белом халате: источники питания для медицинского оборудования (Mean Well, TDK-Lambda)
Новинки от Mean Well: управляемые и неуправляемые источники питания для светодиодных светильников (Mean Well)
Ваш КПД на высоте? - DC/DC-преобразователи с несимметричным выходом для плавного управления IGBT (RECOM)
Литий-железофосфат: новые аккумуляторы-долгожители от компании EEMB

№5/ 2014. Пассивные чип-компоненты

Многослойное решение: чип-варисторы Multilayer (YAGEO)
«Мал, да удал»: чип-индуктивности компании Chilisin
Многослойные ферритовые чип-фильтры компании Chilisin
Не выше 4 мм - низкопрофильные силовые дроссели поверхностного монтажа (Sumida)
Синфазные дроссели компании Sumida для поверхностного монтажа
От 5000 часов: алюминиевые электролитические конденсаторы с большим сроком службы
Сигналы точного времени: обзор кварцевых резонаторов Geyer Electronic

№6 / 2014. STMicroelectronics

Запускаем встраиваемый Wi-Fi с помощью модуля SPWF01SA.11
Акселерометры STMicroelectronics: определяя любое движение
WMBus + SPIRIT1 - идеальное решение для расходомеров/АСКУЭ
Связь ближнего действия: NFC EEPROM для расходомеров и систем «умный дом»
На любой вкус: новые операционные усилители от STMicroelectronics
До 61 В на входе: новые DC/DC-преобразователи от STMicroelectronics

№7 / 2014. Texas Instruments

Управление питанием от Texas Instruments: защита, мониторинг, коммутация
Для портативной техники: микромощные схемы обработки аналоговых сигналов
Дополнительное напряжение от понижающего импульсного регулятора: расчет дросселя
Точное измерение КПД устройств с ультрамалым собственным потреблением
Texas Instruments за рулем: компоненты TI для автомобильных приложений
Двери настежь: DC/DC-преобразователи с широким входным диапазоном напряжений

№8 / 2014. Maxim Integrated

Аналоговая интеграция - трамплин для интеграции производства
Программируемая аналоговая микросхема MAX11300 - складной швейцарский нож от компании Maxim
Рекомендации при проектировании схем защиты цепей питания 12 и 24 В для автомобильных приложений
Без внешних ключей: реализация зарядного устройства на базе контроллера заряда MAX8934
Борьба с дезориентацией: практические способы установки MEMS-датчиков
Опора на опыт производителя: референсные платформы Maxim Integrated

№9 / 2014. Новые IGBT-модули International Rectifier

IGBT-модули от International Rectifier: борьба за снижение потерь энергии
Транзисторы-2014: новые серии MOSFET от International Rectifier
Низковольтные MOSFETs для силовых применений и жестких условий
От стандартных до мощных: новые драйверы транзисторов IR
Применение IGBT седьмого поколения от IR в резонансных схемах
Управляй приводом мощностью до 1,5 кВт: поколение интеллектуальных модулей GEN2 от IR
Технология COOLiRIGBT™ от IR - новый стандарт качества для дискретных IGBT

№10 / 2014. Texas Instruments - Учебные курсы для разработчиков

CC3100 - сетевой процессор для «Интернета вещей». Часть I
Для учета и идентификации: решения NFC от Texas Instruments
Мое первое приложение для беспроводной связи в диапазоне 868 МГц - пошаговая инструкция. Часть I
Практическое применение TIVA. Учебный курс. Часть I
Инструменты для инструментов: программные продукты TI для проектирования
Настраиваем аналоговый фронт-энд LMP900xxx с помощью Webench-приложения

№11 / 2014. STMicroelectronics - Новые линейки контроллеров на ядре Cortex

Продолжая снижать потребление: новая линейка контроллеров на ядре Cortex-M0
Низкое потребление в динамическом режиме: новая линейка МК на CORTEX-M4
Визуализация возможностей: графический генератор кода STM32CubeMx
Особенности работы STM32L0 в режимах пониженного напряжения
LDO-преобразователи с низким током собственного потребления и малым падением напряжения
Шпаргалки для разработчика: сниппеты для STM32

№12 / 2014. Littelfuse - Гарантия защиты

У нас есть все, что нужно для защиты
Гарантированный разрыв цепи при сверхтоках:
плавкие предохранители Littelfuse
Самовосстанавливающиеся PTC-предохранители для защиты от токовых перегрузок
Полупроводниковая защита: обзор основных серий TVS-диодов от Littelfuse
Газоразрядники Littelfuse: там, где полупроводники бессильны
Миниатюрное решение: варисторы Littelfuse для поверхностного монтажа
Динамическая защита от статики: решения Littelfuse для ESD-защиты
Оберегая свет: варисторные модули LSP для уличного освещения

НОВОСТИ ЭЛЕКТРОНИКИ

Приложение к журналу + АВТОМАТИКА

www.compel.ru/lib/na/



Приложение к журналу + СВЕТОТЕХНИКА

www.compel.ru/lib/ns/



Сводное содержание приложений за 2014 год

«Новости Электроники + Автоматика»

№1 / 2014. PHOENIX CONTACT

Phoenix Contact: Инновации как образ жизни
Контроллеры AXOLINE jn Phoenix Contact - совершенство дизайна и высокая производительность
Как сделать бесперебойное питание действительно бесперебойным?
Контроллеры Phoenix Contact в управлении инфраструктурой бизнес-центра
Гибридный пускатель двигателя - экономичное решение для множества
Сила силу ломит. Устройства защиты от импульсных перенапряжений
Надежные промышленные соединители - применение в экстремальных условиях
Модульные клеммные блоки Phoenix Contact для энергетических приложений
Для печатных плат и светодиодных светильников: миниатюрные соединители Phoenix Contact
Контроллер для уличного света от Phoenix Contact
Ликбез от Phoenix Contact: как определиться с выбором источника питания
Корпуса на DIN-рейку. Модульные решения от Phoenix Contact

№2 / 2014. SIEMENS AG

Традиционное качество, инновационные решения
Логичный выбор: новые возможности контроллеров LOGO! серий 7 и 8
Profinet от Siemens: лидер промышленных сетей
Sinamics G120 - преобразователь частоты из «кубиков»
Преобразователи частоты Sinamic V20 - бюджетное предложение от Siemens
Панели оператора Siemens Simatic Basic Line -необычные возможности обычной серии
Устройства плавного пуска Sirius: легкий разгон электродвигателя
Стабильная работа в любых условиях: источники питания SITOP Power

№3 / 2014. БЕЗОПАСНОСТЬ ПЕРСОНАЛА И ЗАЩИТА ОБОРУДОВАНИЯ

Классика навсегда: современные плавкие предохранители и держатели-разъединители
Автоматические выключатели для защиты электродвигателей: предложения от Siemens, Eaton, ETI
Автоматические выключатели - двойная защита электрооборудования
Тепловые реле Siemens и Eaton: максимальная защита от перегрузок
На защите человека и оборудования: контроллеры безопасности компании Omron
Модульные устройства производства Eaton, Siemens, ETI для защиты от поражения электротоком
Барьеры искробезопасности и устройства защиты от перенапряжений

«Новости Электроники + Светотехника»

№1 / 2014. СВЕТОТЕХНИКА

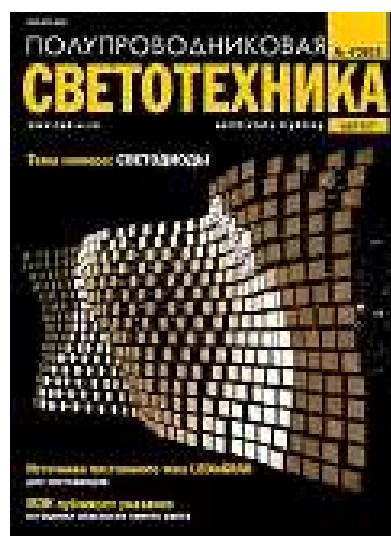
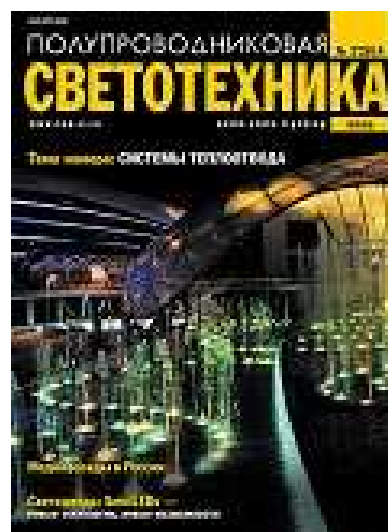
Новый взгляд на вопрос экономии, или еще раз об энергосбережении
Многообещающая новинка от Cree - светодиод серии XP-L
Взамен 30 светодиодов: свойства и особенности светодиодных матриц Cree семейства CXA
«Аптечка инженера»: инструменты Cree для разработчиков светодиодных светильников
Финский «конструктор»: модульная оптика Ledil для уличных и промышленных светильников
«Да будет свет!» - сказал монтер: соединители для светотехники от TE Connectivity
Ток для наружки: источники питания для светодиодных светильников наружного освещения

ПОЛУПРОВОДНИКОВАЯ СВЕТОТЕХНИКА

www.led-e.ru

solid-state lighting

www.led-e.ru



Сводное содержание журнала «Полупроводниковая светотехника» за 2014 год

Устройства и системы охлаждения

Тепло ли тебе, матрица?	№ 3
Разработка оптимальной конструкции теплоотводов уличного светодиодного освещения с помощью моделирования	№ 3
Двухстороннее охлаждение высокомоощных светодиодных кластеров	№ 3
Объединенные системы моделирования термических и электрических параметров позволяют оценивать характеристики светодиодов	№ 3
Проектирование мощных интегрированных светодиодных систем	№ 3

Применение и проектирование светодиодов

Полупроводниковые излучатели для ультрафиолетовой области спектра и их применение	№ 1
На дне, или Луч света в подводном царстве	№ 1
Светодиоды и интенсивная светокультура растений	№ 1
Резонансная светодиодная система освещения для закрытого грунта	№ 2
Фонтаны Hi-End	№ 2
«Синяя опасность» и осветительные установки	№ 2
Светодиодный «луч света» в подземелье	№ 2
Многоканальный осветитель- целеуказатель модульной конструкции на базе полупроводниковых излучателей	№ 3
Инновационный свет для спортивных объектов	№ 3
Современные светодиодные продукты компаний Verbatim/Mitsubishi	№ 3
Светодиоды и культурное наследие	№ 4
Освещение в современном офисе: комфорт, дизайн и энергосбережение	№ 4
Светодиодные автомобильные световые приборы как предмет для специализированных стандартов SAE	№ 5
LGM — солнечный светодор для холодной и темной зимы	№ 5
Свет для SPA-центра, который радует и приносит успокоение	№ 6
Методы оценки качественных характеристик светодиодных световых приборов для растений	№ 6
Системы светодиодного освещения с использованием солнечной энергии	№ 6

Источники и системы питания, драйверы светодиодов

LED-драйверы и системы управления светодиодным освещением	№ 1
DAU-конвертер GlacialPower и совместимые диммируемые драйверы светодиодов «3 в 1»	№ 1
Снижение пульсаций в безындуктивных драйверах СИД	№ 2
Двухступенчатые драйверы — новое решение	№ 2
Построение обратноходового светодиодного драйвера на контроллере IRS2983S от International Rectifier	№ 3
Разработка и испытания источника постоянного тока LEDinGRAD для светодиодов	№ 4
Система освещения с безопасным питанием и управлением яркостью светодиодных ламп	№ 4
Микросхемы производства ОАО «Интеграл» для светотехники	№ 5
Многоканальные источники тока для светодиодных излучателей	№ 5
Источники питания LED-светильников для наружного и архитектурно-декоративного освещения	№ 5
Источники питания компании FSP для светодиодных приложений	№ 5
Линейка блоков питания CTC для светодиодного освещения ОАО «Юрьев-Польский завод «Промсвязь»	№ 5
Микросхемы драйверов светодиодов с различной функциональностью для полупроводниковых светотехнических изделий	№ 6
Источник постоянного тока LEDinGRAD ИПТ-035-0350-40-3: концептуальный подход и результаты создания источника питания для светодиодов	№ 6
Преимущества использования нового контроллера для светодиодного драйвера MP4033 с адаптивным детектором типа диммирования	№ 6
Системы аварийного освещения компании «Белый свет 2000»	№ 6
Управление группами осветительных приборов по шине DALI	№ 6

Светодиоды

OLED: синтез технологий и искусства	№ 4
Лазерные диоды для накачки волоконных лазеров	№ 4
Излучающие диоды инфракрасного диапазона с мощностью излучения до 3,3 Вт и силой излучения до 8,5 Вт/ср	№ 5
Перспективные светодиоды компании Toshiba	№ 5
Полупроводниковые излучатели для средней и дальней ИК-области спектра	№ 5
Полупроводниковые светотехнические продукты и технологии компании Sora	№ 5

Светодиодные кластеры

«Просветленный» источник. О резерве повышения энергоэффективности светодиодов	№ 2
Светодиоды SemiLEDs: новые технологии, новые возможности	№ 3
Структурированные подложки улучшают внешний квантовый выход светодиодов	№ 4
Компоненты и решения для светотехники от компании Arrow Electronics	№ 4
Новинки от компании Cree — светодиоды средней мощности на керамическом основании и расширение линейки высоковольтных светодиодов	№ 4
Комплексный подход к подбору компонентов для изготовления светотехнических изделий	№ 4
Светодиоды красного цвета свечения	№ 4
Новые архитектуры светодиодов и технологии нанесения люминофора снижают затраты и повышают качество	№ 5
Временная и тепловая стабильность параметров полупроводниковых источников света при ускоренных испытаниях	№ 5

Светодиодные модули

Коллимированный светоизлучающий модуль от Edison Opto	№ 1
Номенклатура светодиодных продуктов компании Philips Lumileds.	
Особенности и параметры приборов серий LUXEON K, LUXEON H, LUXEON S	№ 1
Новые семейства светодиодных модулей серии CXA компании Cree	№ 1

Конструирование и производство светодиодов

Эксперимент по изучению надежности паяных соединений светодиодов	№ 2
Зависимость срока службы полупроводниковых осветительных систем от материала корпусов светодиодов различной мощности	№ 4
Бездрайверные светодиодные излучатели с КПД до 93% и без видимого мерцания	№ 6

Средства тестирования, измерения и поверки

Реализация проектов по разработке комплексов для оперативного контроля параметров светильников	№ 2
Исследование причин редактирования файлов фотометрических данных	№ 2
IES LM-85 обеспечит однородность требований к измерению и описанию параметров светодиодов повышенной яркости	№ 2
Измерение, анализ и усовершенствование	№ 2
Измерения коррелированной цветовой температуры белых светодиодов приборами интегрального типа	№ 2
К вопросу сертификации светодиодной продукции в России	№ 4
Комитет по методикам испытаний IES рассматривает стандарт LM для оптики с удаленным люминофором	№ 4
Исследование степени влияния положения светодиодного светильника на его световой поток	№ 5
Измерение параметров светодиодных источников света, ламп и светильников с помощью гониометра	№ 6

Светодиодные светильники

Об эффективности матовых светорассеивателей	№ 1
Оптика для светодиодных уличных светильников в России: проблемы и их решение	№ 1
В России запущено производство светодиодных светильников по уникальной технологии удаленного люминофора Cap LED	№ 1
Аварийный светодиодный светильник для резервного освещения охраняемого периметра	№ 1
Сквозь огонь, воду и медные трубы: взрывозащищенный светильник	№ 2

Девять этапов контроля качества продукции, изготавливаемой по уникальной технологии удаленного люминофора	№ 2
Силиконовые линзы сегодня и завтра	№ 4
Ремикс по-светотехнически	№ 5
Светодиодные лампы типа T8: сравнение ламп прямой замены и ламп с исключенным ПРА	№ 5
Светильник отраженного света Cap Linear 15-21, изготовленный по технологии Cap LED	№ 5
Освещение офисных пространств с учетом суточных биоритмов человека	№ 5
Свет для ретейл-бизнеса	№ 5
Важные аспекты при выборе взрывозащищенных светильников	№ 5
LED-свет для торговли. Оптика для освещения вертикальных поверхностей	№ 5

Рынок светотехники

«Пульсар»: у нас большие планы!	№ 1
Светодиодная революция в России	№ 1
«АтомСвет»: надежное не может быть дешевым	№ 1
Яркая действительность освещенности светотехнических стандартов	№ 2
Энергетическая эффективность светодиодной светотехнической продукции: расчеты и реальность	№ 2
Синтез науки и производства	№ 3
В России есть все для производства медиафасадов, но не сделано практически ничего для реализации этой идеи	№ 3
Культуру применения качественного света должны прививать и светотехнические компании, и государство	№ 4
Международная осенняя выставка светотехники в Гонконге	№ 4
Урегулировать рынок сможет жесткий контроль качества	№ 4
Нобелевская премия за синий светодиод	№ 5
Промышленная и уличная светотехника в Санкт-Петербурге	№ 5
Interlight Moscow powered by Light+Building — 20-я олимпийская программа для амбициозных и сильных	№ 5
Из Гонконга — со светом	№ 6
В «КругоСветку» по Москве	№ 6
Светодиоды и наружная реклама	№ 6

Тематические статьи

Управление освещением открытых пространств. Часть 1	№ 1
Теория цвета и успешное применение светодиодов. Часть 3	№ 1
Простые рецепты белого света	№ 2
Теория цвета и успешное применение светодиодов. Часть 4	№ 2
Управление освещением открытых пространств. Часть 2	№ 2
Спектр действия фотохимического повреждения сетчатки. Обзор данных по монохроматическому порогу	№ 3
МЭК публикует указания по оценке опасности синего света	№ 4
Перечень статей, опубликованных в журнале «Полупроводниковая светотехника» в 2014 году	№ 6

www.radio.ru

РАДИО

АУДИО • ВИДЕО • СВЯЗЬ • ЭЛЕКТРОНИКА • КОМПЬЮТЕРЫ

www.radio.ru



Уважаемые читатели!

Продолжается подписка на бумажную версию журнала «РАДИО» на второе полугодие 2015 г. Подписная цена одного номера журнала «РАДИО» по каталогу Респечати 135 рублей. Подписные индексы: Каталог Агентства РОСПЕЧАТЬ 70772; Объединённый каталог «Пресса России» 89032; «Каталог Российской прессы» Почта России 61972.

«Межрегиональное агентство подписки» в период с 1 апреля по 30 июня 2015 г. проводит призовую акцию для подписчиков — конкурс «Будь в курсе! Подписка — всегда стабильный курс!». Полные правила конкурса размещены на www.map-smi.ru и www.vipishi.ru

В РЕДАКЦИИ ЖУРНАЛА «РАДИО» МОЖНО ПРИОБРЕСТИ ЖУРНАЛЫ

Год выпуска	Номер журнала	Стоимость одного номера в редакции	Стоимость одного номера с пересылкой	
			в Россию	в остальные страны
2008	1–12	10 руб.	60 руб.	75 руб.
2009	1–12	20 руб.	70 руб.	85 руб.
2010	1–12	25 руб.	75 руб.	90 руб.
2011	1–12	45 руб.	95 руб.	110 руб.
2012	1–12	80 руб.	120 руб.	140 руб.
2013	1–12	95 руб.	155 руб.	165 руб.
2014	1–12	110 руб.	165 руб.	180 руб.
2015	1–6	125 руб.	185 руб.	200 руб.
2015	7–12	135 руб.	195 руб.	210 руб.

Деньги за интересующие вас журналы необходимо отправить почтовым или банковским переводом на расчётный счёт:

Получатель ЗАО "Журнал "Радио".
ИНН 7708023424,
р/с 40702810438090103159,
в ОАО "Сбербанк России" г. Москва,
к/с 30101810400000000225,
БИК 044525225.
Только при почтовом переводе указывайте почтовый индекс банка — 101000.

При переводе обязательно укажите, за что вы переводите деньги и свой точный почтовый адрес с почтовым индексом. После того как деньги поступят на наш расчётный счёт, мы отправим ваш заказ.



Цена одного номера
ЭЛЕКТРОННОЙ копии
журнала **"Радио"**
с доставкой по
электронной почте
на **2015** год
НЕ изменилась!



Загрузите бесплатно
номер журнала
"Радио" на свой
планшет или ПК.

Электронная копия журнала "Радио" представляет собой копию бумажного журнала "Радио" в виде файла с расширением pdf до 20 мб. На персональных компьютерах журнал можно прочитать с помощью бесплатной программы Adobe Acrobat reader. При необходимости можно распечатать необходимые статьи на принтере. На планшетах с операционными системами IOS и Android для просмотра можно использовать встроенные программы просмотра pdf файлов.

Период подписки 1 год. Стоимость подписки на 1 год 600 рублей (за 12 номеров). Подписаться можно с любого номера. Даже с № 12 2015 года. Тогда Вы будете получать журналы включительно по ноябрь 2016 года.

Услуга распространяется только на физических лиц. На страничке <http://el.radio.ru> Вы сможете подробнее узнать о подписке на электронную копию.

Сводное содержание журнала «Радио» за 2014 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 2013 года	6	4
Призы журнала "Радио"	7	8
Журналу "Радио" — 90 лет!	8	4
Победитель конкурса "Лучшие публикации 2013" среди читателей	8	11

РАЕМ по-прежнему звучит в эфире	1	2-я с. обл.
"Дорогой мужества стремимся к славе"	6	5 и 2-я с. обл.

НАУКА И ТЕХНИКА. ВЫСТАВКИ

BYOD: приносите и работайте. А. Голышко	1	5
Ваш друг смартфон. А. Голышко	2	4
Горизонты пятого мобильного поколения. А. Голышко	3	4
Двенадцать "горячих" инноваций. А. Голышко	4	4
Горизонты информационных технологий. А. Голышко	5	4
Наисвежайший Интернет. А. Голышко	6	6
Через цифровую вселенную. А. Голышко	7	4
Репортаж 2044. А. Голышко	8	6
На пути к цифровым валютам. А. Голышко	9	4
Цифровое неравенство и умопомрачение от успехов. А. Голышко	10	4
Путешествие к иным мирам. А. Голышко	11	4
Часы с цифровой кукушкой. А. Голышко	12	4

* * *

Всероссийская выставка "Символы Отечества"	8	2-я с. обл.
Новинки Musikmesse 2014. Е. Степанова	9	8
Выставка GadgetFair-2014. В. Скворцов	11	7 и 3-я с. обл.

ВИДЕОТЕХНИКА

Спутниковые ресиверы DRE-5000/5500, DRS-5001/5003 и GS-7300. Устройство и ремонт. В. Фёдоров	2	8,
см. также 3—8, 4—7, 5—7		
Варианты зигзагообразной антенны Харченко. В. Милкин, Н. Калитёнков, В. Лебедев, А. Шульженко	6	9
Активный делитель ТВ-сигнала — из пассивного. И. Нечаев	7	7
Автоматический коммутатор сигналов. А. Бутов	8	9
ИК-ретранслятор команд ПДУ. И. Смирнов	10	8

ЗВУКОТЕХНИКА

Трёхблочная акустическая система. Е. Шалагин	1	8
Доработка динамических головок и измерение их частотных характеристик. В. Марченко	2	14
Малогабаритная активная АС — USB зарядное устройство. А. Бутов	6	14
Модернизация АС 35АС-012 (S-90). В. Марченко	8	12
Активный разветвитель сигнала для стереотелефонов. А. Бутов	1	12
Индикатор уровня аудиосигналов на ИЛТ6-30М. А. Бутов	2	16
Компактный автомобильный усилитель. Ю. Игнатьев	3	11
	4	11
Стабилизация режима усилителей класса АВ. В. Ефремов	5	11
Шестиканальный стереомикшер для активных громкоговорителей. П. Петров	6	13
Двухканальная стереофония — приближение к идеалу. О воспроизведении стереофонограмм через АС. А. Рогожин	7	9
Аудиосистема для скутера. А. Шихатов	9	11
Предусилитель для МС-головки. О. Олегович	10	11
Формирователь сигналов для сабвуфера. А. Шихатов	10	13
О замене пьезоголовки на магнитную в старом ЭПУ. А. Немцев	11	8
Предусилители и сумматоры на микросхемах TL064. П. Петров	12	8

Дополнения к статьям

Верхушин А. Индикатор перегрузки громкоговорителя ("Радио", 2006, № 9, с. 20). Печатная плата	8	64
Касаткин А. Микшер ("Радио", 2008, № 5, с. 17). Печатная плата	5	46
Пустовой Д. Устройства эффекта Distortion на полевых транзисторах ("Радио", 2010, № 7, с. 14—16). Печатная плата	5	46

РАДИОПРИЁМ

Новости вещания. В. Гуляев	1	14,
см. также 2—17, 3—15, 4—14, 5—17, 6—16, 7—15, 8—16, 9—14, 10—15, 11—10, 12—10		
Простой средневолновый синтезатор частоты. Е. Голомазов, М. Доуталиев, Б. Канаев	2	19
УКВ-приставка к приёмнику ВЭФ-12. Ю. Белавенцев	3	16

УКВ-диапазон в приёмниках "ВЭФ" и "Спидола".	
А. Шостацкий	7 16
Радиоприёмник "Балтика". Р. Иванюшкин	4 16
Реставрируем приёмник "Балтика". О. Разин	5 19
	6 17
Ретранслятор — пеленгационная приставка к радиостанции диапазона 27 МГц. Г. Сафронов	8 17
Доработка радиоприёмника TECSUN S-2000.	
Хайо Лохни	9 15,
см. также 10—16, 11—11, 12—11.	

Дополнения к статьям

Соловьёв А. Радиовещательный DRM-приёмник ("Радио", 2006, № 1, с. 21). Печатная плата	7 64
--	------

ИЗМЕРЕНИЯ

Индикатор КЗ витков в катушках с ферромагнитными магнитопроводами. К. Мороз	1 15
Ампервольтметр для лабораторного блока питания. В. Рыбаков	2 22
Встраиваемый измеритель тока и напряжения на PIC12F675. Б. Балаев	12 18
Калибратор для осциллографа. С. Семихатский	2 25
Калибратор осциллографа. П. Петров	7 19
Генератор "нарисованного" сигнала. А. Пичугов	3 17
Комбинированный прибор на базе микроконтроллера ATmega. А. Савченко	4 18
	5 22
Измеритель внутреннего активного сопротивления конденсаторов (возвращаясь к напечатанному). А. Пурынычев	4 25
Прибор для контроля ЭПС. В. Календо	7 18
Пробник для проверки оксидных конденсаторов. В. Календо	12 16
Питание мультиметров серии M-83х от одного аккумулятора. И. Нечаев	4 23
Питание мультиметра M-832 от двух аккумуляторов. С. Глибин	6 21
Ремонт осциллографа HPS40. В. Зорин	6 23
Щуп-компаратор для частотомера. И. Нечаев	7 20
LC-метр — приставка к мультиметру. С. Глибин	8 21
	и 4-я с. обл.
Генератор качающейся частоты с индикатором АЧХ на ЖКИ. Н. Каменев	8 25
Ремонт штыря разъёма для подключения щупа к мультиметру. Е. Герасимов	8 27
Приставка к частотомеру для резонансных измерений. В. Календо	9 19
Преобразователь для питания цифрового мультиметра. Е. Герасимов	9 20
USB-регистратор напряжения с функциями осциллографа, анализатора спектра и измерителя АЧХ. В. Чайковский	10 22
	11 17

Дополнения к статьям

Высочанский П. Приставка к цифровому мультиметру для проверки низкоомных резисторов ("Радио", 2006, № 8, с. 23). Печатная плата	5 46
Герасимов Е. Преобразователь для питания цифрового мультиметра ("Радио", 2014, № 9, с. 20). Уточнение намоточных данных трансформатора	12 64
Куракин Ю. Индикатор ЭПС оксидных конденсаторов ("Радио", 2008, № 7, с. 26, 27). Печатная плата, разработанная читателем М. Пашковым	6 64
Мороз К. Индикатор КЗ витков в катушках с ферромагнитными магнитопроводами ("Радио", 2014, № 1, с. 15, 16). Печатная плата	10 64
Нефёдов В. Измеритель коэффициента заполнения ("Радио", 2009, № 5, с. 17). Печатная плата	11 64

КОМПЬЮТЕРЫ

Микрокомпьютер Raspberry Pi. И. Кутепов	1 17
Компьютер Raspberry Pi как мозг беспроводного умного дома Z-Wave. В. Юркин	11 26
Фильтр питания для НЖМД. А. Бутов	2 26
Ещё раз о переключении НЖМД в компьютере. Г. Закоморный	2 28
Как выбрать или изготовить USB-хаб. Н. Хлюпин	11 28

МИКРОПРОЦЕССОРНАЯ ТЕХНИКА

Расчёт битовой синхронизации сети CAN. А. Николаев	1 22
Программатор РПЗУ серии 27С. О. Кольчурин	3 18
Эмулятор музыкального сопроцессора AY-3-8910 для "ZX Spectrum" на микроконтроллерах AVR". В. Лисицын, И. Титарь	4 26
Аудиоплейер форматов MP3 и Opus. О. Царегородцев	5 26
Портативный MP3-плеер. П. Кожухин	7 21
Бегущая строка с вводом текста с помощью компьютерной клавиатуры. В. Юшин	8 28
Контроллер кодового замка на МК ATtiny2313A. С. Шишкин	12 22
Коммутатор панели ZIF для программирования микроконтроллеров Atmel. А. Абакумов	12 20

Дополнения к статьям

Борисевич А. Микроконтроллерное устройство управления инкубатором ("Радио", 2004, № 4, с. 30, 31). Печатные платы	12 64
--	-------

РАДИОЛЮБИТЕЛЮ-КОНСТРУКТОРУ

Имитатор помех для проверки сетевых фильтров. А. Бутов	1 30
Генератор двух образцовых частот для синтезаторов вещательных передатчиков. С. Комаров	6 23

Триггер на оптронах. О. Белоусов	7
Экономичное управление симистором. А. Дзанаев	10

Дополнения к статьям

Компаненко Л. Однонаправленный счётчик ("Радио", 2008, № 6, с. 32). Печатная плата	2
Мороз К. Квасисенсорные релейные переключатели ("Радио", 2013, № 7, с. 28, 29). Печатная плата переключателя по схеме на рис. 5	3
Пахомов А. Преобразователь К1003ПП1 в устройствах автоматики ("Радио", 2004, № 4, с. 36, 37). Печатная плата	5

РАДИОЛЮБИТЕЛЬСКАЯ ТЕХНОЛОГИЯ

Удаление следов клея. К. Мороз	3
Изготовление штыревого теплоотвода. К. Мороз	3
Простой способ экспорта файлов программы AutoCad в формат BMP. А. Сучинский	6
Стабилизатор температуры жала паяльника. А. Звирбулис	8
Стабилизатор температуры жала паяльника. Л. Елизаров	10
Доработка рокерного выключателя. А. Бутов	9
Магнитные клеммы. К. Мороз	9
Электрохимическое травление в радиолобительской практике. Г. Сафронов	12
Насадки для электрического припоеотсоса. Н. Лаврищев	12

Дополнения к статьям

Полозов С. Аналоговый блок управления паяльной станции ("Радио", 2013, № 1, с. 23—25). Замена реле	9
---	---

ПРИКЛАДНАЯ ЭЛЕКТРОНИКА

"Бегущие огни" на мощных МОП-транзисторах. Д. Дерр	1
Светорегулятор с ДУ на ИК-лучах. К. Литовченко	1
Светодиодный газонный светильник включает электроприборы. И. Нечаев	1
Аналого-цифровая цветодинамическая установка. А. Савченко	1
Принцип работы и методика налаживания АРУ аналого-цифровой ЦДУ. А. Савченко	2
Поддержание постоянной яркости экрана аналого-цифровой ЦДУ. А. Савченко	3
Усовершенствованная аналого-цифровая ЦДУ. А. Савченко	9
СДУ с микроконтроллером ATtiny2313 на 16 гирлянд. И. Абзелилбаш	11
Генератор для трассоискателя. С. Губачёв	1
Переговорное устройство. С. Бабын	1
Управление электрическим отопительным котлом. В. Киба	2
Подключение удалённого абонента к офисной АТС. К. Степанов	2
Устройство автоматического отключения бытовой аппаратуры от электросети. А. Кузёма	2
Низковольтный автоматический инкубатор. А. Вишневский, В. Вишневский	3
	4

Определитель номеров проводов кабеля с речевой индикацией. В. Аксёнов	3	32
Устройство для поиска места обрыва в кабеле. Н. Абрамов	6	20
Блок управления шаговым двигателем. С. Неткачев	3	38
Радиосигнализатор для охотников. М. Яковлев	4	37
Ловушка для насекомых. К. Мороз	4	37
Восстановление работоспособности педали швейной машины "Веритас". А. Степанов	4	39
Усовершенствование регулятора мощности. К. Мороз	5	30
Простой регулятор мощности. К. Мороз	10	37
Регулятор мощности. Е. Аксёнов	12	36
Матричный светодиодный дисплей. Н. Салимов	5	32
	6	31
Анализатор концентрации угарного газа. А. Корнев	5	36
Индикатор радиоактивности со счётчиком Гейгера-Мюллера СБТ11. О. Гаврильчук, П. Михеев	5	37
Индикатор радиоактивности. И. Нечаев	10	35
Пятиканальное реле времени на микроконтроллерах ATtiny2313A. С. Шишкин	6	28
Индикатор потребляемого тока или мощности. И. Нечаев	6	35
Усовершенствованное дистанционное управление с телефона. А. Пахомов	6	36
Светодиодная лента в настольной лампе. К. Мороз	6	39
Терморегулятор на двух микросхемах. К. Гаврилов	6	40
Сварочный аппарат "Малютка". Л. Степанов	7	30
Сварочный аппарат с вольтодобавкой и плавной регулировкой тока. А. Сергеев	11	32
Радиоуправляемый сетевой удлинитель. А. Пахомов	7	31
Ремонтируем газонокосилки. В. Марков	7	34
Пасечный электронож. К. Мороз	7	36
Трёхканальный сигнализатор повышенной температуры. А. Бутов	7	38
Часы-календарь на газоразрядных индикаторах. А. Неугодинов	8	37
Блок автоматического управления вентиляцией помещения. А. Малышев	8	40
Ёмкостный измеритель уровня жидкости. А. Топников	9	34
Зависимое включение электроприборов. И. Нечаев	9	39
Релейное устройство контроля напряжения в электросети. С. Бабын	9	40
Кормушка для аквариумных рыбок. К. Мороз	9	42
Устройство управления аквариумом. А. Лаптев	11	35
Усовершенствование прибора для выжигания. А. Карпачев	9	44
Автоматизация смывного бачка. В. Тимощенко	10	38
Светодиодная люстра "Радуга". А. Малышев	10	42
	11	42
Умывальник с бесконтактным управлением. В. Тимощенко	12	31
Дистанционное управление гирляндой. А. Пахомов	12	34
Доработка вафельницы. А. Бутов	12	37

Дополнения к статьям

Бутов А. Экономичный сигнализатор перегрева ("Радио", 2012, № 8, с. 42, 43). Печатная плата	3	46
Гаврилов К. "Бегущие огни" на энергосберегающих лампах ("Радио", 2012, № 2, с. 43, 44). На рис. 1 вывод 6 DD2 должен быть соединён с её выводами 5 и 13, а не с минусовым проводом питания	3	46

Ильин О. Ультразвуковой сигнализатор возгорания ("Радио", 2013, № 2, с. 30—32). Печатная плата.....	1	46
Калашник В., Панов Р. Симисторный регулятор мощности ("Радио", 2007, № 12, с. 42). Печатная плата.....	8	64
Корнев А. Управление орошением теплицы ("Радио", 2013, № 4, с. 35, 36). Печатная плата.....	2	64
Кузёма А. Устройство автоматического отключения бытовой аппаратуры от электросети ("Радио", 2014, № 2, с. 37, 38). Печатная плата.....	11	64
Мороз К. "Бегущие огни" ("Радио", 2013, № 10, с. 45). Печатная плата.....	8	64
Мороз К. Устройство задержки включения и выключения ("Радио", 2011, № 8, с. 31, 32). Печатная плата.....	9	64
Мороз К. Устройство для откачки грунтовых вод ("Радио", 2013, № 11, с. 36). Печатная плата.....	12	64
Остроухов Н. Дистанционный контроль температуры с отображением на видеорегистраторе ("Радио", 2013, № 4, с. 40—42). Печатная плата УИТ.....	7	64
Пшеницын А. Фазоуказатель ("Радио", 2009, № 9, с. 30, 31). Печатная плата.....	1	46
Савченко Б. ИК "сторож" для дачи ("Радио", 2005, № 3, с. 34, 35). Печатная плата.....	10	64
Серебрянников И. Регулятор температуры ("Радио", 2013, № 3, с. 39, 40). Печатная плата.....	3	46
Степанов А. Таймер для электроодеяла или ночника ("Радио", 2013, № 5, с. 43, 44). Печатная плата.....	2	64
Шишкин С. Кодовый замок на микроконтроллере ("Радио", 2011, № 10, с. 42, 43). Печатная плата.....	6	64

РЕМОНТИРУЕМ САМИ

Поиск неисправных элементов с помощью термометра. Е. Бирючков	4
Ремонт телевизора SAMSUNG LE40R82B. С. Смирнов	10

ЭЛЕКТРОНИКА ЗА РУЛЁМ

Главное выключение света в салоне автомобиля. Н. Каменев	2	8
Усовершенствование автомобильного тахометра. С. Давыдок	2	44
Доработка автомобильного регулятора напряжения 59.3702-01. А. Сергеев	3	42
Подключение видеорегистратора к бортсети автомобиля. А. Титаренко	3	44
Блок управления ходовыми огнями. А. Байков	3	45
Блок управления огнями дополнительного стоп-сигнала. В. Никифоров	12	39
Система охраны автомобиля со спутниковым слежением за координатами и передачей оповещений по каналу GSM. С. Полозов	4	42,
см. также 5—40, 6—42		
Индикатор неисправности системы зажигания. П. Юдин	6	45
Велокомпьютер. Б. Балаев	7	41
"Вежливый свет". Д. Захаров	7	45
Индикатор тока аккумуляторной батареи. Е. Мурзин	7	46
Индикатор разрядки/зарядки аккумулятора. Н. Каменев	9	45
Пороговый индикатор зарядного тока аккумуляторной батареи. А. Сергеев	12	38
Электронный амперметр для автомобиля. А. Сергеев	8	45

Дополнения к статьям

Щенов Э. Часы с автономным питанием для автомобиля ("Радио", 2012, № 10, с. 44, 45). Печатная плата.....	4	64
---	---	----

ИСТОЧНИКИ ПИТАНИЯ

Повышающий регулятор мощности паяльника. А. Абрамович	1	26
Запуск преобразователя напряжения MAX756 при пониженном входном напряжении. В. Олейник	1	28
Сетевой блок питания на основе солнечной батареи. И. Нечаев	2	29
Регулируемый блок питания из БП2-3. В. Никулин	2	30
Регулируемый блок питания с автоматическим переключением напряжения на входе стабилизатора. А. Бутов	7	25
Регулируемый блок питания с защитой. П. Кожухин	10	28
Лабораторный блок питания из ИБП. И. Нечаев	8	32
Импульсный БП — из зарядного устройства. А. Бутов	11	24
Импульсный блок питания из видеоплеера. А. Бутов	12	24
Доработка блока питания AV3302. А. Бутов	3	25
USB-разъём в лабораторном блоке питания. А. Бутов	9	21
Зарядные устройства на микросхемах стабилизаторов напряжения. П. Петров	2	31
Зарядка аккумуляторной батареи от элементов Пельтье. С. Ткачук	6	26
Зарядно-разрядное устройство для Ni-Cd и Ni-MH аккумуляторных батарей. С. Доильницин	7	27
Устройство для экспериментов с Ni-MH аккумуляторами типоразмеров AA и AAA. С. Каминский	3	21
Импульсный стабилизатор напряжения на микросхеме MC34165P. А. Бутов	4	28
Низковольтный источник бесперебойного питания. И. Королёв	4	30
Стабилизатор эффективного значения напряжения на микроконтроллере PIC16F684. А. Ковтун	9	23
Блок индикации и управления для лабораторного блока питания и зарядного устройства на базе компьютерного БП. В. Киба	9	26
Маломощный источник высокого напряжения. К. Мороз	10	7
Блок питания низковольтного паяльника мощностью 18 Вт. С. Чернов	12	27

Дополнения к статьям

Москатов Е. Миниатюрный импульсный источник питания ("Радио", 2010, № 5, с. 20). Печатная плата.....	1	46
---	---	----

"РАДИО" — НАЧИНАЮЩИМ (ЖУРНАЛ В ЖУРНАЛЕ)

GEEK PICNIC 2014: WINTER EDITION в Москве.....	3	2
и 3-я с. обл.		
"Робофест-2014".....	4	49
и 3-я с. обл.		
Молодёжная конференция "Радио-Поиск 2014".....	7	47
и 2-я с. обл.		
Фестиваль детского радиолюбительского творчества "Интерес 2014".....	8	47
и 3-я с. обл.		
Всероссийская выставка НТТМ-2014. В. Глибина	9	47
и 3-я с. обл.		
	10	47

* * *

Пособие для изучения АЦП и ШИМ. А. Ковтун	1	48
Автоматический светильник для комнатных растений. И. Лавриненков	1	52
Программируемый звонок для учебных заведений. Е. Голомазов, Б. Канаев	1	53

Карманный фонарь из газонного светильника.		Светодиодные игрушки-сувениры. Д. Мамичев.....	10
И. Нечаев.....	2	Музыкальная шкатулка. П. Юдин.....	3
Доработка аккумуляторного фонаря. И. Нечаев.....	8	Звонница на основе жёстких дисков. Д. Мамичев.....	11
Светодиодный фонарь с регулируемой яркостью		Виброход с автоматической подсветкой. Д. Мамичев.....	4
и режимом маяка. И. Нечаев.....	12	Управляемый танк-виброход. Д. Мамичев.....	7
Светодиодная "свеча". Д. Мамичев.....	12	Робот с одним ведущим колесом. Д. Мамичев.....	5
Питание MP-3 плеера RoverMedia Aria-C7 от USB.		Кораблик-катамаран, управляемый светом. Д. Мамичев.....	9
А. Бутов.....	2	"Волшебный замок", управляемый по радио.	
ИК-датчик препятствий. Р. Экимян.....	3	А. Пахомов.....	11
Искатель скрытой электропроводки на основе		Цветик-семицветик. Н. Малков.....	12
газонного светильника. И. Нечаев.....	4	Центрорное реле времени для электромеханических	
Три устройства на микросхеме µPC1470H. А. Бутов.....	4	игрушек. А. Бутов.....	3
Термометр повышенной точности с датчиком		Автоматы световых эффектов на основе трёхфазного	
DS18S20. Е. Лукьяненко, Н. Никитина, А. Старых.....	5	мультивибратора. В. Хмара.....	7
Термометр с четырьмя датчиками DS18B20.		Мигалка на микросхеме YX8018. И. Нечаев.....	10
К. Абдукаримов.....	8	"Змейка" и "Тетрис" на микроконтроллере.	
Доработка карманных электронных часов KT-108.		Р. Мухутдинов.....	2
А. Бутов.....	5	Электронная игра "Выключи свет". С. Евдокимов.....	5
Часы с индикацией на светодиодах. В. Бойко.....	5	Светодиодный "карандаш" для фризлайта. Д. Мамичев.....	6
Двоичные часы. Э. Щенов.....	5	Светодиодная "кисть" для фризлайта. Д. Мамичев.....	8
Электронные часы для радиокружка. А. Мариевич.....	9		
Приставка к электронно-механическому будильнику.		* * *	
И. Нечаев.....	9	Микроконтроллеры MSP430. С. Сокол.....	
Сигнализатор протечки. И. Нечаев.....	6	Хранение изменяемых параметров во FLASH-памяти.....	3
Простое охранное устройство. Д. Лекомцев.....	6	Регистратор напряжения.....	4
Охраняет мобильный телефон. А. Степанов.....	12		
Квартирный звонок с полифоническими мелодиями.		Дополнения к статьям	
А. Бутов.....	10	Агеев Е. Простой термометр с шестью датчиками	
Переключатели на микроконтроллере. М. Ткачук.....	7	("Радио", 2011, № 4, с. 49). Печатная плата.....	9
Индикатор радиоизлучений. И. Нечаев.....	7	Бутов А. Сирина на микросборках SDC03 ("Радио", 2011,	
Звуковой сигнализатор в ИК ПДУ. А. Бутов.....	8	№ 6, с. 53, 54). Исправленная схема устройства.....	11
		Евдокимов С. Игровой тренажёр "Посадка на Луну"	
* * *		("Радио", 2012, № 10, с. 52, 53). Печатная плата.....	4
Стабилизированный преобразователь напряжения		Мамонтов И. Модель светофора на двух микросхемах	
на микросхеме YX8018. И. Нечаев.....	5	("Радио", 2012, № 4, с. 51). Печатная плата.....	4
Двухполярный преобразователь напряжения.		Ознобихин А. Четыре кружка одного	
И. Нечаев.....	11	радиотехнического объединения. Охранное	
Регулируемый стабилизатор тока для питания		устройство с необычным переключателем ("Радио",	
мощных светодиодов. Д. Иванов.....	6	2006, № 10, с. 55). Печатная плата.....	7
Регулируемый блок питания. И. Фёдоров.....	6	Петров П. Четырёхуровневый индикатор температуры	
Экономичный линейный стабилизатор напряжения.		("Радио", 2013, № 10, с. 50). Печатная плата.....	8
С. Глибин.....	6	Шишкин С. Сигнальное электрооборудование модели	
Устройство управления вентилятором		автомобиля ("Радио", 2011, № 7, с. 55, 56). Печатная	
в лабораторном блоке питания. А. Бутов.....	11	плата.....	9
Зарядное устройство малогабаритного			
Li-ion аккумулятора. С. Глибин.....	2	РАДИО — О СВЯЗИ (ЖУРНАЛ В ЖУРНАЛЕ)	
Зарядно-питающее устройство на солнечных		Клубу "Русский Робинзон" — 20 лет.....	1
батареях. И. Нечаев.....	3	Дни активности "Зимние Олимпийские игры —	
Освещение и зарядка аккумулятора сотового телефона		Сочи 2014". Дипломы "OLIMPIC GAMES SOCHI 2014",	
от газонных светильников. К. Степанов.....	10	"OLIMPIC WINTER SPORT", "OLIMPIC MARATHON".....	1
Блок питания низковольтных паяльников. А. Бутов.....	6	Новости CPP.....	1
		см. также 2—60, 8—63, 9—55, 10—63, 11—63	
* * *		Молодёжные, на кубок А. С. Попова.....	1
Расширение пределов измерения частоты		RR90 — российский KB-радиомаяк снова в эфире.....	1
мультиметром M890G. С. Семихатский.....	1	Телетайпные 2013 года. Б. Степанов.....	1
Звуковая "прозвонка" на М-830В. С. Чернов.....	10	Радиоэкспедиции прошлого года. Ю. Кропотков.....	1
Синтезатор цвета. А. Барышев, Р. Нуруллин.....	11	U3DI — 95 лет.....	1
Генератор импульсов на аналоге однопереходного		U3DB — ветеран Великой Отечественной.....	5
транзистора. О. Белоусов.....	12	Союз радиолюбителей Вооружённых сил. С. Смирнов.....	2
Генератор звуковых эффектов на микросхеме			
TD62381P. А. Бутов.....	12		
* * *			
Модель светового меча. Д. Лекомцев.....	1	JT1CA — 50 лет SSB в Монголии. А. Белоусов.....	2
Игрушка-сувенир "Фея оживляет сердце" — 2.		Кадетский корпус в Уварово.....	2
Д. Мамичев.....	1	Какой вид работы наиболее "пробивной"?.....	2
"Бабочка". Д. Мамичев.....	2	Валерия Першина — чемпионка мира по скоростной	
Электронный сувенир "8 Марта". В. Хмара.....	2	радиотелеграфии. О. Такочакова.....	3
		ФГУП "ГРЧЦ" и радиолюбительская служба.....	3

[illegible]

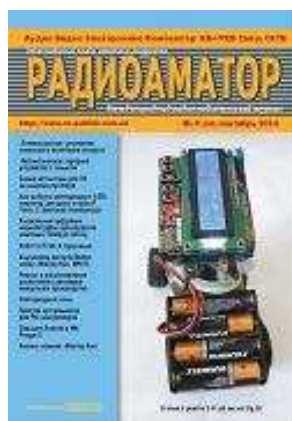
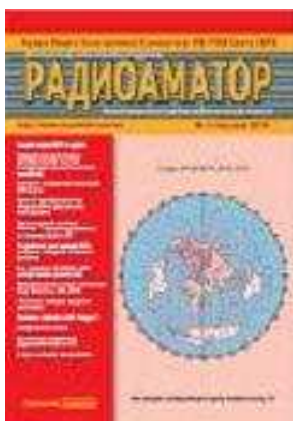
Аудио Видео Электроника Компьютер КВ+УКВ Связь СКТВ

International radio amateur magazine

РАДИОАМАТОР

Международный радиолобительский 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. Это журнал для тех, кто привык работать со схемой на столе и с паяльником в руках, 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. В ноябре 2013 года редакция журнала «Радиоаматор» объявила конкурс статей по радиолюбительским конструкциям из старых мобильных телефонов и деталей от них. Конкурс продлен до 15 ноября 2015 года, а тематика его расширена. Теперь на этот конкурс можно присылать статьи с описаниями конструкций изготовленных не только из деталей от мобилок, но и из планшетов и детских электронных игр и игрушек. 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



Содержание РА-2014

АУДИО-ВИДЕО

Радиоприемник – мостовой УМЗЧ. А. Бутов	2-1
Влияние организации электропитания на качество видеоизображения. А. Семёнов	5-1
Радиомикрофон на одном транзисторе. С. Бабын	8-1
Активные матрицы на малошумящих ОУ LT1398 и LT1399. И. Безверхний	9-1
Светодиодный «стрелочный» индикатор MP1054 для современного УМЗЧ. Р. Басалаев	13-1
Модернизация активной акустической системы Genius SP-HF1100X. А. Бутов	2-2
IP-видеокамеры для любительского видеонаблюдения. А. Семёнов	5-2
Разветвители телевизионных сигналов и усилители для них. В. Рентюк	2-3
Стандарты сжатия видео MPEG-4, H.264 и H.265. А. Семёнов	4-3, 4-4
Доработка советских радиоприемников для приема радиовещательных станций FM-диапазона (88...108 МГц). Г. Савченко	7-3
Полевые транзисторы в выходном каскаде УМЗЧ без ОС. А. Петров	2-4, 2-5
Кодеки звука MP3 и другие. А. Семёнов	6-5, 4-6, 6-7/8, 5/10, 3-11/12
Широкополосный модуль преобразования частоты и модуляции высокочастотных колебаний. А. Титов	8-5
Универсальный микрофонный усилитель. А. Бутов	2-6
Доработка китайского радиоприемника KIPO и аналогичных. В. Кандауров	8-6
Малоразмерные рефлекторные антенны. А. Красуцкий, Е. Скорик	9-6
Новости в мире аудио-видео	2-7/8, 2/9, 2/10, 2-11/12
Цифровой регулятор громкости на микроконтроллере. А. Саволук	9-7/8
«Телевизионное» устройство зависимого включения нагрузок. А. Бутов	4-9
Переделка оптического звукового выхода в коаксиальный. Н. Викторов	8-10
Телефонные усилители с предусилителями на популярных ОУ. П. Петров	6-11/12
Тороидальные трансформаторы в однотактных ламповых УМЗЧ класса А. Ю. Дьячук	8

АВТОМАТИКА И ИЗМЕРИТЕЛЬНАЯ ТЕХНИКА

Цифровой вольтметр. А. Саволук	15-1
Охранное устройство с радиоканалом в FM диапазоне. В. Мельничук	10-2
Устройство для термостатирования. А. Артюшенко	12-2
Новая линейка осциллографов с изолированными каналами производства компании Chauvin Arnoux. Н. Тимчук	13-2
Терморегулятор для системы охлаждения. А. Усков	15-2
Охранная система «псевдо» iButton – таблетка от злоумышленников. Г. Котов	18-3
Два варианта охранной сигнализации с сотовым телефоном. А. Сергеев	12-4
Прибор диадинамической электротерапии. С. Бабын	15-4
Универсальный логический пробник. В. Рентюк	11-6
Индикатор состояния питающей сети. Д. Карелов	13-7/8
Стабилизация мощности тока электродной батареи на микроконтроллере. А. Корабельников	16-7/8
Тепловизионные системы двойного видения производства компании DALI. Н. Тимчук	36-7/8
Измерение индуктивности и емкости с помощью мультиметра и компьютера. А. Петров	38-7/8
8-канальные цифровые осциллографы производства компании Teledyne LeCroy. Н. Тимчук	18-9
Робот 3-Pi UA. А. Кравченко	20-9, 24-10
Контроллер доступа iButton (набор «Мастер Кит» NN103). К. Феолкин	23-9
Дистанционное управление на базе мобильного телефона. В. Мельничук, С. Авдеенко	15-10
Звуковые сигнализаторы для металлоискателей. И. Безверхний	15-11/12

Ультразвуковой уровнемер с температурной компенсацией. А. Саволук	17-11/12
Самодельные датчики. А. Кашкаров	20-11/12

ИСТОЧНИКИ ПИТАНИЯ

Универсальное зарядное устройство. Г. Савченко	16-2
Автоматическое зарядное устройство для аккумуляторов. В. Калашник	17-2
Двухполярный источник питания – зарядное устройство из компьютерного БП. Д. Карелов	16-5, 28-6
Устройство для зарядки АКБ сотового телефона в полевых условиях. А. Артюшенко	18-5
Автоматическое зарядное устройство с защитой. А. Хмуренко	6-9
Схема автоматики для ЗУ на микроконтроллере. А. Петров, А. Шубенин	9-9
Зарядное устройство для гелевых аккумуляторов малой емкости. Н. Викторов	12-11/12

АЛЬТЕРНАТИВНЫЕ ИСТОЧНИКИ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ

Самодельные солнечные батареи для яхты (версия 2). И. Безверхний, Г. Козак	9-4
--	-----

КОМПЬЮТЕРЫ В РАДИОЛЮБИТЕЛЬСКОЙ ПРАКТИКЕ

Проектирование активных фильтров в Analog Filter Wizard 2.0. В. Рентюк	17-1, 36-2
Проектирование DC/DC-преобразователей в системе WEBENCH Design Center. В. Рентюк	32-4, 9-5
Устройство для сопряжения ПК и трансивера. В. Мельничук	35-4
Контроль напряжения пульсаций USB порта. А. Бутов	13-5

РА ДЛЯ НАЧИНАЮЩИХ

Простой пробник-монитор постоянных напряжений. П. Петров	20-1
Сушилка с терморегулятором. А. Усков	21-1
Переключатели для гирлянд светодиодов. Е. Яковлев	22-1, 35-2
Звуко-световой сигнализатор включения сети на двух 555-х таймерах. П. Петров	33-2
Двойной сенсорный выключатель. П. Петров	15-3
Дополнительная плата для работы с МК и не только. П. Петров	18-4
Простой преобразователь напряжений в двух разных конструкциях. Д. Решетник	15-5
Устройства на емкостной трехточке. В. Кульченко	27-6
Генератор звуков непрерывно изменяющейся частоты на таймере NE555. П. Петров	11-7/8
Релаксационный генератор на транзисторах. О. Белоусов	10-10
Фигуры Лиссажу. Н. Петренко, И. Безверхний	12-10
Безопасный звонок. В. Рентюк	36-11/12
RS-триггер на транзисторном оптроне. О. Белоусов	37-11/12

ОБМЕН ОПЫТОМ РЕМОНТА РЭА

Ремонт систем подсветки ЖК:панелей на люминесцентных лампах с холодным катодом (CCFL). Р. Корниенко	25-1, 20-2, 21-3
Устройство и ремонт цифровых СТВ приёмников BOX 500, GLOBO 7010CXE и OPTICUM 7100CXE. В. Федоров	28-1
Аналоговые мультиметры 7001, 7002 и УХ-360TRD и их ремонт. А. Кашкаров	18-2
Устройство и ремонт цифровых СТВ приёмников BOX 500, GLOBO 7010CXE и OPTICUM 7100CXE. В. Федоров	22-2
Особенности телевизора Panasonic TX21PS70TQ (шасси MX-5ZA). И. Безверхний	24-2, 24-3
Ремонт и восстановление усилителей и ресиверов импортного производства. Р. Корниенко	19-4, 20-6, 33-9, 21-10
Как заменить JU-0003 в ИБП дискретными элементами. И. Безверхний	20-5

Устройство, диагностика неисправностей и ремонт цифровых СТВ приёмников GOLDEN INTERSTAR GI-S770CR, GI-S805CI Xpeed Class. В. Федоров.....27-7/8, 25-9, 18-10, 29-11/12
Ремонт вызывного устройства телефонных аппаратов. В. Мельничук35-7/8

ПРОМЫШЛЕННАЯ АППАРАТУРА

Блок питания видеодвойки FUNAI TVR-1400A MK6 и два варианта его модернизации. И. Безверхний.....23-4

МИКРОКОНТРОЛЛЕРЫ В РАДИОЛЮБИТЕЛЬСКОЙ ПРАКТИКЕ

Автомат полива для дачи и огорода. А. Петров, А. Шубенин31-2
Модуль цветного дисплея от сотового телефона для радиолюбительских конструкций. С. Шакуров.....32-3
Проблема ЧМЗ. А. Медведев40-4
Планшет, Android и МК. С. Рюмик.....42-4, 32-5, 31-6, 42-7/8, 40-9, 36-10, 38-11/12
Простейший цифровой кодовый замок. А. Усков40-7/8
Светодиодные часы. Д. Карелов35-9
Простой программатор для PIC-контроллеров. А. Саволук.....37-9

СОВРЕМЕННЫЕ ТЕЛЕКОММУНИКАЦИИ

SIM900:EVb Kit или GSM:модули четыре года спустя. С. Рюмик.....36-1
Облачный сервис и Arduino. С. Рюмик39-2
PushingBox, Arduino и SIM900. С. Рюмик35-3
Аутернет – проект «суперWi-Fi» для Интернета. С. Артюшенко, Е. Скорик37-4
Повышающий преобразователь для радиочастотного блока РРС диапазона 2,1 – 2,3 ГГц. П. Ксензенко, П. Химич40-10, 43-11/12

ИНСТРУМЕНТЫ И ТЕХНОЛОГИИ

Немного о бессвинцовой пайке. А. Артюшенко41-1
Особенности установок сверхярких светодиодов в настольные светильники. Б. Шарпанов42-1
Регулятор мощности паяльника. А. Артюшенко9-3
Электропатрон-переходник для лампы накаливания. К. Коломойцев12-3
Электронный выключатель с токовой защитой. А. Кривецкий31-3
Амплитудный детектор для звукового пробника. А. Бутов7-4
«Паяльная станция» на ручке паяльника. П. Капитонов.....20-5
Многофункциональный эквивалент нагрузки из доступных элементов. Д. Карелов9-10

ЭЛЕКТРОНИКА НА ТРАНСПОРТЕ

USB-зарядка на микросхеме MC33063A. А. Бутов.....10-4
Центральный замок с iButton для автомобиля. А. Журенков10-11/12

ЭЛЕКТРОННЫЕ КОМПОНЕНТЫ

Инновация от STMicroelectronics увеличит безопасность, надежность и эффективность промышленных систем автоматизации. В. Ничик44-1
Новая микросхема для сбора энергии окружающей среды от STMicroelectronics. В. Ничик.....16-3
Уникальная серия двухрядных силовых разъемов Mega-Fit™ Molex. А. Собянин.....31-4
Новый сдвоенный оптоэлектрический драйвер MOSFET FDA217 от IXYS. И. Васильев.....27-5
Новая линейка воздушных автоматических выключателей и выключателей нагрузки Ex9A. В. Черный28-5
Пускорегулирующая аппаратура для современных светильников. А. Собянин14-6
Микросхемы драйверов для электронных балластов люминесцентных ламп. И. Безверхний.....16-6, 23-7/8, 14-9
Новости в мире электронных компонентов19-7/8, 12-9, 31-10, 23-11/12
Как выбрать светодиодную (LED) лампочку для дома и офиса? А. Собянин21-7/8, 17-9
Отказ от «лампочки Ильича» как шаг к энергетической независимости! В. Черный33-10, 27-11/12

Суперконденсаторы – новые элементы электрических цепей. Е. Скорик.....25-11/12

КВ + УКВ

ЕМЕ на 50 МГц. Л. Вербицкий45-1
Высокочастотные широкополосные трансформаторы. В. Рентюк49-1
Бюллетень КВ + УКВ. А. Перевертайло52-1, 44-2, 46-3, 54-4, 40-5, 37-6, 50-7/8, 44-9, 46-10, 51-11/12
200 лет Тарасу Григорьевичу Шевченко. В. Степаненко40-3
Украинский государственный центр радиочастот: разговор с радиолюбителем на профессиональном уровне. А. Бондаренко42-3
Азимутальная карта. Л. Вербицкий35-5
Достижения украинских радиолюбителей на КВ. Л. Вербицкий36-5
И пусть победит сильнейший. Р. Кривоножко, К. Коваль38-5
Вертикальная антенна (Ground Plane) на диапазоны 14, 18, 21, 24 и 28 МГц. Л. Вербицкий, М. Вербицкий35-6, 48-7/8
IV Всеукраинская олимпиада по радиоэлектронике среди студентов вузов I-II уровней аккредитации. С. Цирульник41-6
Охранный прибор с использованием радиоканала. С. Денисов.....45-7/8
Педаль для переключения режимом прием-передача устройств связи. В. Мельничук47-7/8
Наши соседи по эфиру – гражданский диапазон. В. Белов.....43-10
УКВ усилитель с выходной мощностью 50 Вт. В. Мельничук45-11/12
Практическое применение измерителей КСВ для настройки антенн. А. Кашкаров48-11/12

НОВОСТИ ИНФОРМАЦИЯ КОММЕНТАРИИ

Отвечаем на вопросы и письма наших читателей57-1, 49-2, 54-3, 54-4, 43-5, 59-11/12
События января58-1
События февраля50-2
События марта50-3
События апреля50-4
События мая44-5
События июня44-6
События июля-августа59-7/8
Новости науки и техники54-7/8, 49-9, 50-10, 55-11/12

ПРИНЦИПИАЛЬНЫЕ СХЕМЫ ПРОМЫШЛЕННОЙ РЭА

Принципиальная схема ресивера BOX 500.....31-1
Принципиальная схема инвертора на ШИМ-контроллере FAN7314 монитора W2242S фирмы LG34-1
Принципиальная схема телевизионного шасси MX-5ZA.....27-2
Принципиальная схема узла цифрового процессора звука в телевизоре Panasonic TX21PS70TQ28-3
Принципиальная схема комбинированного прибора Ф-431327-3
Принципиальная схема блока питания видеодвойки FUNAI TVR-1400A MK627-4
Принципиальная электрическая схема прибора 4310130-4
Блок-схема ЖК-телевизора Sony Watchman FDL-E22U20-5
Принципиальная схема платы В телевизора Sony Watchman FDL-E22U24-5
Принципиальная схема платы А телевизора Sony Watchman FDL-E22U26-5
Принципиальная схема телевизора CROWN CTV/B 505123-6
Принципиальная схема телевизора «РУБИН» 37/51/55M06 (Т)24-6
Принципиальная схема БП для CD плеера iRiver Slim X (модель: SW05-S045-06)31-7/8
Принципиальная схема основной платы MB XD-100 REV.0831-7/8
Принципиальная схема основной платы MB XD-300 REV.01A ресивера GI-S805CI27-9
Принципиальная схема усилителя Akai AM-U31028-10
Расположение и назначение выводов разъемов Arduino Uno и микроконтроллера ATMEGA32830-10
Принципиальная схема главной платы (MAIN BOARD) монитора LCD1970NX(B) фирмы NEC31-11/12



Стабилизация мощности тока электродной батареи на микроконтроллере

Александр Корабельников, г. Севастополь

Несколько лет назад знакомые бизнесмены приобрели, так называемые, электродные батареи (фото 1) для отопления номеров летней гостиницы в зимнее время. Принцип действия таких батарей основан на нагреве водного раствора при воздействии на него переменного электрического тока. О качестве конструкции этого нагревателя говорить не стоит, так как каждый год их приходится перебирать. Качество работы электродных батарей можно заметно улучшить, если дополнить каждую из них стабилизатором тока (точнее, стабилизатором мощности). Как это сделать на микроконтроллере PIC12F675 рассказано в этой статье.

Греют электродные батареи хорошо и имеют довольно высокий КПД. Они потребляют около 500 Вт при температуре нагрева корпуса около 55...60°C (руку с трудом можно удержать секунд 5), но у них есть один существенный недостаток. Когда батарея холодная, протекающий ток минимальный, менее 1 А, но с нагревом он возрастает. При 50°C, когда батарея уже горячая, ток увеличивается в 3–4 раза и вызывает кипение внутри нагревателя. В результате вода из раствора внутри батареи начинает выкипать, уровень падает, раствор насыщается. Всё это происходит в прогрессии. При этом слышны громкие щелчки, удары и т.д. Если этот момент прозевать и вовремя не долить воду в радиатор, то через сутки батарея перестанет работать.

В процессе эксплуатации был определен оптимальный ток, при котором и батарея греет, и работает тихо, и воду надо доливать не чаще, чем один раз в месяц. Для этой батареи оптимальный ток равен 2,5 А, но добиться такого значения путем подбора концентрации раствора крайне сложно. Заме-



Фото 1

тим также, что электроды батареи ржавеют, площадь контакта меняется, концентрация раствора тоже. Соответственно, ток тоже не неизменен, и чаще всего несколько завышен. Вот и возникла идея ограничить ток и мощность потребления, но не традиционным фазово-импульсным способом, а методом пропуска периодов напряжения (тока) сети. Сам метод не нов, но в данном случае очень эффективен. Заключается он в том, что за определённый промежуток времени равномерно происходит пропуск целого количества волн. В программе можно задавать любое значение этого промежутка времени. Автор выбрал его равным 1 с. Чем больше пропущено периодов, тем меньше средний ток за данный промежуток времени. Включение происходит строго в момент перехода напряжения, а выключение – тока через ноль. Помех в сети от работы данного устройства практически нет.

Принципиальная схема устройства показана на рис. 1. Она достаточно проста. На рис. 1 не пока-

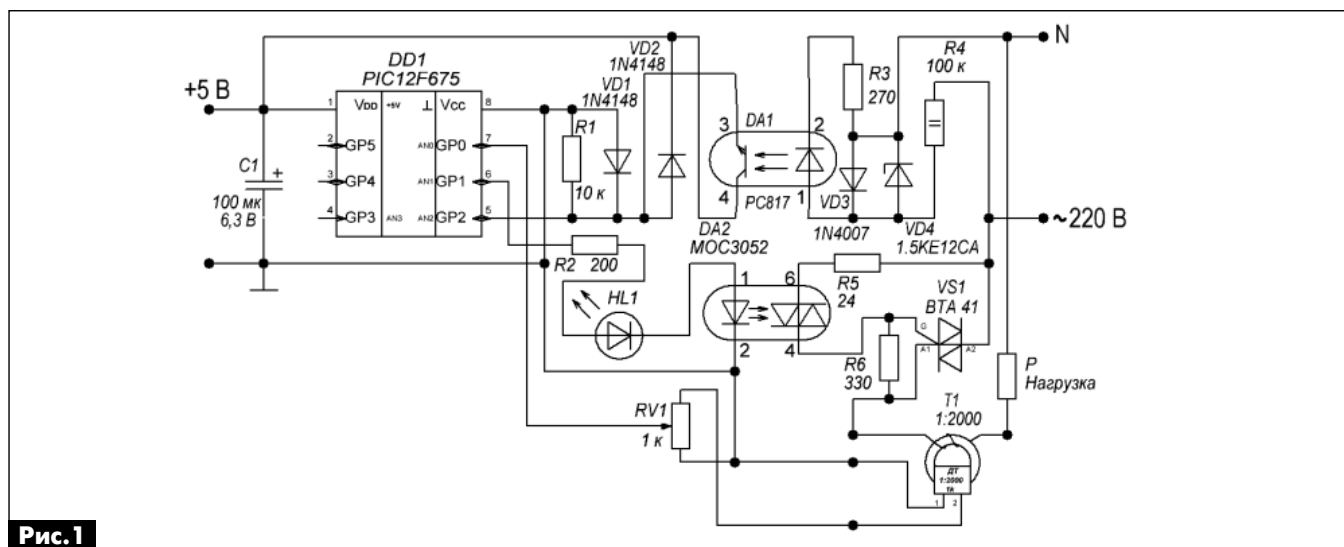


Рис. 1

зана схема блока питания +5 В, в качестве которого можно использовать любой подходящий заводской БП, например, модуль питания дежурного режима от старого советского телевизора ЗУСЦТ или более современный импульсный БП. При правильно выполненном монтаже устройство запускается сразу при включении питания.

Основой устройства является микроконтроллер (МК) DD1 типа PIC12F675 в восьмивыводном корпусе PDIP. Назначение выводов этого МК с учетом программного обеспечения устройства приведено в **таблице**. МК изолирован от сети опто-

№	Обозначение	Назначение
1	Vdd	Питание +5 В
2	GP5	Не используется
3	GP4	Не используется
4	GP3	Не используется
5	GP2/AN2	Вход компаратора
6	GP1	Выход управления
7	GP0/AN0	Вход АЦП тока
8	Vcc	Корпус

парой IC1 типа PC817, оптопарой с симисторным выходом (Random-Phase Optoisolators Triac Drivers) IC2 типа MOC3052 и самодельным измерительным трансформатором тока Т1. Через этот трансформатор и потенциометр RV1 на вход АЦП микроконтроллера GP0/AN0 (вывод 7 DD1) поступает переменное напряжение, пропорциональное току в нагрузке (нагревателе), через оптопару IC1 на вход компаратора GP2/AN2 поступает сигнал, сформированный из напряжения сети, в котором важен момент перехода этого напряжения через ноль. МК DD1 управляет моментом отпирания симистора VS1 типа BTA41, регулируя этим средний ток в нагревателе, мощность потребления батареи и ее температуру.

Алгоритм работы стабилизатора

При подаче напряжения питания МК DD1 отслеживает изменение на входе компаратора МК GP2/AN2 (выводе 5 DD1). Как только на этом входе появился высокий уровень, что означает начало положительной полуволны сетевого напряжения, то по прерыванию программа уходит в обработчик прерываний. В зависимости от среднего тока в нагрузке (Summ_L и Summ_H), после его сравнения с ранее установленной в программе константой ТОК меняется значение переменной Power. Вначале ее значение равно 0, что соответствует максимальной мощности на выходе (или минимальному количеству пропусков волн в заданном интервале 1 с). Как только средний ток на нагрузке превысил пороговое значение, увеличивается количество пропусков на единицу и опять подсчитывается средний ток. Если он опять выше порога, снова увеличивается переменная Power на 1. И так происходит до тех пор, пока средний ток не уменьшится ниже порога. Как

только это произошло, переменная Power уменьшается на 1 (тем самым, увеличивая средний ток), и снова происходит сравнение с порогом. Таким образом, МК как бы «балансирует» в районе порогового значения, поддерживая заданное значение среднего тока в нагрузке. За счет высокой инерционности процесса нагрева, а следовательно, и относительно медленного изменения сопротивления водного раствора, этот метод наиболее эффективен. Можно даже производить сравнение и реже, взяв интервал 2...5 и более секунд, увеличив при этом точность. В авторской конструкции за 50 периодов с шагом в 1 период погрешность равна 2%. При этом средний ток «гуляет» на ± 2 шага ($\pm 4\%$).

Детали и конструкция

Типы и номиналы деталей, использованных автором в этой конструкции, указаны на принципиальной схеме **рис. 1**.

В качестве VD4 можно использовать практически любой стабилитрон на 12 В. Симисторная оптопара IC2 может быть другого типа без контроля перехода через ноль на пиковое напряжение не менее 600 В. В позиции VS1 можно использовать симистор другого типа на меньший ток, предусмотрев радиатор.

Трансформатор (датчик) тока самодельный и требует отдельного объяснения. Автор не стал покупать готовые датчики тока, так как они имеют высокую цену. Поскольку их надо было 15 штук, автор решил изготовить трансформаторы тока самостоятельно. В качестве основы были использованы каркасы для сетевых фильтров (**фото 2**). Перегородку в средней части каркаса необходимо срезать кусачками, обработать поверхность надфилем (**фото 3**) и намотать 2000 витков первичной обмотки проводом ПЭВ-2 диаметром 0,1 мм и зашунтировать эту обмотку резистором 1 кОм (**фото 4**).



Фото 2



Фото 3

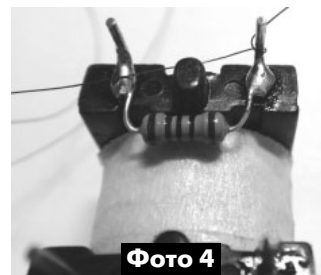


Фото 4

Затем из трансформаторной ленты от старого тороидального трансформатора ножницами по металлу необходимо нарезать полоски длиной около 50 см по ширине окна каркаса. Далее на

наждаке необходимо обработать края ленты, убрать неровности от ножниц, заусенцы и окончательно подогнать ее под окно так, чтобы лента свободно проходила в окно по всей длине. После намотки 7–8 колец получается готовый датчик переменного тока. Намотку сердечника надо производить так, чтобы внутри окна каркаса она была не дугообразная. Сердечник получается неправильной формы, в виде арки с основанием (**фото 5**). Основание как раз и находится внутри окна. Линейность характеристики датчика тока не важна для этого устройства. Провод, который идет от симистора VS1 к нагрузке, следует пропустить двумя витками через кольцо магнитопровода датчика. Направление этих витков важно, так как сигнал от датчика обрабатывается МК в положительной полуволне.

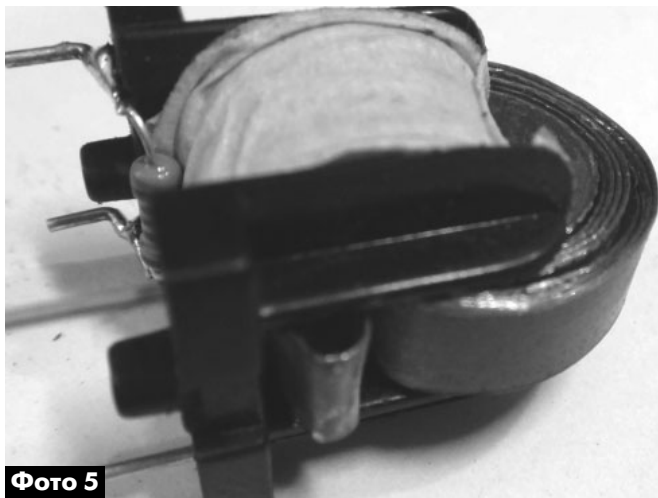


Фото 5

Резистором RV1 устанавливается порог, при котором амплитуда напряжения с этого датчика после обработки в АЦП контроллера соответствует такому же значению, какое задано в программе. Эта регулировка осуществляется очень просто. Последовательно с нагрузкой включается ампер-

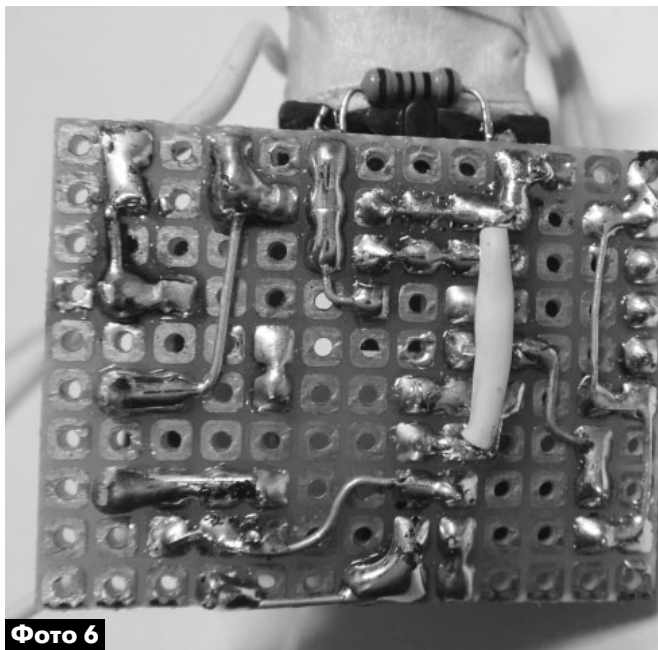


Фото 6

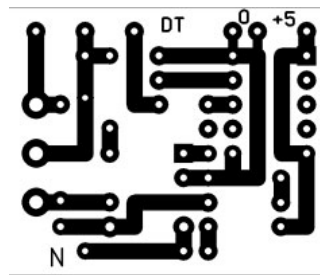


Рис.2

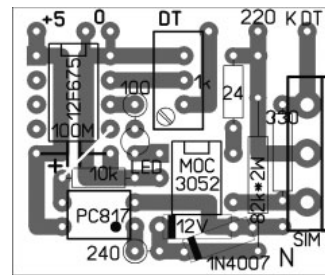


Рис.3

метр переменного тока (автор использовал мультиметр M890G) и, медленно вращая движок резистора, следует установить ток в нагрузке равным 2,5 А. При этом светодиод должен моргать. Это свидетельствует о том, что происходит стабилизация тока. Чем чаще моргает, тем больше волн пропускается.

Все изготовленные автором стабилизаторы были собраны на отрезках стандартных монтажных плат (**фото 6 и 7**), но, несмотря на это, печатная плата для сборки этого устройства была разработана в программе Sprint Layout. Печатная плата рассчитана на изготовление на отрезке односторонне фольгированного стеклотекстолита размерами 33х28 мм с одной перемычкой. На **рис.2** показан чертеж этой платы, а на **рис.3** – расположение деталей на ней. Перемычка на **рис.3** показана белым наклонным отрезком.

Читатели РА, желающие повторить этот стабилизатор, могут скачать исходный текст программы для МК на ассемблере, файлы прошивки и печатной платы, а также проект в программе Proteus с сайта издательства «Радиоаматор» [1].

Ссылки

1. <http://www.ra-publish.com.ua/> – сайт издательства «Радиоаматор»

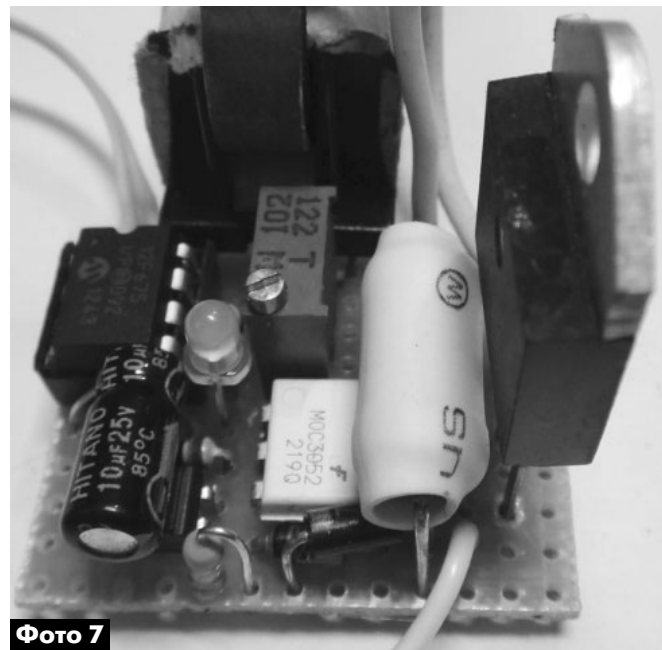


Фото 7



Повышающий DC/DC преобразователь из деталей от мобильного телефона

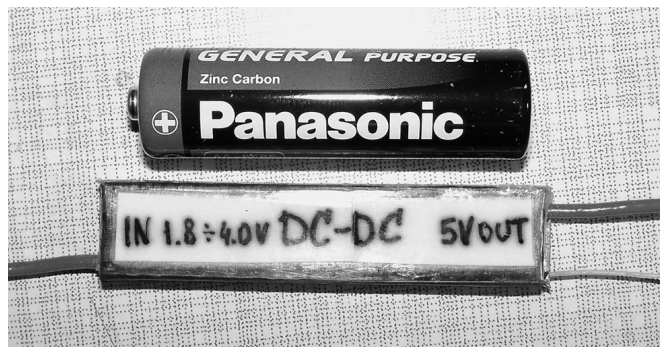
Аркадий Довгополов, г. Сумы

Парк мобильных телефонов постоянно обновляется. Телефоны становятся все «навороченней», дисплеи все больше. Старые любимые телефоны, рабочие и не очень, отправляются на полку «отлежаться», а через несколько лет переходят, скорее всего, в разряд «технического мусора». Но не спешите списывать свой «древний» телефон окончательно. Если есть желание, то из такого аппарата можно «добыть» что-нибудь полезное. В мобильных телефонах можно найти дисплеи, генераторы, УВЧ, синтезаторы и делители частоты, микрофоны и просто множество SMD-компонентов, тех самых диодов, транзисторов, микросхем, резисторов, конденсаторов и индуктивностей, за которыми каждый радиолюбитель бежит на радиорынок или радиомагазин. В этой статье автор описывает как из деталей, извлеченных из старого мобильного телефона, можно изготовить повышающий DC/DC-преобразователь.

Для того чтобы узнать, какие «деталюшки» можно извлечь из конкретного аппарата, нужно найти в Интернете и скачать SERVICE MANUAL для имеющейся в наличии модели телефона.

Замечу, чем «древней» телефон, тем крупнее в нем детали и тем легче их из телефона извлекать. Для извлечения (выпаивания) деталей желательно иметь паяльную станцию с термофеном, но за неимением фена, при некотором навыке, их можно выпаять обычным паяльником.

Исследуя принципиальную схему старого теле-



фона Nokia 3210, автор обнаружил повышающий преобразователь напряжения (DC-DC UP) на микросхеме TEA1210S фирмы Philips. Фрагмент схемы этого аппарата показан на **рис. 1**.

Назначение выводов микросхемы TEA1210S приведены в **табл. 1**.

Детали преобразователя несложно отыскать на плате телефона. На монтажной схеме (**рис. 2**) детали этого узла обведены толстой замкнутой линией.

Именно из этих деталей был собран повышающий преобразователь (DC-DC UP), преобразующий входное постоянное напряжение +1,8...+4 В в выходное ± 5 В. Этот преобразователь позволяет получить на выходе стабильное напряжение 5 В из напряжения от двух пальчиковых или мизинчиковых гальванических элементов и поддерживать его стабильным до полной разрядки батареек и при достаточно большом токе.

Принципиальная схема преобразователя показана на **рис. 3**, а типы, номиналы и соответствие

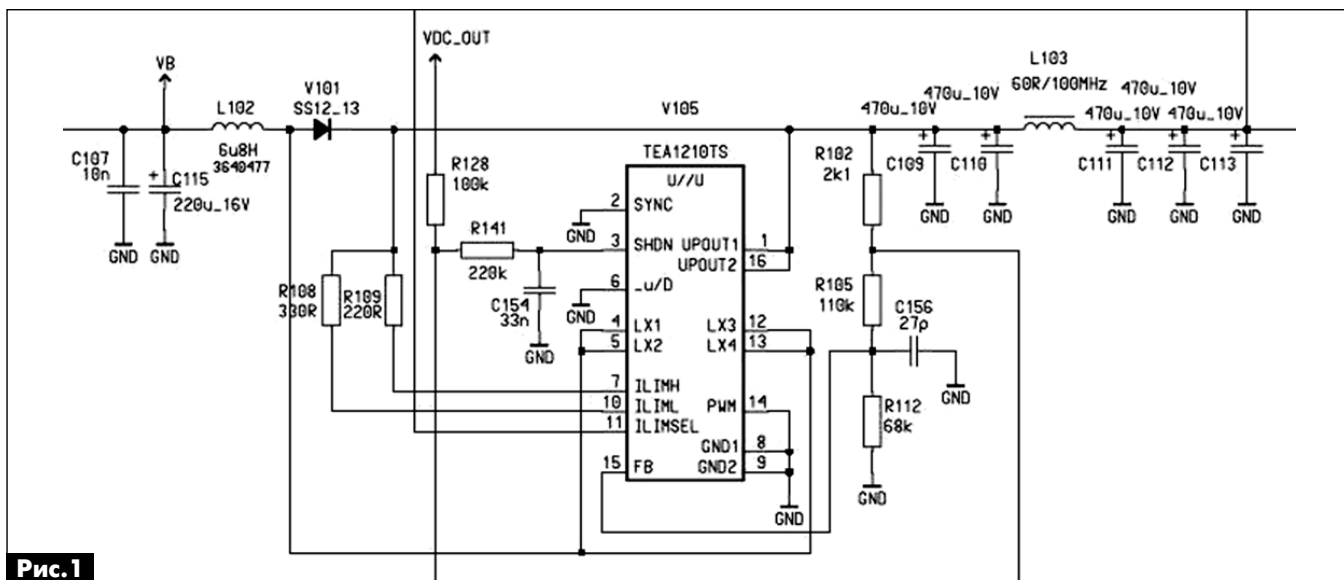


Рис. 1

Обозначение	№ выводов	Назначение
UPOUT	1, 16	Выход напряжения в режиме UP, выход напряжения в режиме DOWN
SYNC	2	Вход тактовых импульсов
SHDWN	3	Вход сигнала отключения
LX	4, 5, 12, 13	Выводы подключения дросселя
U/D	6	Вход переключения режимов работы: 0 - повышающий, 1 - понижающий
ILIMH	7	От резистора ограничения тока 1
GND	8, 9	Корпус
ILIML	10	От резистора ограничения тока 2
ILIMSEL	11	Вход выбора режима ограничения тока
PWM	14	Вход команды включения ШИМ
FB	15	Вход обратной связи



изготовления преобразователя размещены на сайте издательства «Радиоаматор» [1].

Рис.4

Рис.5

Позиционные номера деталей		Номинал или тип деталей
в схеме рис.3	в схеме рис.1	
DA1	V105	TEA1210S
VD1	V101	SS33
L1	L102	6,8 мкГн
L2	L103	60R/100MHz
C1	C107	0,01 мкФ
C2	C115	220 мкФ x 16 В
C3	C156	27 пФ
C4	C109	470 мкФ x 10 В
C5	C110	470 мкФ x 10 В
C6	C112	470 мкФ x 10 В
C7	C113	470 мкФ x 10 В
R1	-----	100 кОм
R2	-----	33 кОм
R3	R110	330 Ом
R4	R109	220 Ом

1. <http://www.ra-publish.com.ua> – сайт издательства «Радиоаматор».



РАДИО - ЕЖЕГОДНИК 2014

ТЕМАТИЧЕСКИЙ ОБЗОР ПЕЧАТИ И ИНТЕРНЕТ-РЕСУРСОВ

www.rlocman.ru/radiyearbook/



Информационная поддержка:



Портал "РадиоЛоцман" www.rlocman.ru

Официальные версии журнала
доступны для свободной загрузки:

www.rlocman.ru/radiyearbook

ТЕМА ВЫПУСКА № 32:

TINA-TI по-русски

В сборник включены статьи общего и справочного характера по бесплатной программе схемотехнического моделирования TINA-TI, а также примеры ее практического применения на конкретных схемах.

Содержание:

Девятая бесплатная русская версия программы анализа электронных схем TINA-TI (Радиолюбби)
Краткое описание TINA-TI (перевод В.Я. Володина)
Делай со мной, делай, как я, делай лучше меня! (С. Апринич)
ОУ, транзисторы... А теперь и лампы! (С. Апринич)
Импорт SPICE netlist в TINA9-TI (перевод В.Н. Гололобова)
Помощь производителя в разработке (Б. Картер)
Коллекция схем на ОУ (Б. Картер)
Как смоделировать эти схемы в TINA-TI? (В.Н. Гололобов)
Схема управления (В.Н. Гололобов)
Схема инкубатора (В.Н. Гололобов)
Автомат для полива цветов (В.Н. Гололобов)
Измерение импеданса (А. Коллинсон)
Еще раз о TINA-TI (В.Н. Гололобов)
Задатчик тока 4-20 мА для наладки систем автоматизации (С. Скворцов)
Задатчик - измеритель - масштабатор тока 4-20 мА (С. Скворцов)
"РАДИОЕЖЕГОДНИК" 1983 - 2014 (сводное содержание)

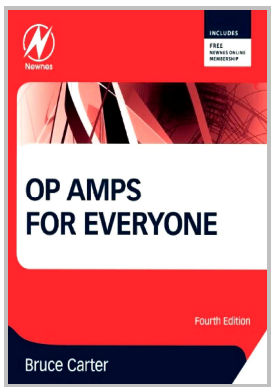
Скачать бесплатно полную версию журнала "Радиолюбби" - Выпуск 32.
TINA-TI по-русски. (24 Мб)
<http://www.rlocman.ru/book/book.html?di=151461>

ТЕМА ВЫПУСКА № 33:

МИКРОКОНТРОЛЛЕРЫ — книги от А до Я

В тематический библиографический обзор включена подробная информация о содержании более чем 180-и книг на русском языке, включая вузовские учебные пособия и циклы журнальных статей. Представлены публикации более 120-и авторов.

Скачать бесплатно полную версию журнала "Радиолюбби" - Выпуск 33.
Микроконтроллеры - книги от А до Я. (18 Мб)
<http://www.rlocman.ru/book/book.html?di=152197>



Op Amps for Everyone

Bruce Carter

Fourth Edition, 2013, pages 261-271

Op Amp Circuit Collection

Коллекция схем на ОУ

Операционные усилители для всех / Брюс Картер и Рон Манчини; пер. с англ. А. Н. Рабодзея. — М.: Додэка-XXI, 2011. — 544 с.: ил. — (Серия «Схемотехника»)

D.1 Введение

Это приложение содержит несколько схем с операционными усилителями (ОУ), которые не представлены полностью в других разделах книги, в лучших традициях «Floobydust» - в разделе старых не напечатанных публикаций National Semiconductor. Есть надежда, что эти схемы дадут вам отправную точку для других интересных приложений с операционными усилителями, и дадут некоторое представление, что, собственно, операционные усилители могут делать.

D.2 Модель индуктивности

На рисунке D.1 представлена схема, ведущая себя как индуктивность. Индуктивности свойственно сопротивляться любым изменениям тока, так что, когда к ней прикладывается постоянное напряжение, ток растёт медленно, а напряжение падает из-за возрастающего влияния внешнего резистора.

$$L = R_1 \times R_2 \times C_1$$

По мере заряда конденсатора C1 падение напряжения на R2 снижается и растёт ток через резистор R1. Так продолжается до тех пор, пока длится заряд конденсатора, и в конце концов входное и выходное напряжения ОУ приближаются к напряжению виртуальной земли ($V_{cc}/2$).

При полном заряде C1 резистор R1 ограничивает протекающий ток; он ведёт себя как последовательное сопротивление в модели индуктивности. Это последовательное сопротивление ограничивает добротность индуктивности (Q). Реальная индуктивность (дроссель) имеет намного меньшее последовательное сопротивление, чем различные модели.

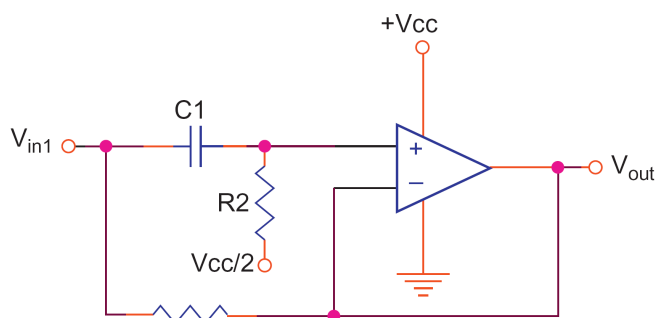


Рисунок D.1 Модель индуктивности

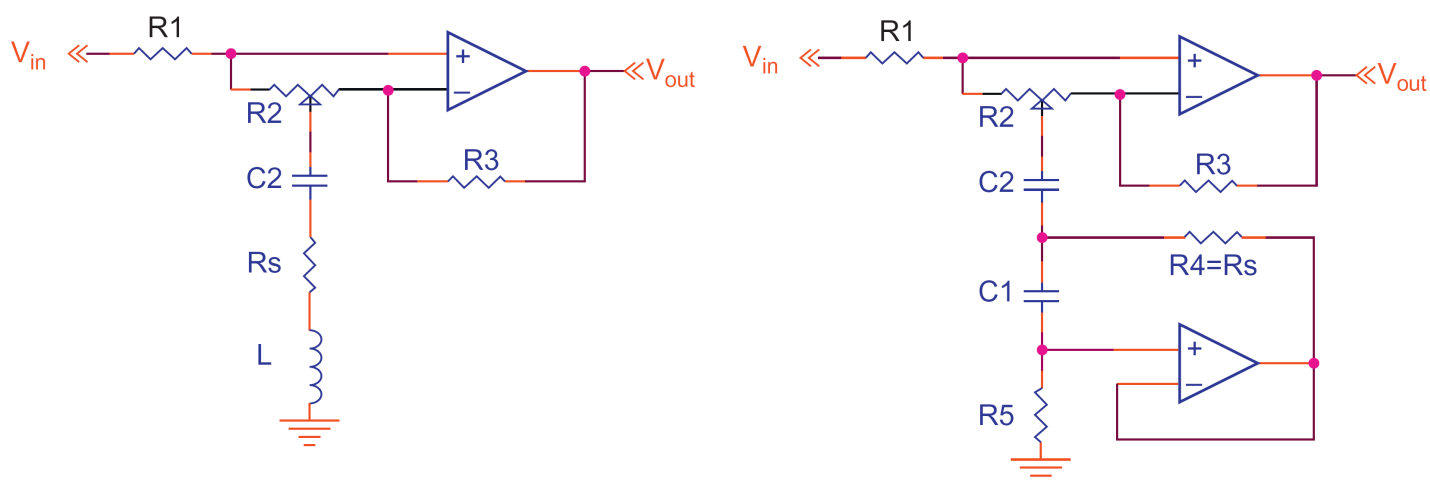


Рисунок D.2 Графические эквалайзеры

Данная модель индуктивности имеет некоторые ограничения:

- Один вывод индуктивности соединён с виртуальной землёй.
- Из-за влияния последовательного сопротивления $R1$ модель индуктивности не может иметь высокое значение Q .
- В отличие от реальной индуктивности, её модель не может накапливать энергию. Исчезновение магнитного поля в реальной индуктивности вызывает возникновение большого броска напряжения. Броски напряжения в модели индуктивности ограничиваются напряжением питания ОУ.

Эти факторы ограничивают использование моделей индуктивностей только одной областью применения, где они себя прекрасно показали, — графическими эквалайзерами.

Для создания графического эквалайзера начнем с базовой схемы, приведённой на рисунке D.2 слева. Катушка индуктивности L показана совместно с её паразитным сопротивлением R_s . Совместно с конденсатором $C2$ эта катушка образует резонансную цепь, а в зависимости от положения движка потенциометра $R2$ схема может как усиливать, так и ослаблять резонансные частоты.

Паразитное сопротивление катушки индуктивности R_s определяет добротность резонансной цепи. Таким образом, оно определяет число каскадов в эквалайзере, требуемое для перекрытия всего звукового диапазона. В схеме, показанной в правой части рисунка D.2, катушка индуктивности заменена на схему модели индуктивности. Для создания графического эквалайзера необходимо включить нужное число таких каскадов, настроенных на требуемые частоты, параллельно друг другу с потенциометрами, включёнными параллельно $R2$.

D.3 Генератор постоянного тока

Схема генератора постоянного тока представлена на рисунке D.3.

Следующие выражения представляют собой расчёт генератора на ток 20 мА:

$$I = \frac{V_Z}{R_2} = \frac{6}{300} = 20 \text{ мА}$$

$$R_1 = \frac{15 - V_Z}{I_Z} = \frac{9}{25} = 360 \Omega$$

$$R_{L \text{ min}} = \frac{\text{Saturation Voltage}}{I} = \frac{13.5 \text{ В}}{20 \text{ мА}} = 675 \Omega$$

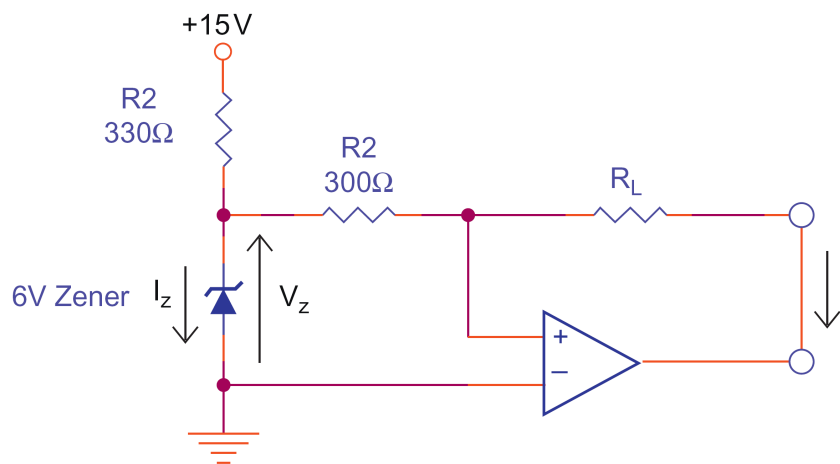


Рисунок D.3 Генератор постоянного тока

D.4 Инвертор опорного напряжения

Схема, приведённая на рисунке D.4, может быть использована для создания отрицательного опорного напряжения равному положительному опорному напряжению. В ней, однако, используется два источника питания.

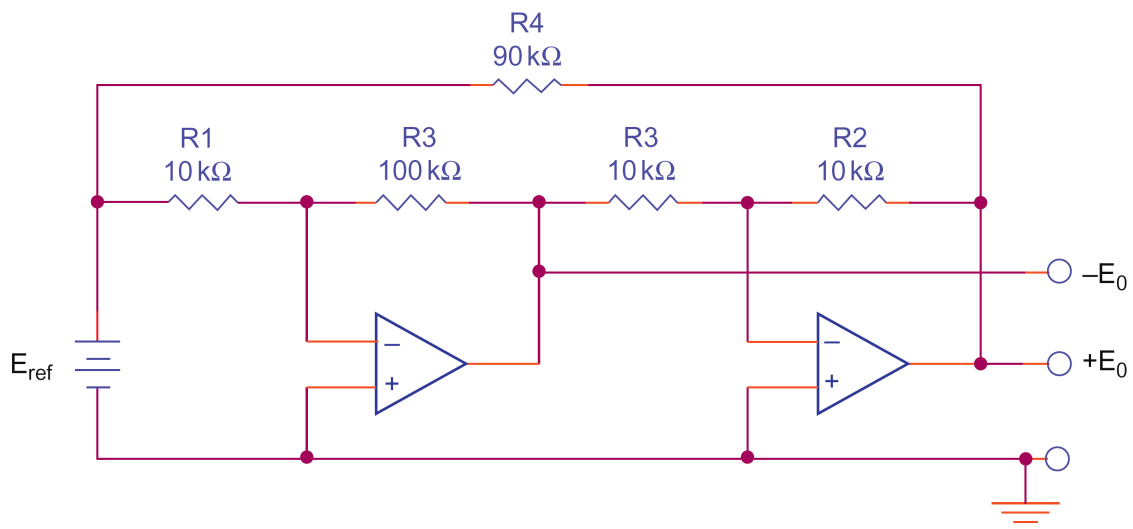


Рисунок D.4 Инвертор опорного напряжения

D.5 Схема получения абсолютного значения сигнала

Схема получения абсолютного значения показана на рисунке D.5. Выходной сигнал для неё описывается выражением $E_0 = |E_I|$.

$+E_I$ follower circuit

$-E_I$ inverter circuit

$$E_O = |E_I|$$

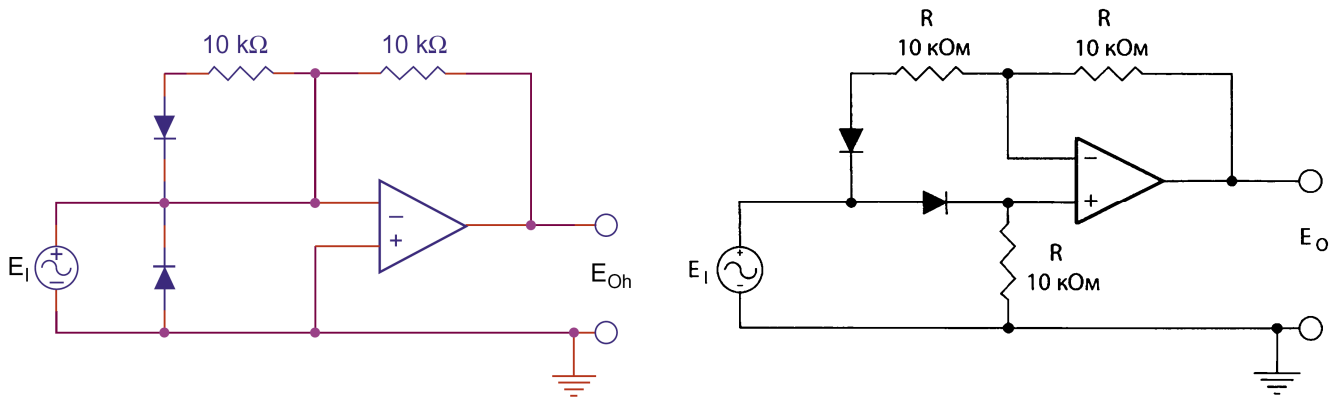


Рисунок D.5 Схема получения абсолютного значения сигнала
(справа – исправленный вариант)

Это двухполупериодный выпрямитель. Для получения функции $E_0 = -|E_I|$ надо поменять полярность диодов.

D.6 Прецизионный выпрямитель

На рисунке D.6 приведена схема прецизионного однополупериодного выпрямителя. В схеме используется ОУ с двуполярным питанием.

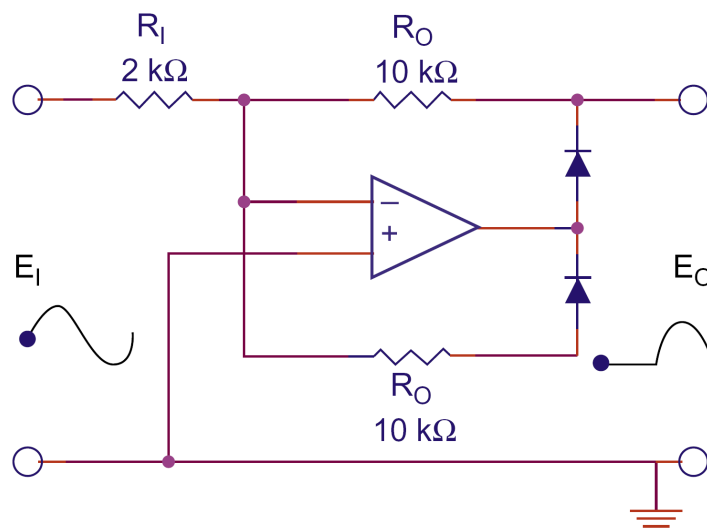


Рисунок D.6 Прецизионный выпрямитель

Введение выпрямительного диода в петлю обратной связи уменьшает нелинейность до очень малых значений.

$$E_{O \text{ peak}} = \frac{-R_O}{R_I} E_{I \text{ peak}} = -5 E_{I \text{ peak}}$$

D.7 Преобразователь переменного напряжения в постоянное

На рисунке D.7 приведена схема преобразователя переменного напряжения в постоянное. В схеме используются ОУ с двуполярным питанием.

$$E_{O \text{ average}} = 0.9E_{I \text{ rms}}$$

$$E_I = 6 \text{ mV to } 6 \text{ V rms @ } 10 \text{ to } 1000 \text{ Hz}$$

Схема позволяет выполнить прецизионное преобразование для целей измерения или управления. Это двухполупериодный выпрямитель со сглаживающим фильтром.

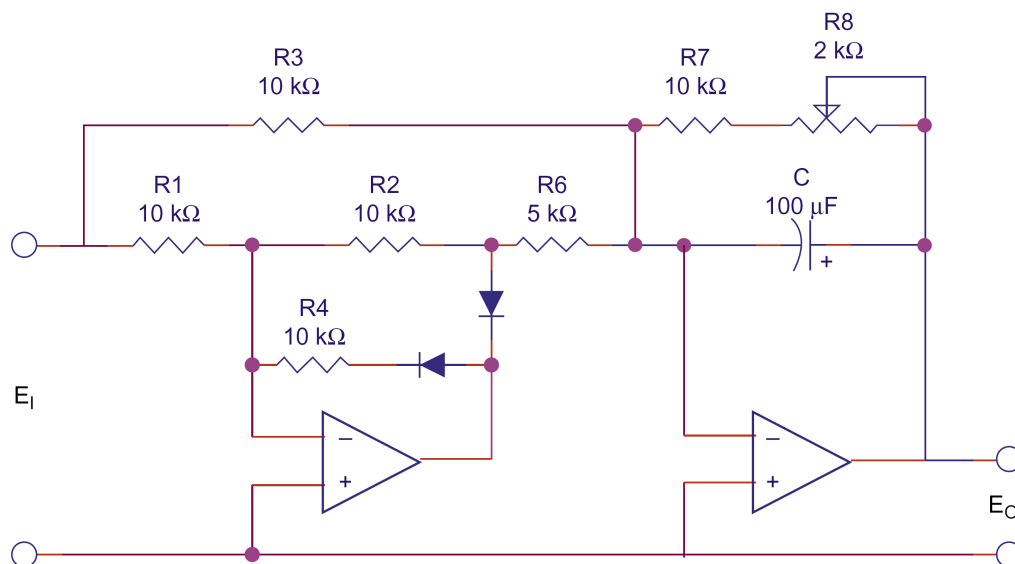


Рисунок D.7 Преобразователь переменного напряжения в постоянное

D.8 Двухполупериодный выпрямитель

На рисунке D.8 приведена схема двухполупериодного выпрямителя, выполняющая прецизионное выделение абсолютной величины входного сигнала. В схеме используются ОУ с двуполярным питанием.

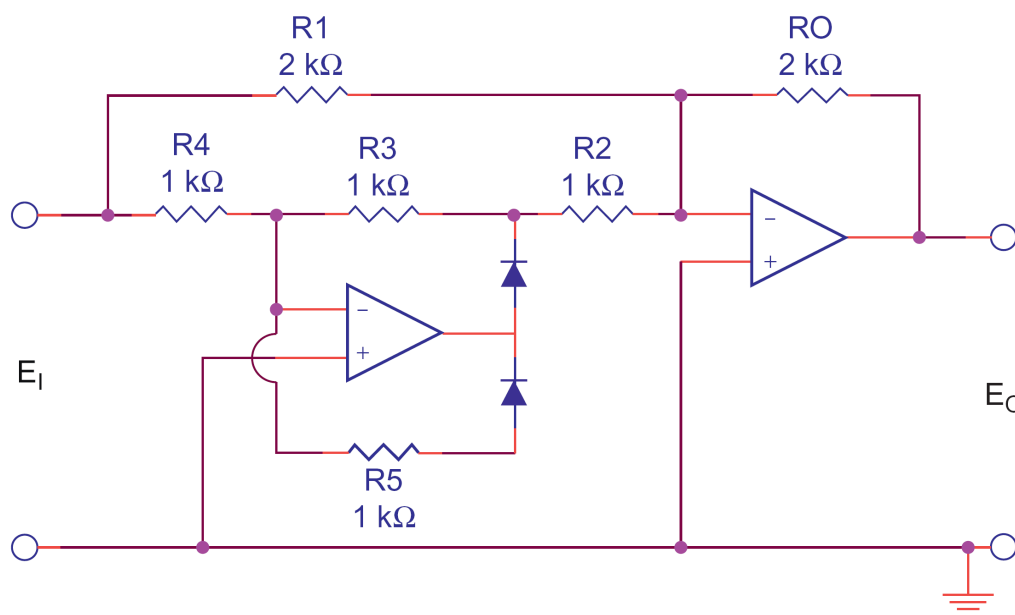


Рисунок D.8 Двухполупериодный выпрямитель

D.9 Регулятор тембра

На рисунке D.9 представлена довольно необычная схема регулятора тембра. Она напоминает схему с двумя Т-мостами, но не является таковой. Фактически она представляет собой гибриод однополюсных ФНЧ и ФВЧ с возможностью регулировки усиления и ослабления.

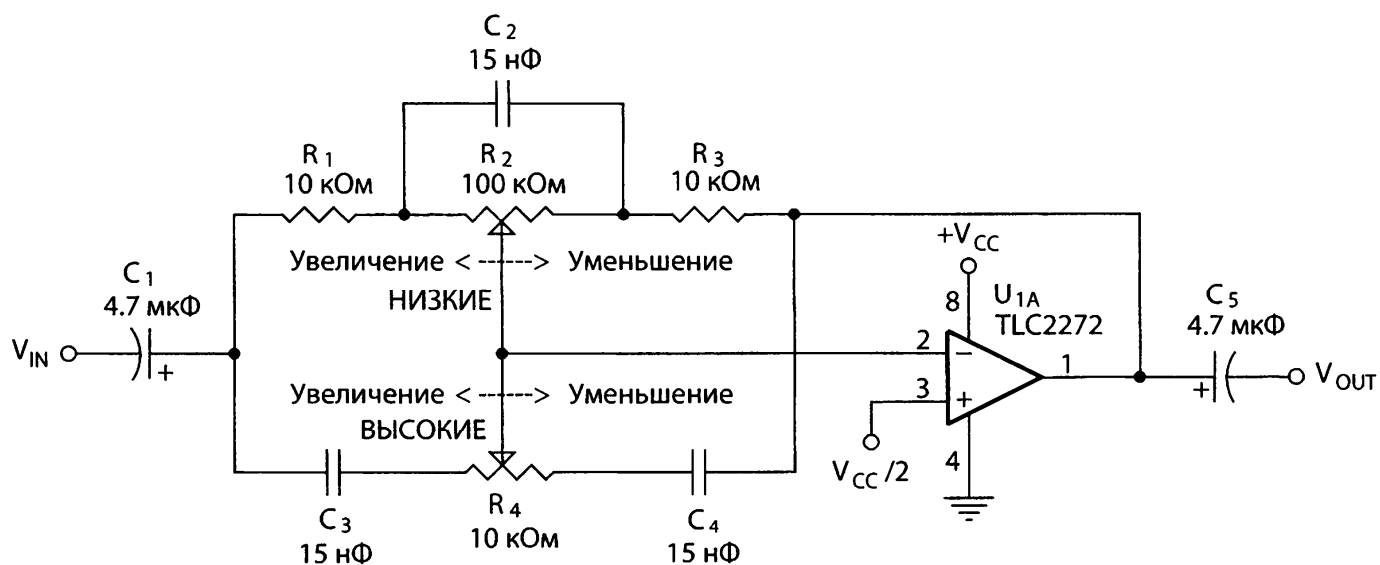
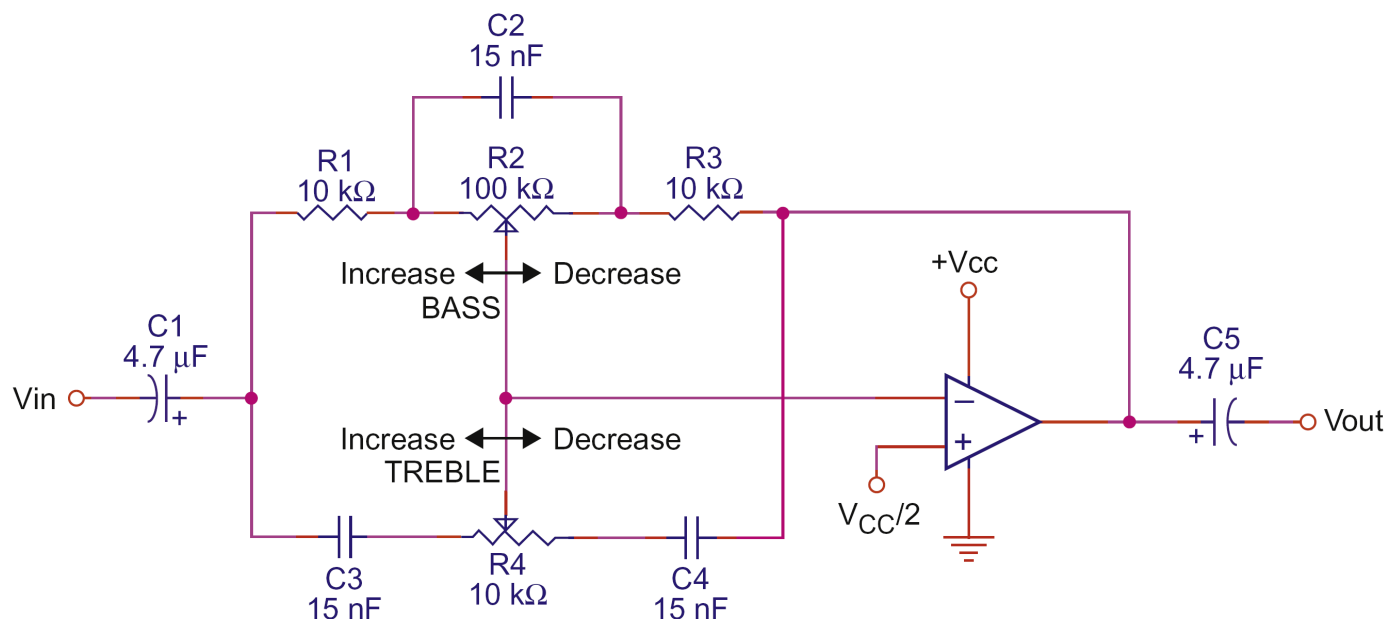


Рисунок D.9 Регулятор тембра

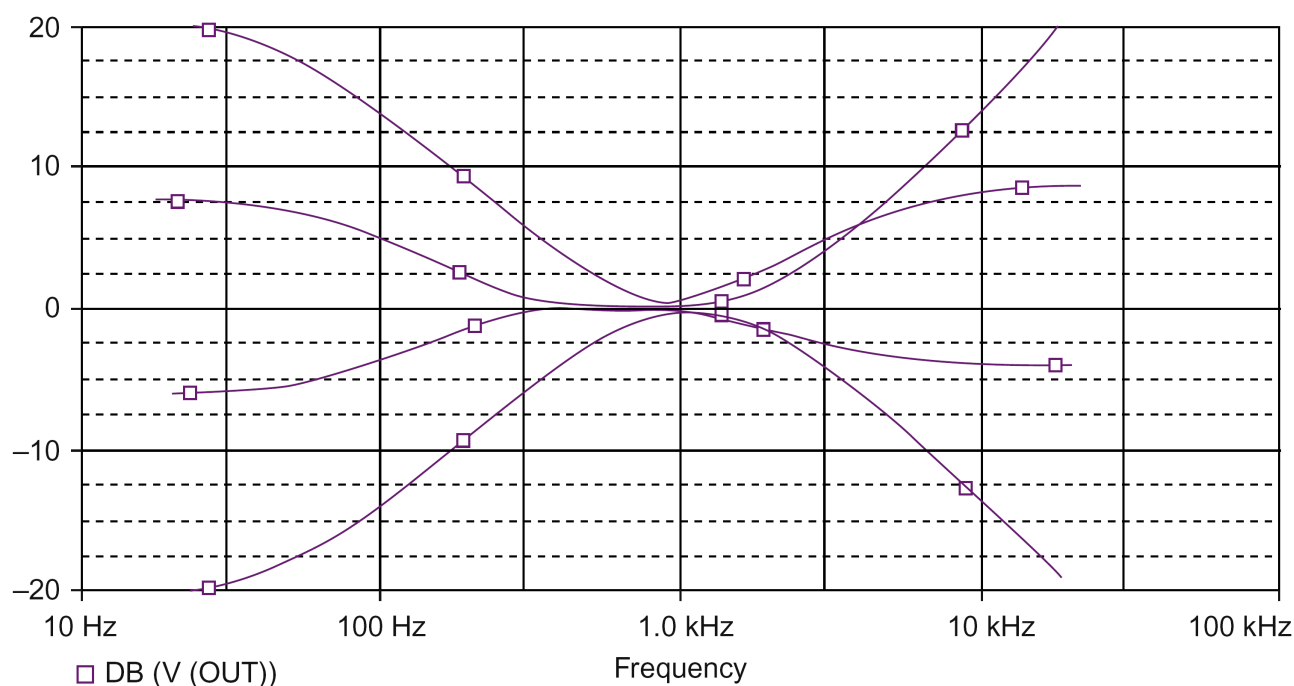


Рисунок D.10 АЧХ регулятора тембра

Центральная частота регулировки тембра равна 1 кГц. Он обеспечивает диапазон регулировки около ± 20 дБ по низким и высоким частотам. В схеме содержится минимум элементов, и она отвечает требованиям ограничения цены. В этой схеме, в отличие от ей подобных, применяются потенциометры с линейной характеристикой взамен логарифмической. Избежать необходимости использовать потенциометры с разными номиналами невозможно, зато конденсаторы имеют одинаковую ёмкость, за исключением разделительных, на входе и выходе. Идеальное значение ёмкости конденсаторов составляет 0.016 мкФ, который имеется в ряду E24, но взамен него был выбран более распространённый номинал 0.015 мкФ из ряда E12. Хотя этот номинал представляется немного странным, намного легче найти конденсаторы с редкими номиналами, чем потенциометры.

Графики, приведённые на рисунке D.10, демонстрируют диапазон регулировки тембра при положении движков потенциометров в крайних положениях и в точках, соответствующих одной и трём четвертям диапазона регулировки. При среднем положении движка, хотя соответствующая характеристика не показана, АЧХ имеет неравномерность в пределах долей децибела. Компромиссы, связанные с необходимостью снижения цены изделия и использованием линейных потенциометров, приводят к некоторым нелинейностям АЧХ. Изменение коэффициента передачи в положениях движка потенциометра, соответствующих одной и трём четвертям диапазона регулировки, не равно точно 10 и -10 дБ, что указывает на большую чувствительность потенциометра на краях диапазона регулировки. Это может быть даже предпочтительно для слушателя, так как вблизи центра потенциометра обеспечивается более точная регулировка, а на краях — более резкая. Имеет место незначительный сдвиг центральной частоты, но услышать это невозможно. АЧХ вблизи центральной частоты регулируется резче, чем на краях частотного диапазона, что также может быть более желательно для слушателя. Регулятор тембра не относится к прецизионным цепям, и поэтому слушатели могут предпочесть эти компромиссы.

D.10 Фильтры для подбора АЧХ

Разработчикам аналоговых схем часто ставят задачи сконструировать каскады ФНЧ и ФВЧ для максимального подавления частот, находящихся вне рабочего частотного диапазона. Однако так бывает не всегда. Иногда разработчикам ставят задачу создания схемы, которая бы имела АЧХ заданной формы. Это очень интересная задача, особенно если разработчик знает, что однополюсный фильтр имеет крутизну спада АЧХ 20 дБ на декаду, а двухполюсный — 40 дБ на декаду. Как разработчик может реализовать различные требования к крутизне спада? Наиболее очевидно использование фильтров Чебышева и Бесселя, но их АЧХ имеет нежелательный вид в полосе пропускания. Таким образом, приходится возвращаться к фильтру с АЧХ Баттерворта.

Для начала отметим, что невозможно получить от одиночного фильтра больше, чем он может обеспечить. Однополюсный фильтр даёт крутизну АЧХ 20 дБ на декаду, и эту крутизну в нём невозможно ни увеличить, ни уменьшить. Для увеличения крутизны можно использовать двухполюсный фильтр с крутизной 40 дБ на декаду. Для получения различных значений крутизны АЧХ приходится использовать несколько фильтров с близко расположенными частотами излома АЧХ и перекрытием по частотам пропускания и режекции.

Одной из популярных областей применения фильтров для подбора АЧХ является частотная коррекция (эквалаизация) при воспроизведении грампластинок, используемая для компенсации подъёма верхних частот при записи согласно рекомендациям Американской ассоциации звукозаписи (Recording Industry Association of America — RIAA) (рисунок D.11). Во многих новейших образцах аудиооборудования эквалайзер по RIAA полностью отсутствует, что сделано в предположении отсутствия в нём нужды у пользователя. Однако, несмотря на огромную популярность аудио CD, ещё остаются любители звукозаписей с большими библиотеками грампластинок, записи на которых недоступны на CD или отсутствуют в продаже.

Характеристика RIAA имеет три характерных особенности:

- плоский участок 17 дБ в диапазоне от 20 до 50 Гц;
- плоский участок 0 дБ в диапазоне от 500 до 2120 Гц;
- точка -13.7 дБ при 10 кГц.

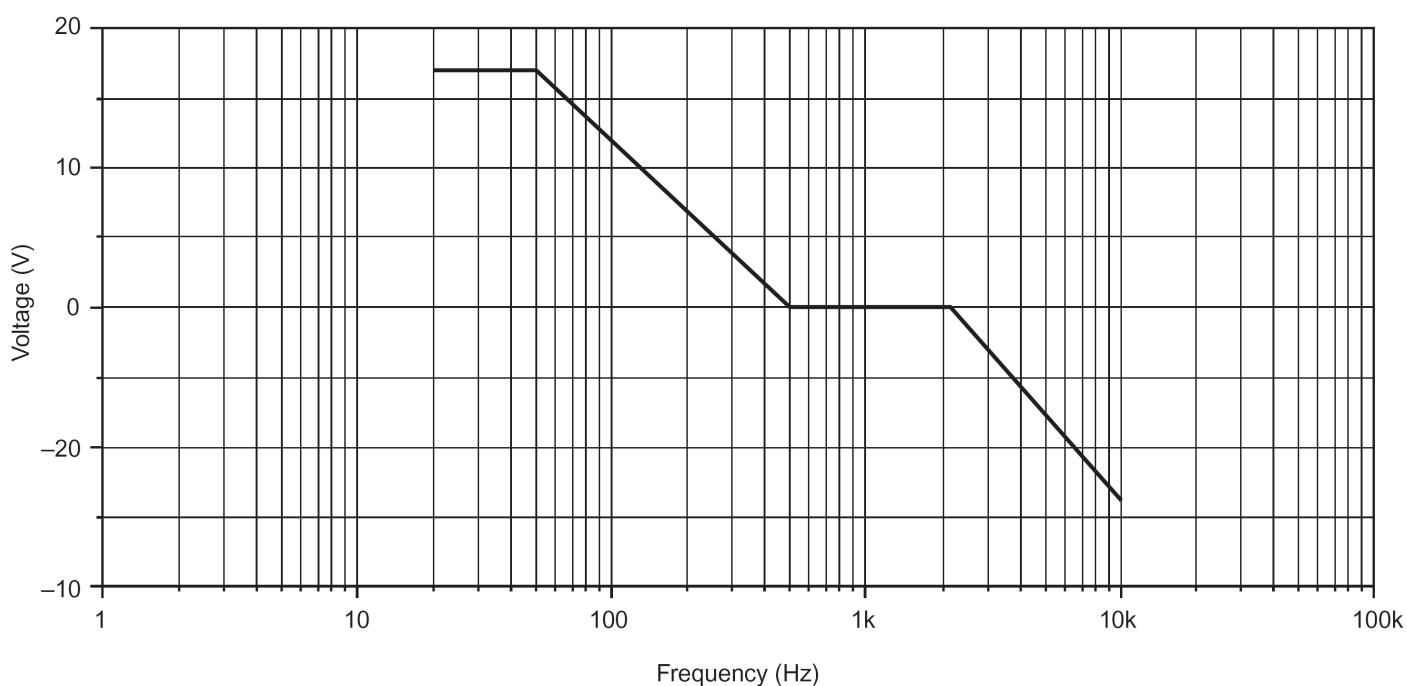


Рисунок D.11 Кривая частотной коррекции RIAA

Кривые эквализации RIAA часто включают ещё одну точку излома на частоте 10 Гц, ограничивающую низкочастотную вибрацию, которая может быть вызвана резонансом тонарма. Стандартное значение входного импеданса показанной ниже схемы равно 47 кОм. Это значение удобно для введения постоянного смещения во входные цепи усилителя при однополярном питании, при этом вход усилителя изолирован от выхода звуковой головки разделительным конденсатором. Выходное напряжение звуковой головки предполагается равным 12 мВ.

Было опробовано множество схем, почерпнутых из печатных материалов и Интернета. Многие из них не работали вообще, будучи сложны для реализации при однополярном питании, или их характеристики слишком сильно отличались от требований RIAA. Многие схемы были найдены пригодными для выполнения этой функции. Фактически имело место соревнование между ними в части лучшего соответствия требованиям. В этом сражении победу одержала схема, приведённая на рисунке D.12.

Большинство из характерных точек АЧХ этой схемы могут быть изменены независимо от других, что обеспечивает гибкость схемы:

- R1 и C1 определяют АЧХ в области низких частот;
- U1A, R2 и R3 определяют общий коэффициент усиления схемы;
- R4 и R5 определяют коэффициент усиления на низких частотах;
- R5 и C2 определяют положение точки излома на частоте 50 Гц;
- C3, C4, C5, R6, R7 и ОУ формируют ФВЧ, который компенсирует влияние ФНЧ на 50 Гц и уплощает АЧХ в диапазон от 1000 до 2120 Гц, когда начинает работать ещё один ФНЧ;
- R8, R9, R10, C6, C7 и ОУ формируют ФНЧ с частотой среза 2120 Гц, в котором входной резистор разделён на два, чем осуществляется суммирование сигналов.

На рисунке D.13 приведён график АЧХ этого эквалайзера.

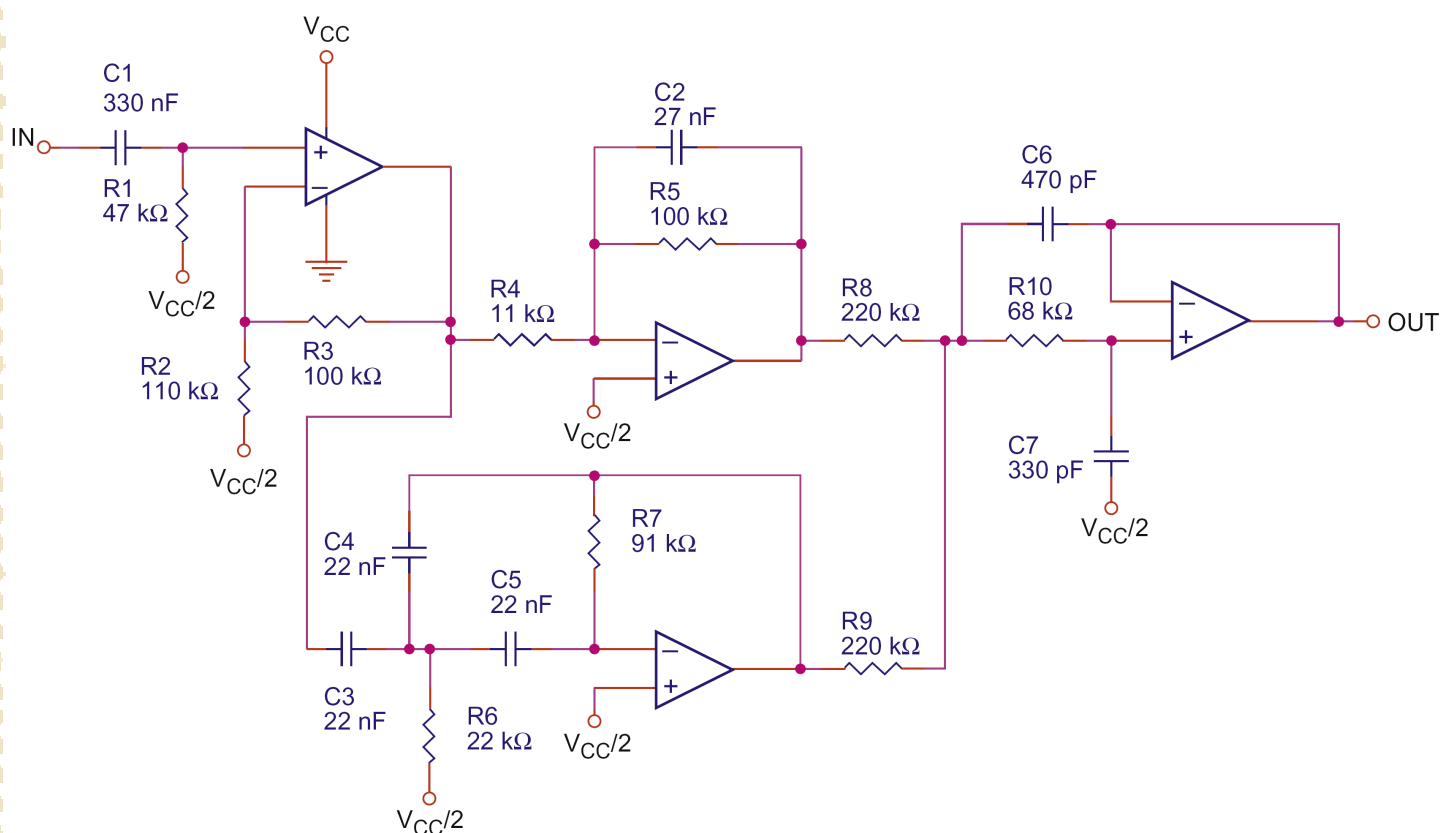


Рисунок D.12 Корректирующий предусилитель

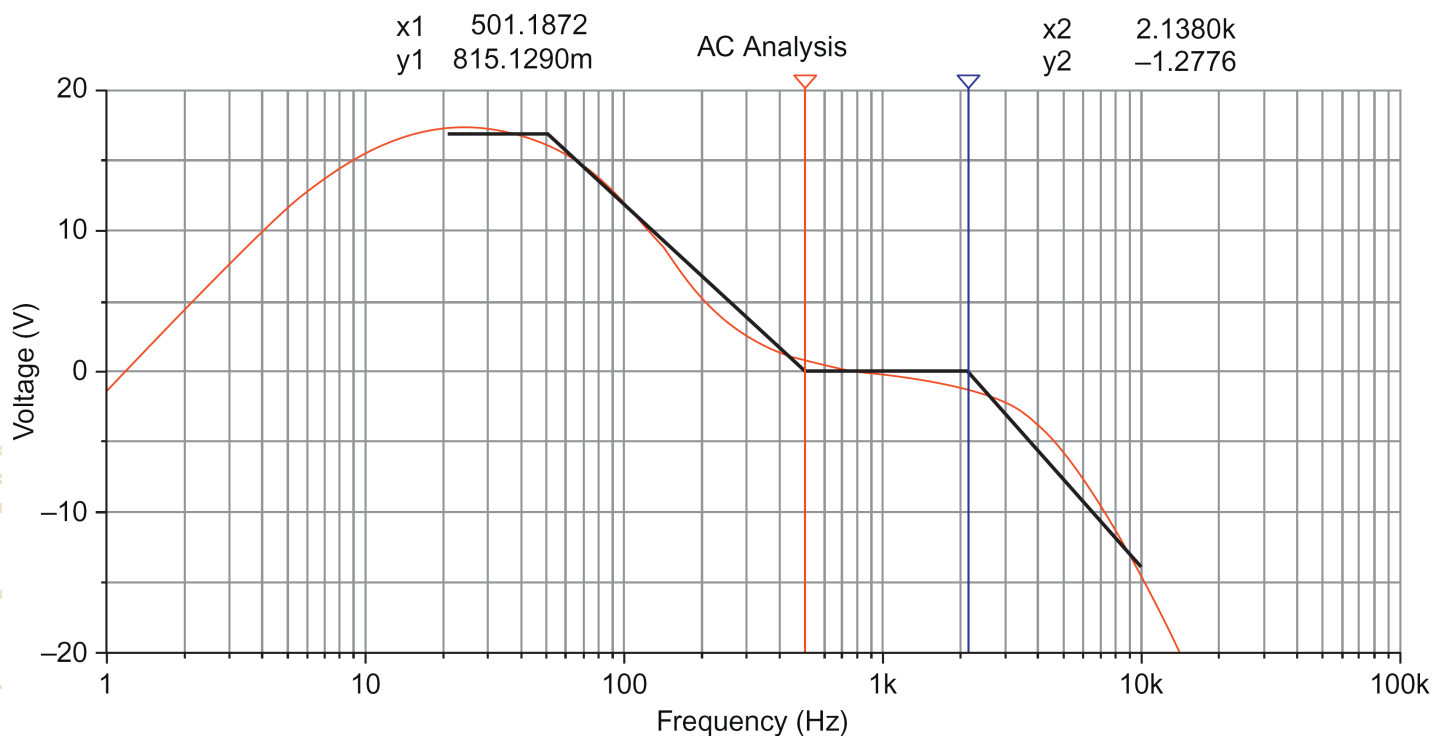


Рисунок D.13 АЧХ RIAA эквалайзера

В точке 500 Гц реальная АЧХ проходит выше идеальной кривой на 0.8 дБ, а в точке 2120 Гц — ниже идеальной кривой на 1.3 дБ. Эта схема — лучшее, что может быть сделано без использования намного большего числа ОУ и сложных схемотехнических решений. Она обеспечивает очень эстетически приятное воспроизведение звука.

Литература

Carter, Bruce. (2000) An Audio Circuit Collection, parts 1-3. Dallas: Texas Instruments.

<http://www.ti.com/lit/an/slyt155/slyt155.pdf>

<http://www.ti.com/lit/an/slyt145/slyt145.pdf>

<http://www.ti.com/lit/an/slyt134/slyt134.pdf>

Как смоделировать эти схемы в TINA-TI?

В.Н. Гололобов, <http://vgololobov.narod.ru/>

Я не уверен, что автор книги «Op Amps for Everyone» («Операционные усилители для всех») Bruce Carter (Брюс Картер) использовал именно эту программу при создании и проверке всех схем. Но он не только, как он говорит, её приверженец, но и ряд примеров для этой программы принадлежат ему. Рассмотрим несколько схем.

Схема эквивалента индуктивности

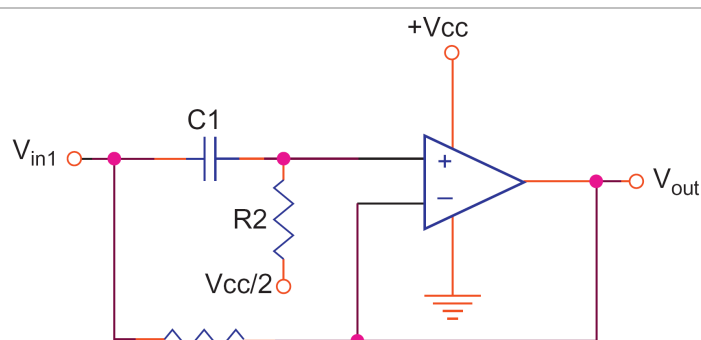


Figure D.1
Simulated Inductor

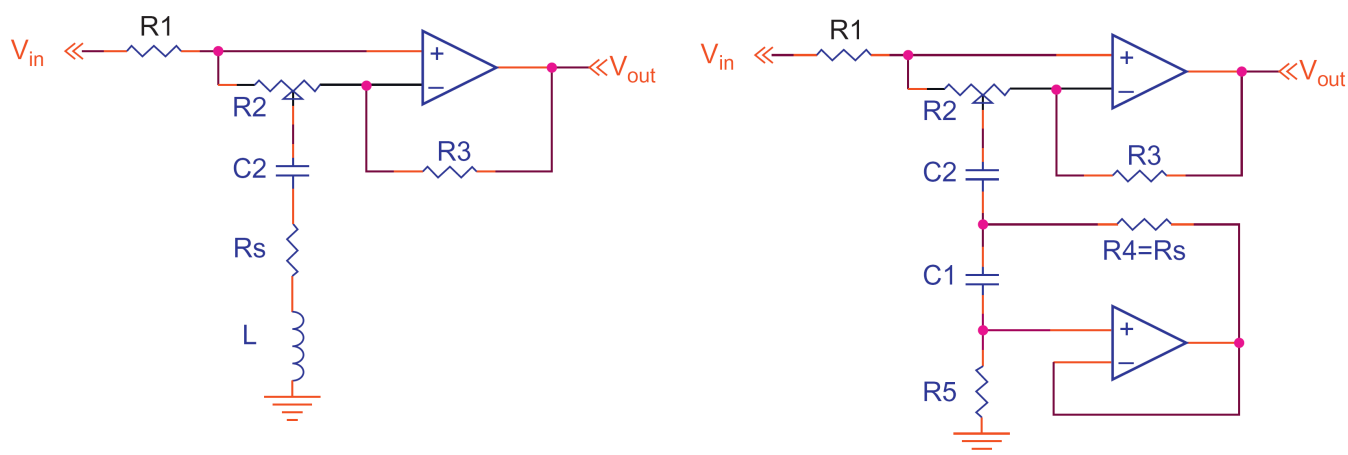


Figure D.2
Graphic Equalizer

Рис. 1. Схема эквивалента индуктивности и две схемы компонента эквалайзера

Нарисуем в программе TINA-TI первую схему и понаблюдаем за выходом при подаче ступенчатого напряжения на вход:

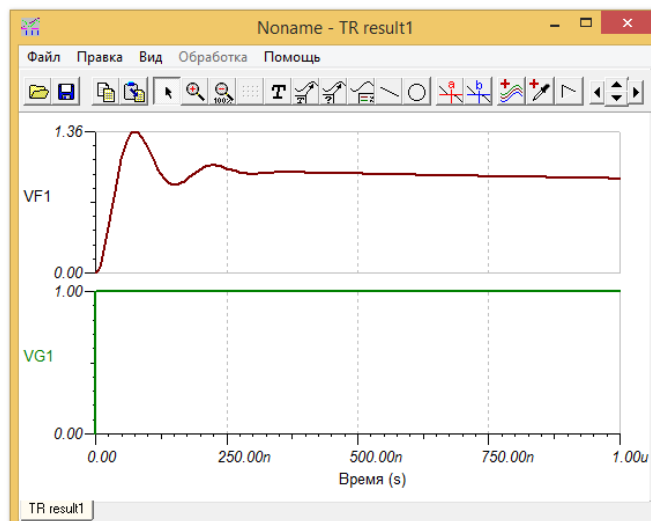
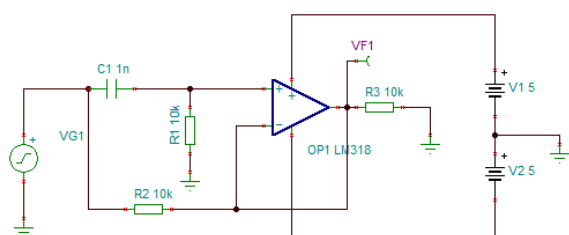


Рис. 2. Переходные процессы в схеме эквивалента индуктивности

Напряжение на выходе ОУ, а это падение напряжения на резисторе R3, вызванное выходным током, возрастает с некоторой скоростью, а не появляется сразу после подключения источника к входу. То есть, ток возрастает постепенно, как это имеет место для индуктивности, что и описывает автор. Повторим схему регулятора, использующего индуктивность.

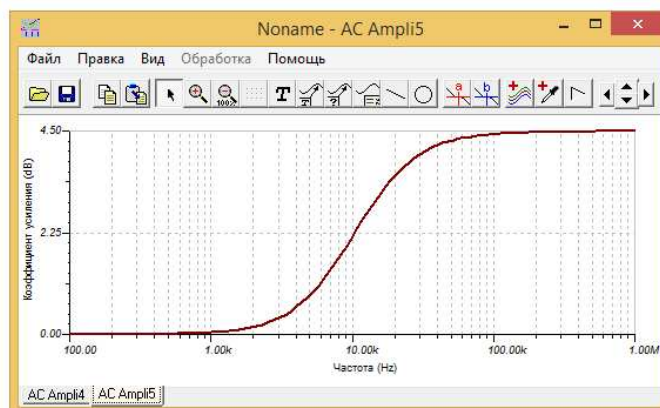
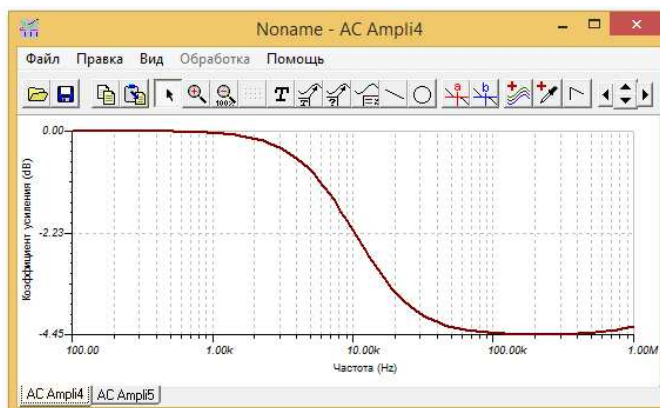
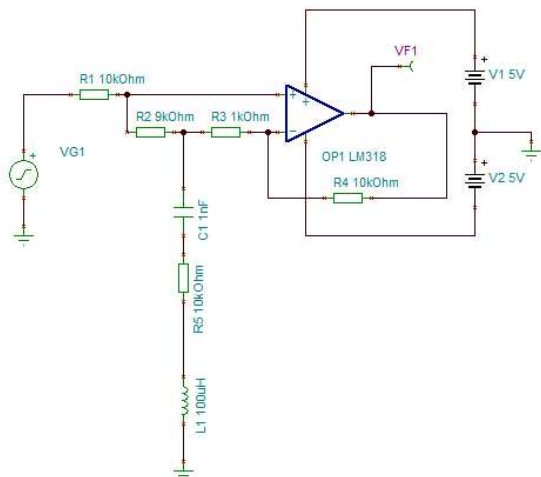


Рис. 3. Амплитудно-частотные характеристики регулятора

АЧХ получены: первая при сопротивлениях $R2 = 1\text{кОм}$, $R3 = 9\text{кОм}$; вторая при $R2 = 9\text{кОм}$, $R3 = 1\text{кОм}$. Смоделируем теперь АЧХ при замене индуктивности её эквивалентом.

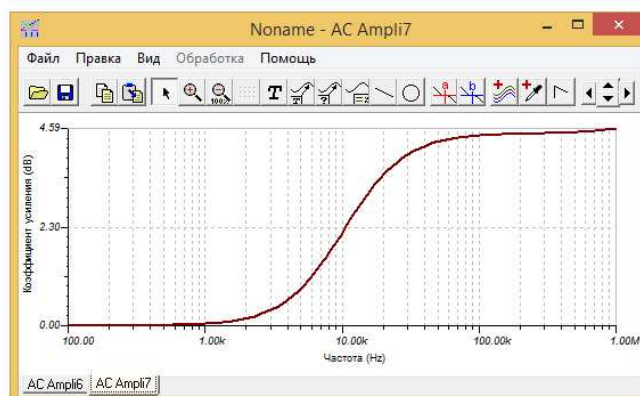
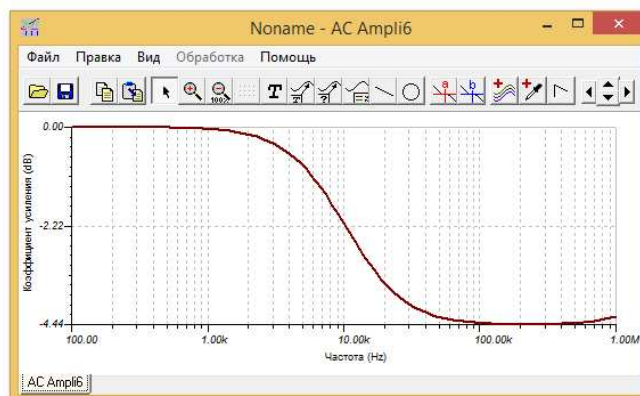
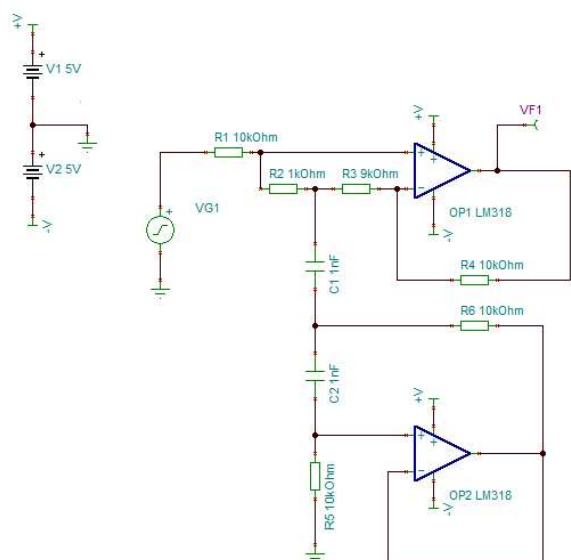


Рис. 4. Амплитудно-частотные характеристики регулятора с эквивалентной схемой

Схема генератора тока

Ток идеального источника тока не зависит от нагрузки. Вот схема, представленная автором:

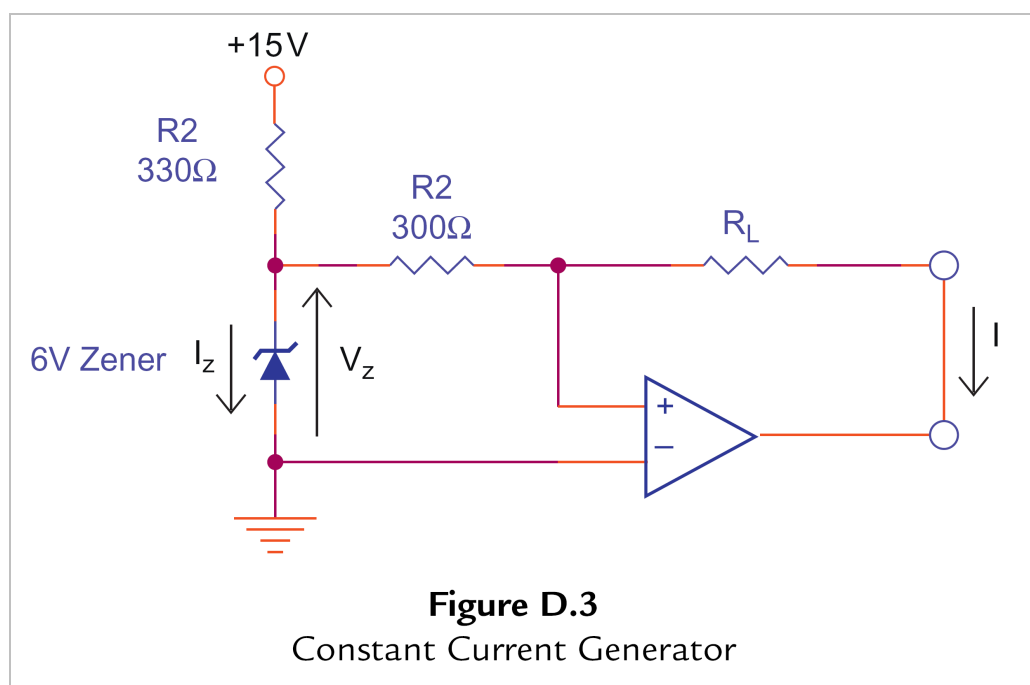


Рис. 5. Схема генератора постоянного тока

Используя анализ на постоянном токе:

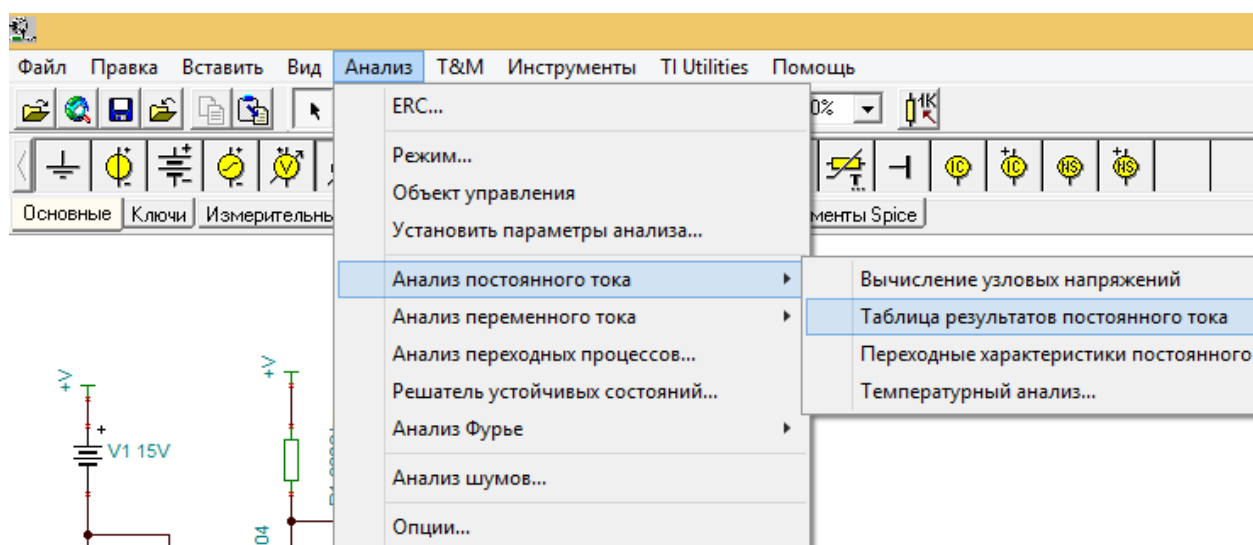
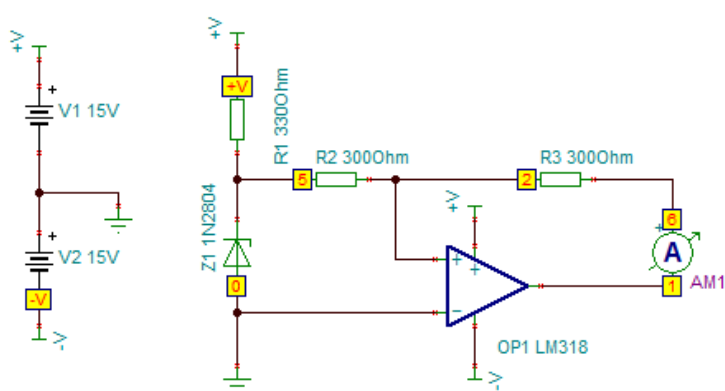


Рис. 6. Выбор метода анализа для моделирования

Мы можем проверить, какой ток протекает через резистор нагрузки.



Напряжения/Токи	
AM1	20,55mA
I_R1[+V,5]	26,78mA
I_R2[5,2]	20,55mA
I_R3[2,6]	20,55mA

Показать

☐ Узловые напряжения ☒ Токи

☐ Другие напряжения ☒ Выводы

Рис. 7. Ток через сопротивление нагрузки R3

Источник, конечно, не идеальный. Но можно проверить, что при разных сопротивлениях нагрузки ток поддерживается достаточно точно.

Напряжения/Токи	
AM1	20,55mA
I_R1[+V,5]	26,78mA
I_R2[5,2]	20,55mA
I_R3[2,6]	20,55mA

R3 = 50 Ом

Показать

☐ Узловые напряжения ☒ Токи

☐ Другие напряжения ☒ Выводы

Напряжения/Токи	
AM1	20,55mA
I_R1[+V,5]	26,78mA
I_R2[5,2]	20,55mA
I_R3[2,6]	20,55mA

R3 = 500 Ом

Показать

☐ Узловые напряжения ☒ Токи

☐ Другие напряжения ☒ Выводы

Рис. 8. Ток через резистор нагрузки при разных значениях сопротивления

Инвертор опорного напряжения

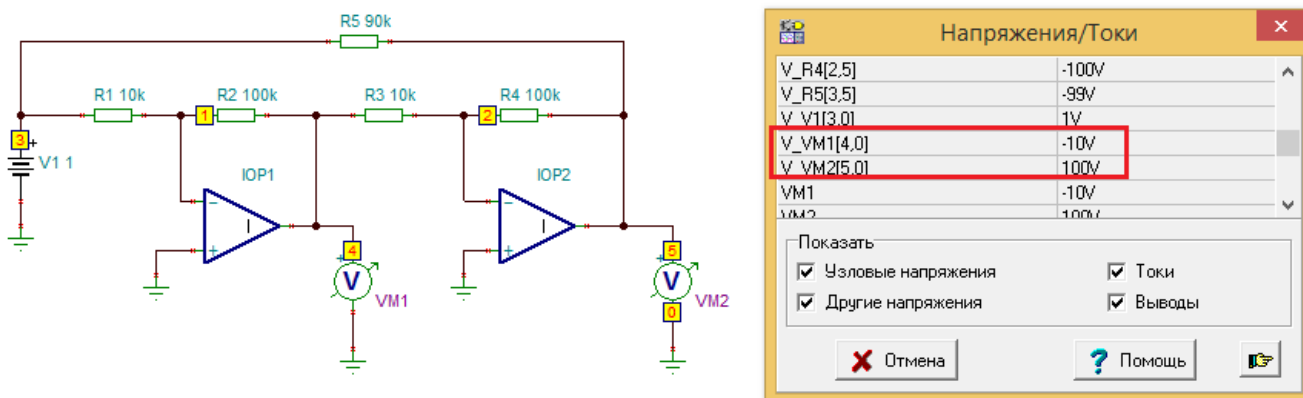


Рис. 9. Моделирование инвертора напряжения с идеальными ОУ

Для моделирования схемы используется анализ на постоянном токе (**Анализ - Анализ постоянного тока - Таблица результатов постоянного тока**). Получив таблицу, следует найти строку, где расположены показания вольтметров VM1 и VM2, и считать их показания.

Заметьте, что напряжение 100 В, которое показывает второй вольтметр, получено благодаря использованию идеальных ОУ, напряжение питания которых не ограничено привычными ± 5 В или ± 15 В.

Получение абсолютного значения сигнала

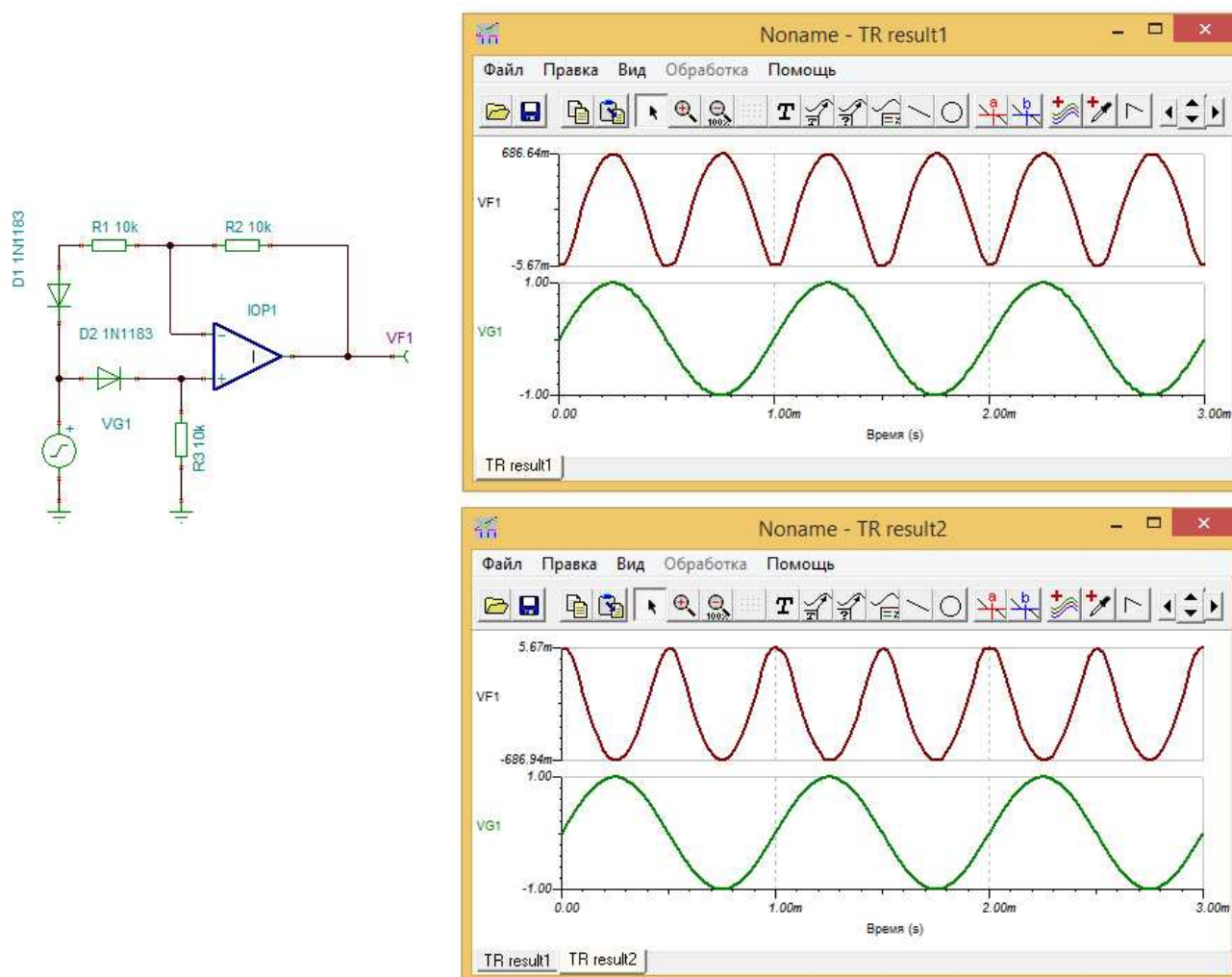


Рис. 10. Моделирование схемы получения абсолютного значения сигнала

В оригинальной схеме (Рисунок D.5), похоже, опечатка. На рис. 10 ошибка исправлена. На нижней диаграмме результат после переворота диодов.

При моделировании используется генератор синусоидального напряжения (выбирается в свойствах генератора напряжения). В качестве режима анализа – **Анализ переходных процессов**.

Если не обращать внимания на верхней диаграмме на нижний уровень в несколько милливольт отрицательного напряжения, то изменение переменного двухполярного напряжения превращается в изменение абсолютного значения напряжения.

Регулятор тембра

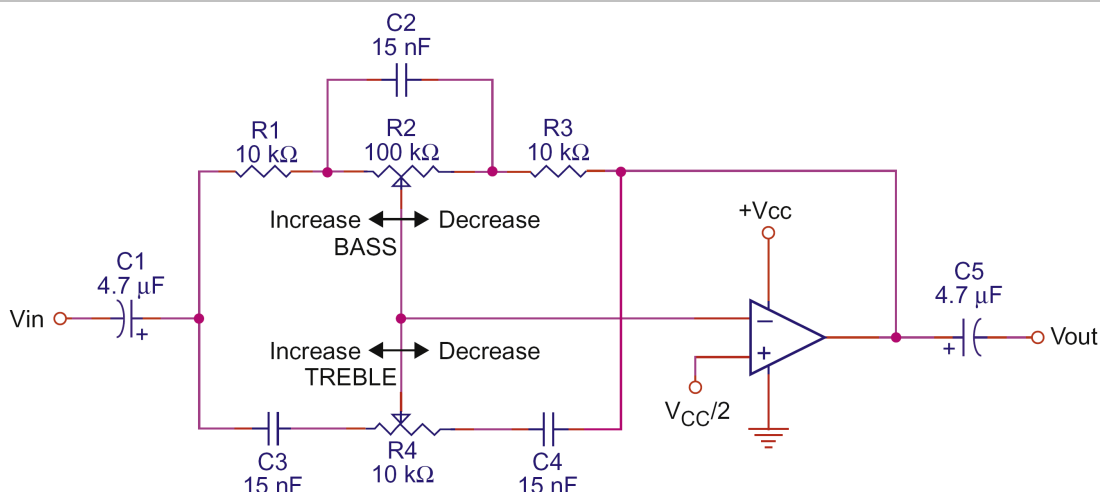


Figure D.9
Tone Control

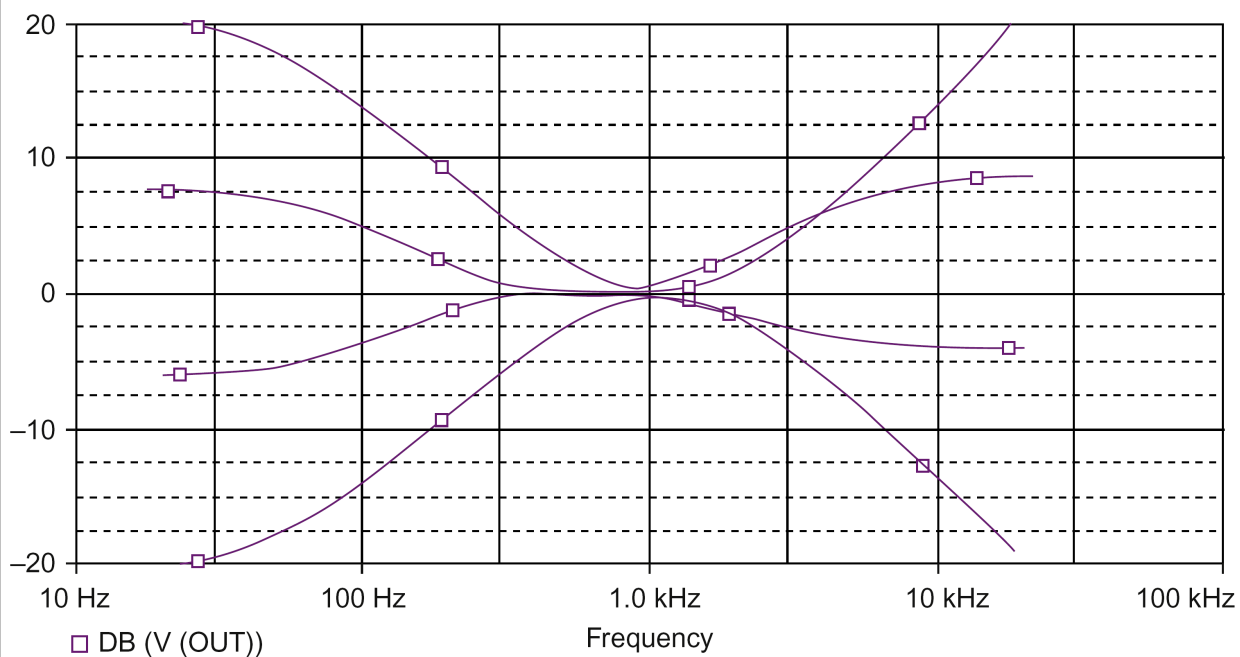


Figure D.10
Tone Control Response

Как и в первом случае с регулятором (см. рис. 3), заменим потенциометры делителями напряжения из двух резисторов.

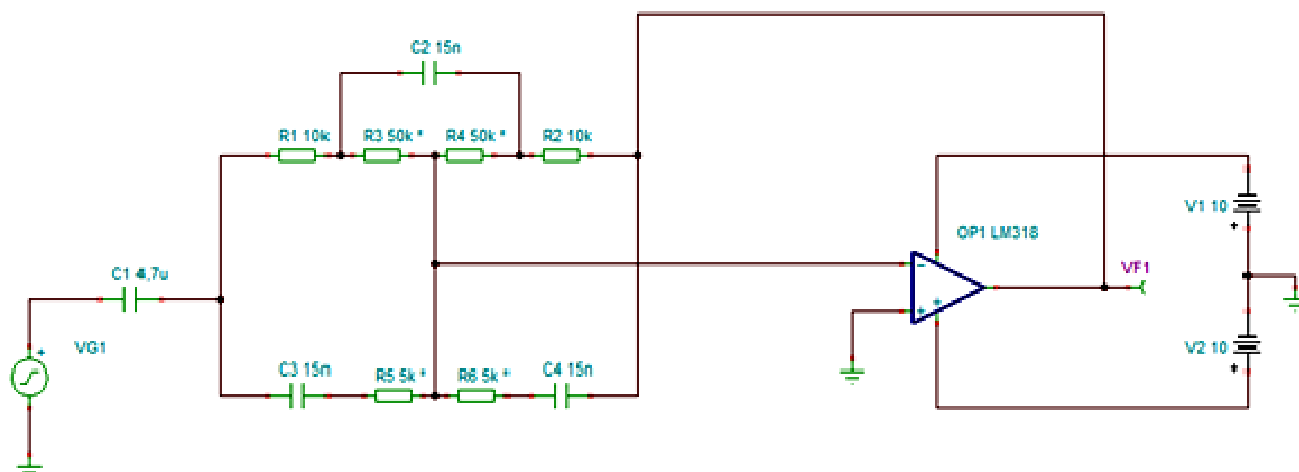


Рис. 13. Схема регулятора в TINA-TI

Но при моделировании поступим иначе, чем в прошлый раз. Воспользуемся компонентом управления с инструментальной панели.

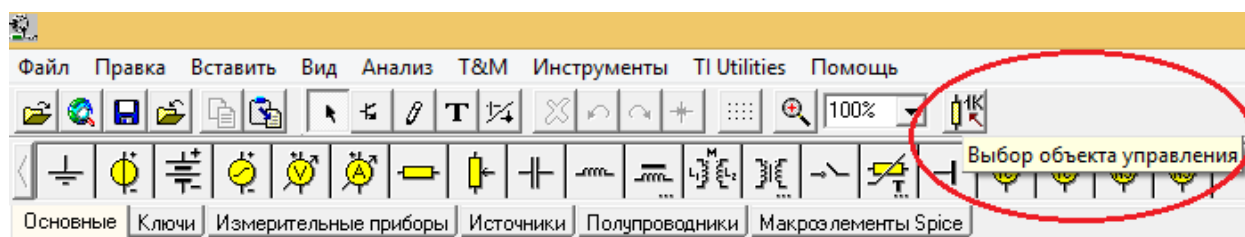


Рис. 14. Компонент управления

После нажатия на иконку курсор мышки меняет свой вид. Щёлчком левой клавишей мышки по первому резистору верхнего потенциометра R3.

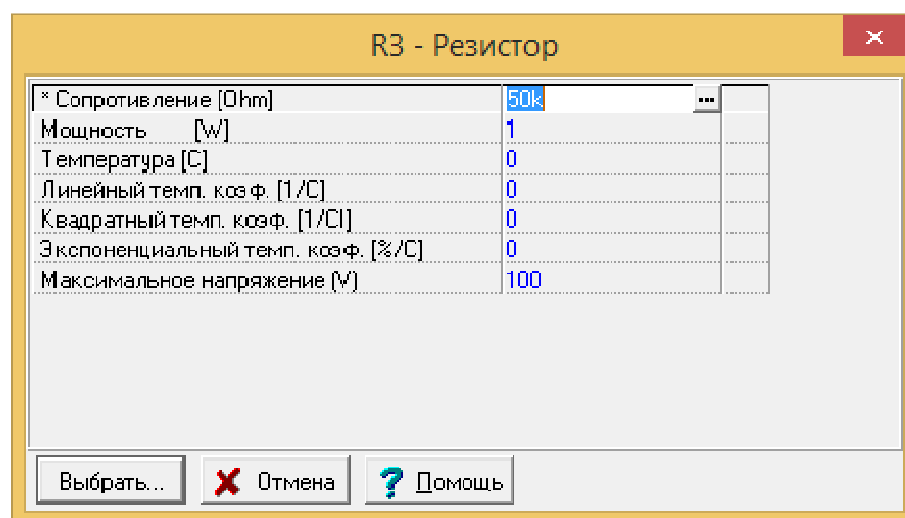


Рис. 15. Диалоговое окно свойств резистора

Нажмём кнопку **Выбрать...** Появляется новое окно диалога настройки управления резистором.

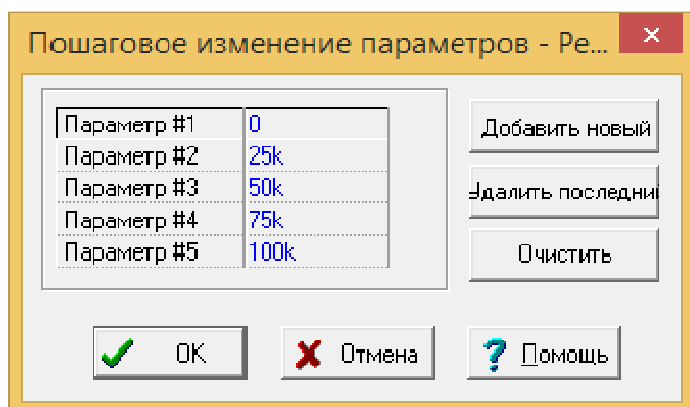


Рис. 16. Диалог настройки управления

В новом окне задаём начальное и конечное значение и способ задания шага списком, нажимая кнопку **Выбрать список**:

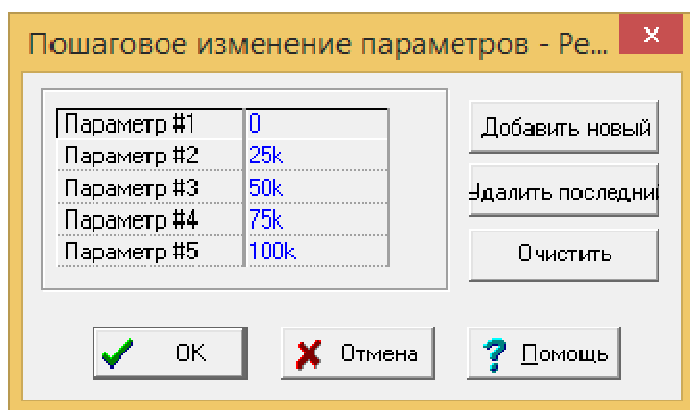


Рис. 17. Окно задания списка значений резистора

По умолчанию будет три шага, что можно изменить с помощью кнопки **Добавить новый**. У автора используются конечные значения и значения в $\frac{1}{4}$ и $\frac{3}{4}$. Что и записываем в список. Далее нажимаем кнопки **ОК, ОК** и переходим ко второму резистору R4, где повторяем все шаги но:

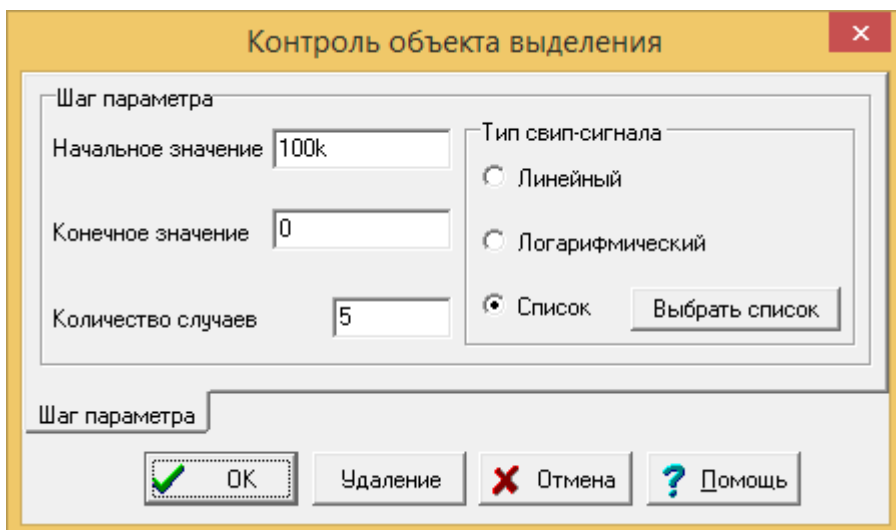


Рис. 18. Задание начального и конечного значений для второго резистора

Здесь начальное и конечное значение меняются местами. Изменился и список.

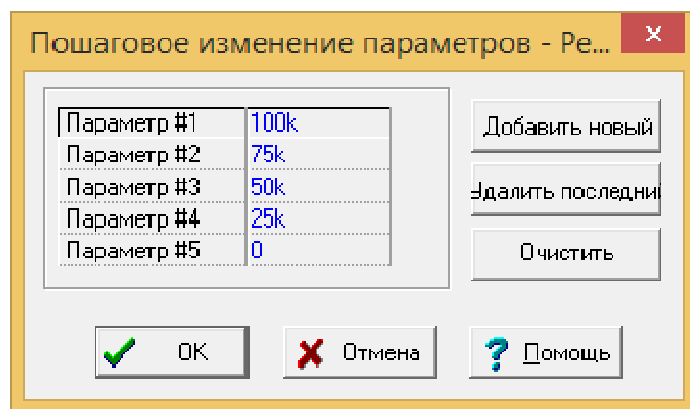


Рис. 19. Список значений второго резистора первого потенциометра

Прделаем аналогичные настройки резисторов второго делителя, заменившего потенциометр, с учётом его значения в 10 кОм, чем завершаем предварительные шаги.

Теперь в разделе основного меню Анализ выбираем пункт Режим, который настраиваем:

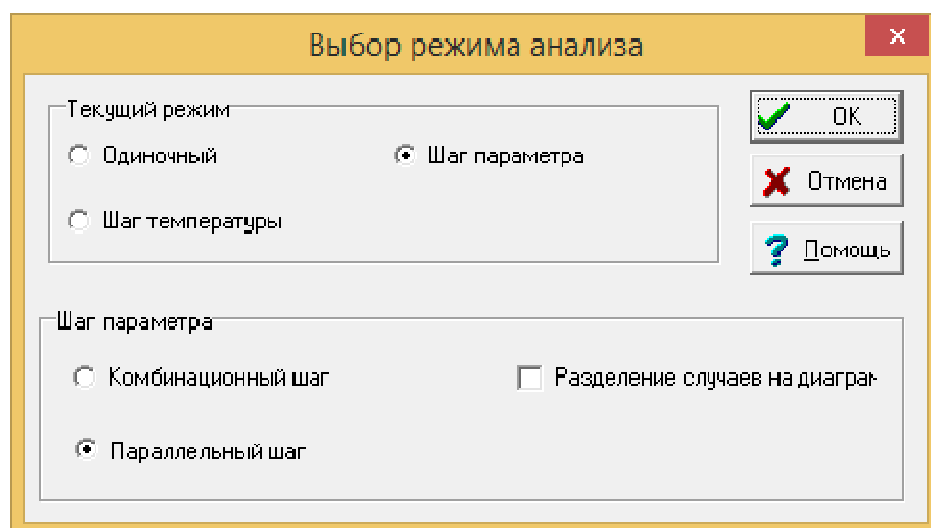


Рис. 20. Настройка режима анализа

В качестве вида анализа выбираем следующий:

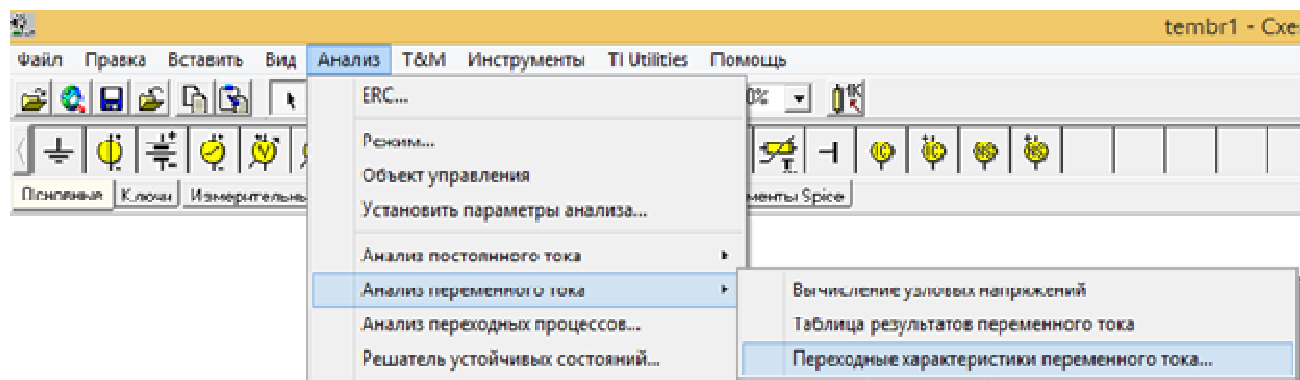


Рис. 21. Выбор вида анализа

И настраиваем его, задав нужный диапазон частот и логарифмический вид оси x:

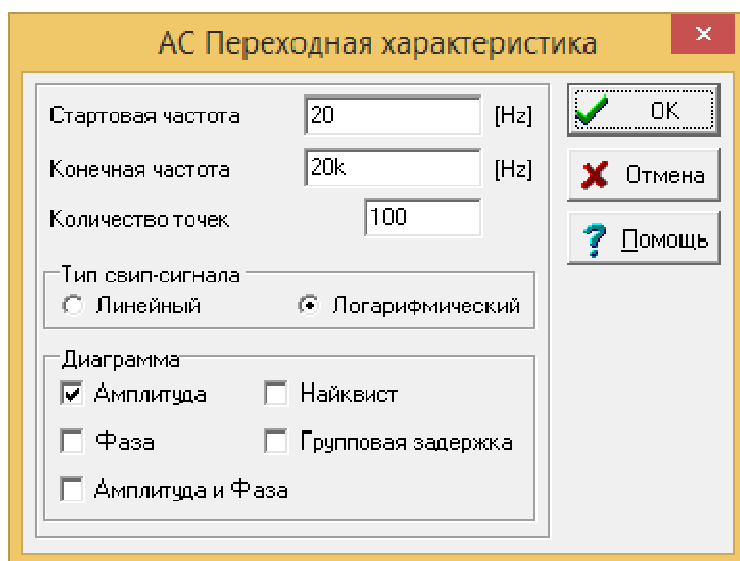


Рис. 22. Настройки анализа переходных характеристик

Запустив анализ, получим АЧХ для крайних, средних и промежуточных значений сопротивления потенциометров:

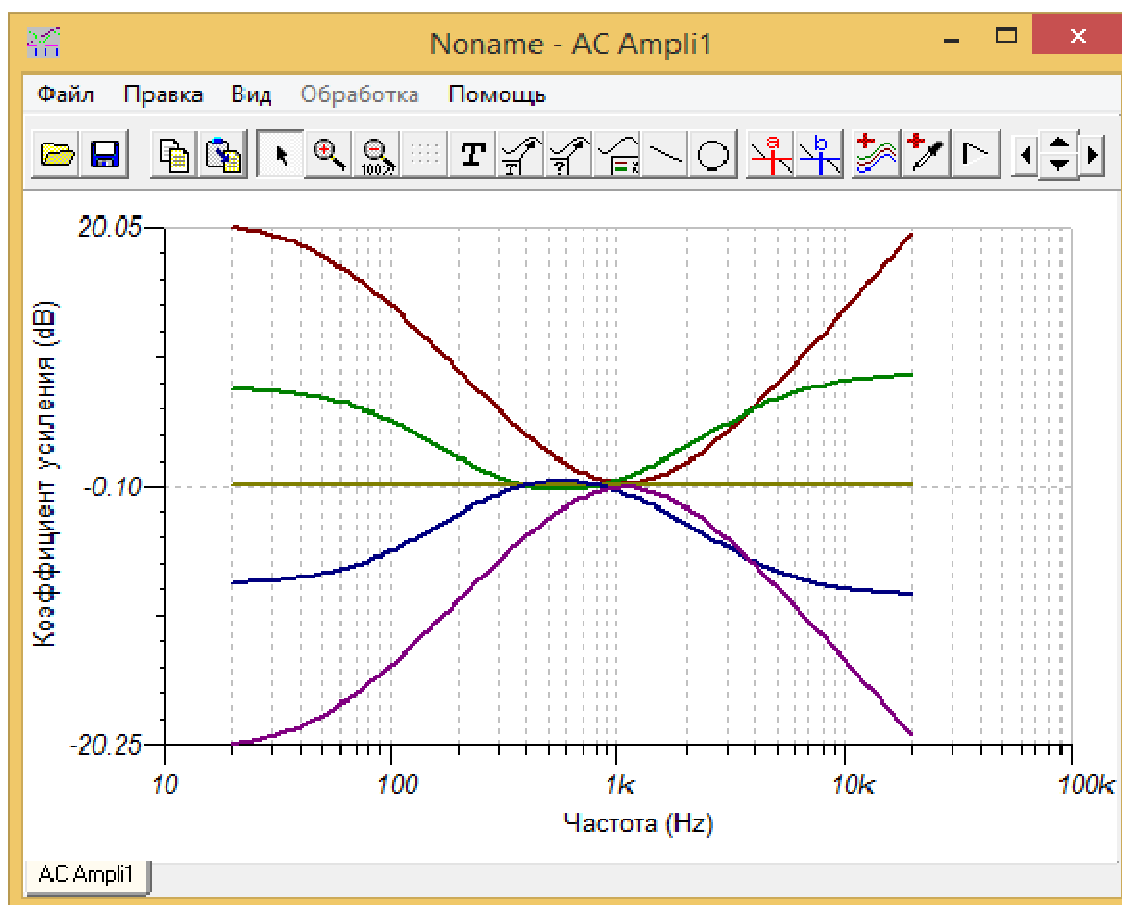


Рис. 23. Полученные в TINA-TI амплитудно-частотные характеристики

Ещё раз о некоторых видах анализа

Моделируя предложенные автором схемы, вы можете использовать все виды анализа, которые есть в TINA-TI. Некоторые виды анализа, как бы дублируют друг друга, позволяя вам выбрать то, что удобнее в данный момент. Рассмотрим анализ постоянного тока на примере схемы инверсии напряжения. Вот раздел анализа из основного меню.

Анализ постоянного тока:

Вычисление узловых напряжений

Таблица результатов постоянного тока

Переходные характеристики постоянного тока...

Температурный анализ...

При симуляции схемы инверсии напряжения выше было использовано получение таблицы результатов постоянного тока. Но, если вам не нужны все токи и напряжения, если вы интересуетесь только показаниями вольтметров, вы можете для анализа использовать раздел **Вычисление узловых напряжений**.

После запуска анализа курсор меняет свой вид, превращаясь в пробник, а показания вольтметров появляются рядом с ними:

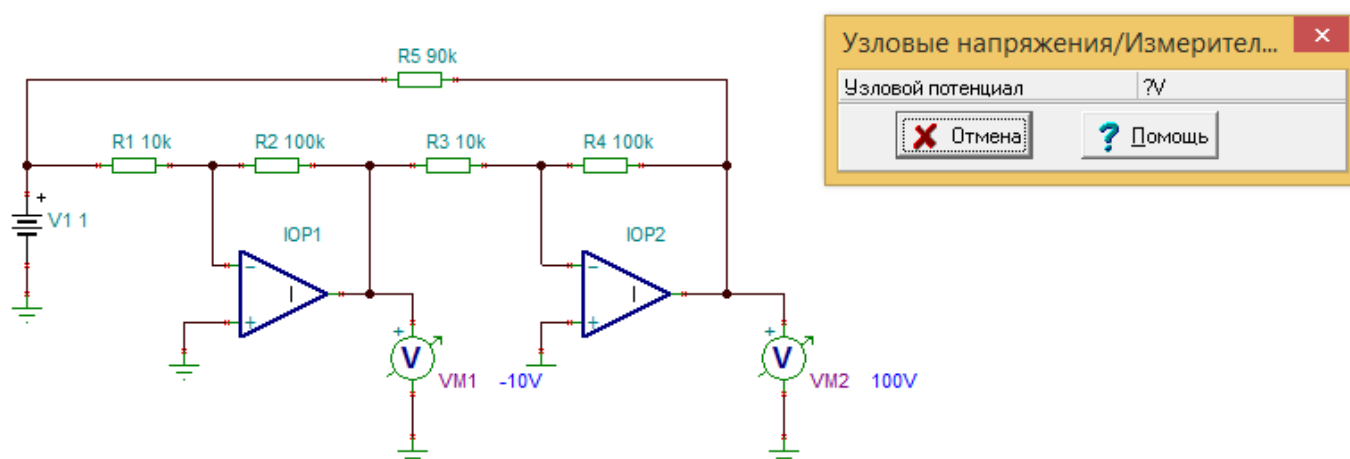


Рис. 24. Вычисление узловых напряжений

Окно результатов, которое появляется справа от схемы, позволяет вам видеть любые значения напряжения на схеме, если указать «щупом» интересующую вас точку.

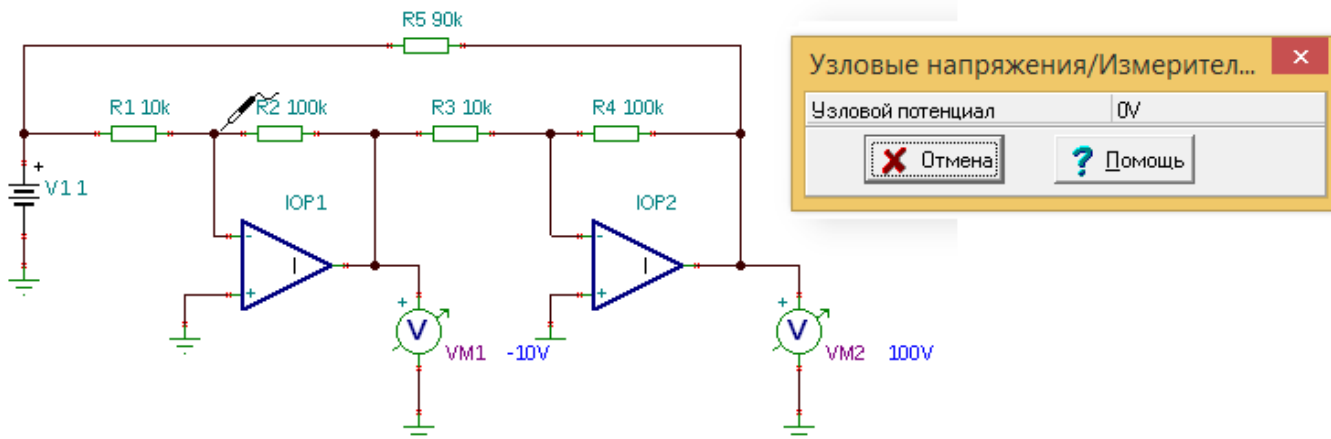


Рис. 25. Получение значения напряжения на входе первого ОУ

Если вас интересует, как ведут себя напряжения на выходах при изменении напряжения на входе, вы можете использовать анализ **Переходные характеристики постоянного тока**. Выбрав в диалоговом окне входное напряжение V1, вы получите исчерпывающий ответ:

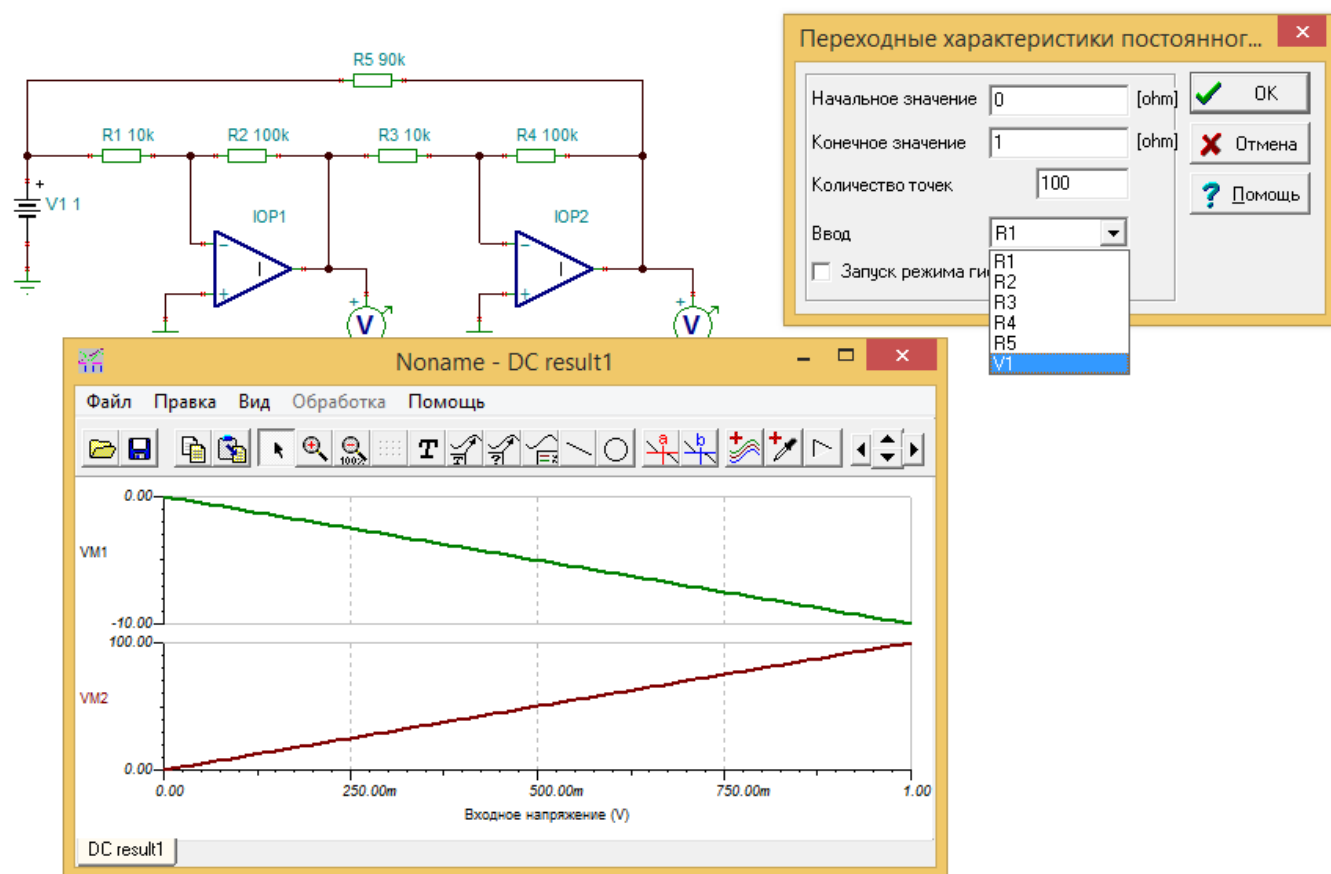


Рис. 26. Использование переходных характеристик постоянного тока

Температурный анализ поможет вам оценить, например, устойчивость рабочей точки к изменению температуры. Достаточно запустить этот режим анализа и указать в диалоговом окне начальную и конечную температуру.

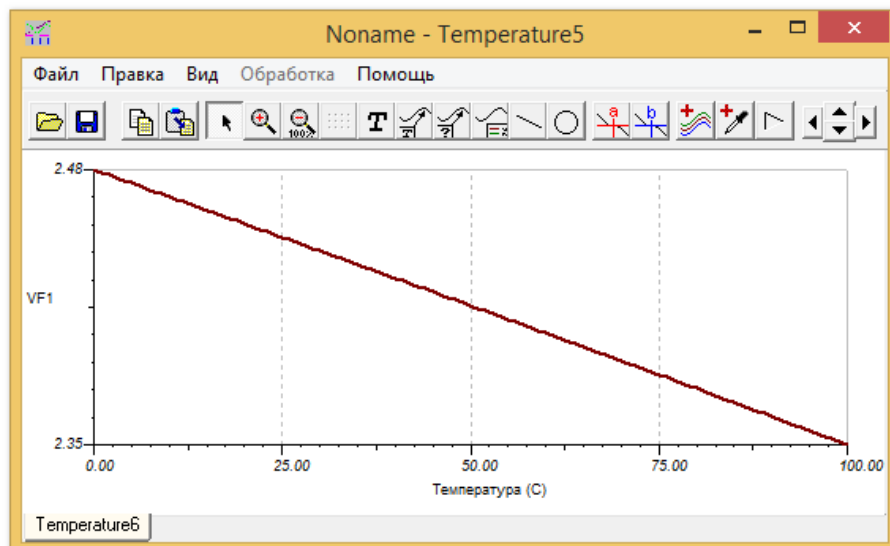
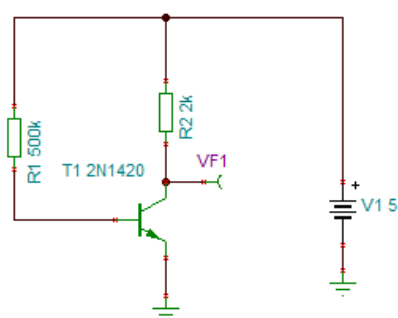


Рис. 27. Анализ влияния температуры на рабочую точку транзистора

Анализ работы схемы по постоянному току даёт полное представление о многих параметрах, таких важных как распределение напряжений, потребляемый ток и изменение этих параметров в зависимости от внешних факторов. Но большая часть электрических схем предназначена к обработке сигналов. Поэтому анализ на переменном токе приобретает не меньшую важность.

Анализ переменного тока:

Вычисление узловых напряжений

Таблица результатов переменного тока

Переходные характеристики переменного тока...

Повторим проверку схемы инверсии напряжения, заменив источник постоянного напряжения генератор синусоидального напряжения со значением 10 мВ.

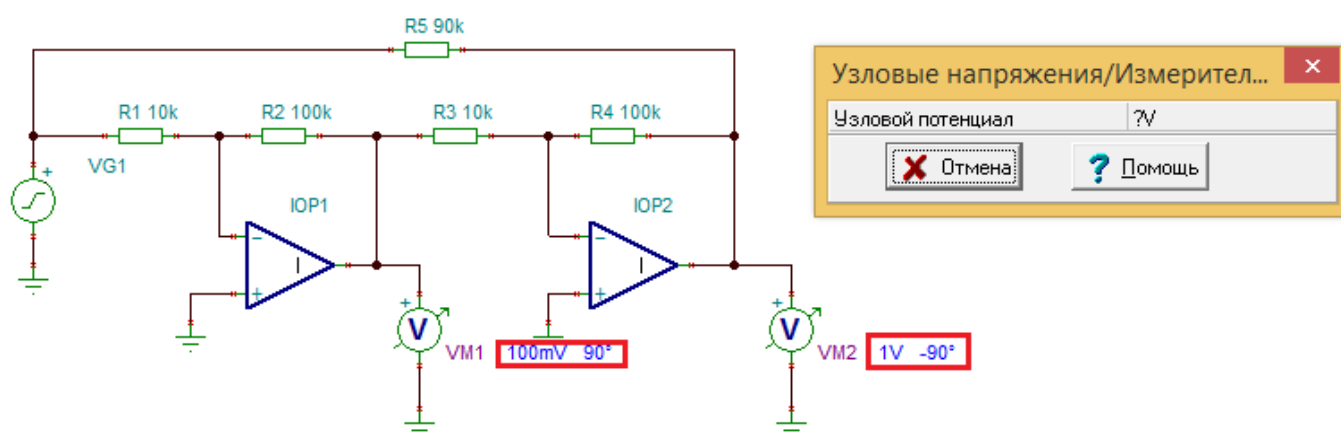


Рис. 28. Проверка узловых напряжений на переменном токе

Как и для постоянного тока, вы можете проверить напряжение в любой точке схемы, указав её «пробником».

Таблица результатов переменного тока даёт более полное представление о всех точках схемы.

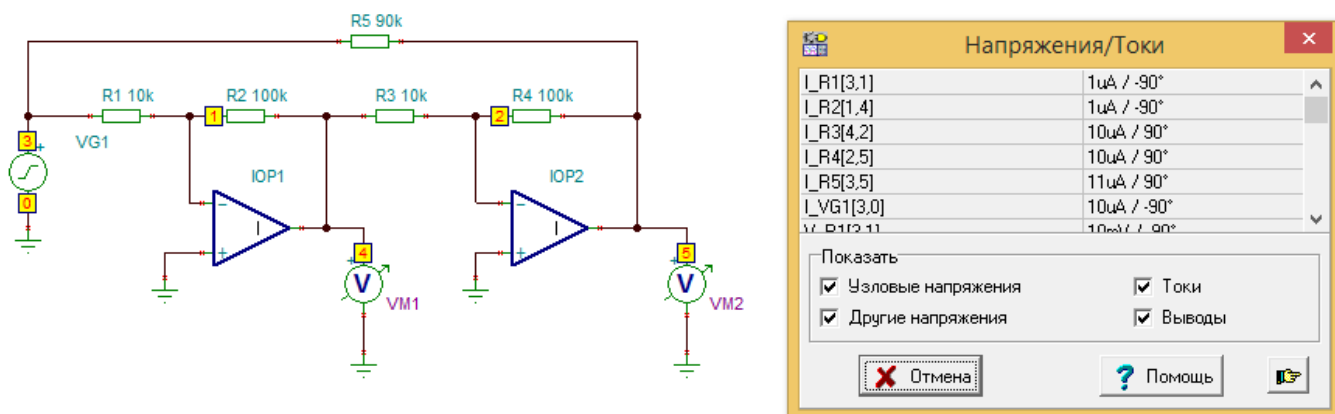


Рис. 29. Таблица результатов переменного тока

Переходные характеристики переменного тока – это частотные характеристики, скажем, для простого усилительного каскада на транзисторе. В диалоговом окне вы можете задать интересующую вас полосу частот, выбрать вид характеристики АЧХ или ФЧХ (или и то, и другое) и получить результат.

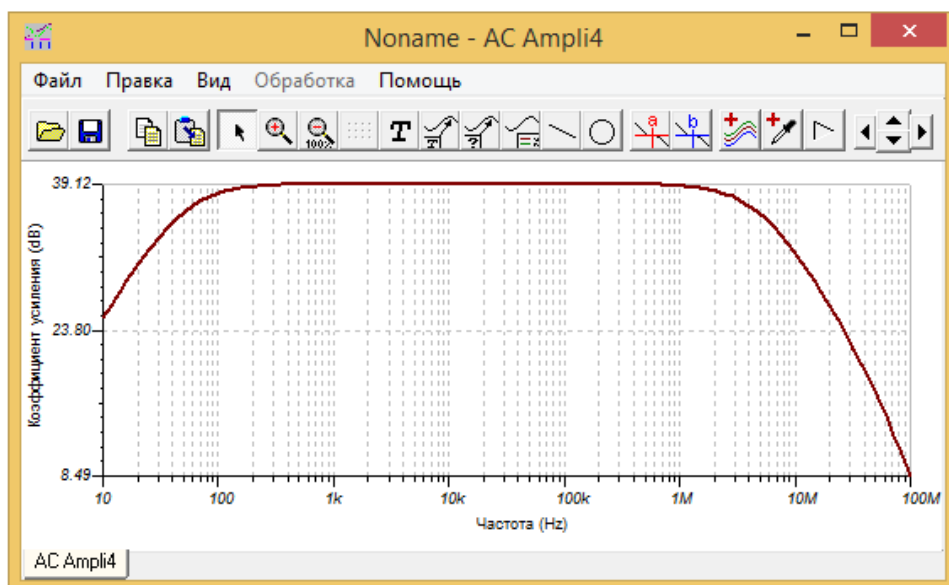
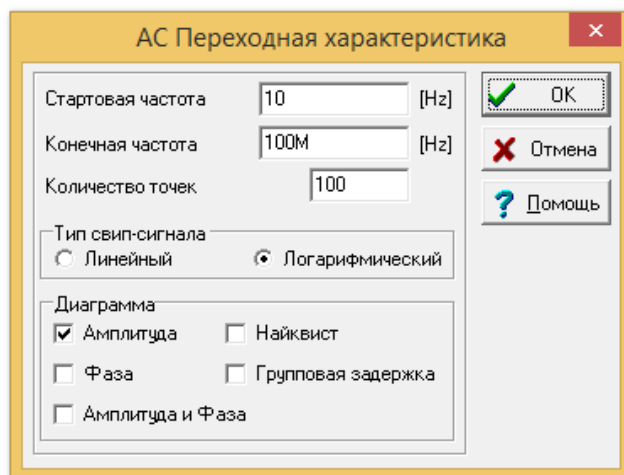
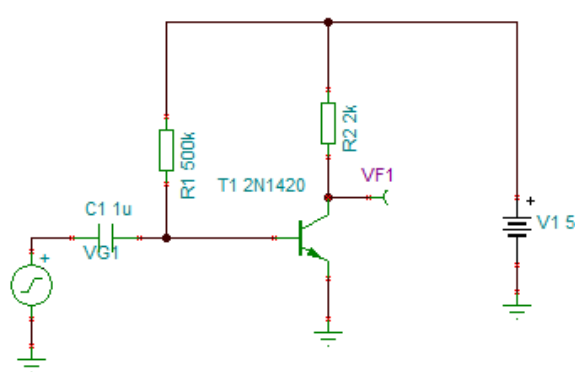


Рис. 30. Частотная характеристика транзистора с общим эмиттером

Генератор можно не настраивать, чтобы получить эти характеристики. Но для анализа переходных процессов вам придётся это сделать.

Анализ переходных процессов покажет вам, что произойдёт с вашим сигналом после его обработки каскадом на транзисторе.

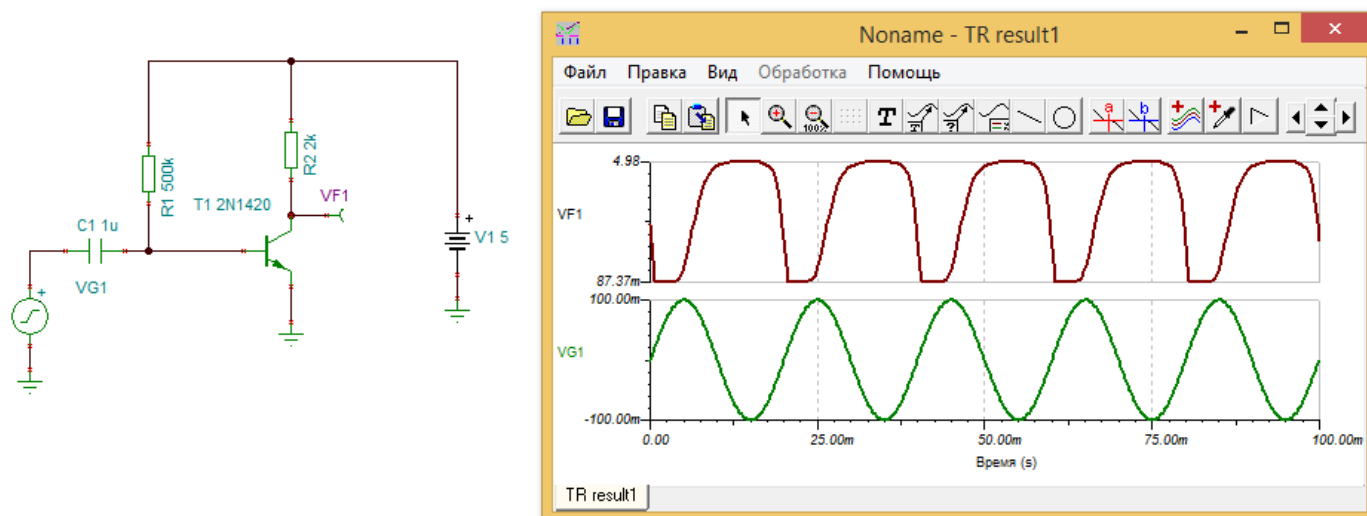


Рис. 31. Проверка прохождения сигнала

И как бы хорошо всё не выглядело при предыдущих проверках, эта последняя заставит вас вернуться к настройкам, если вы хотели только усилить сигнал. Либо уменьшить сигнал. В программе для этого достаточно в окне диалога выбора вида сигнала изменить его величину.

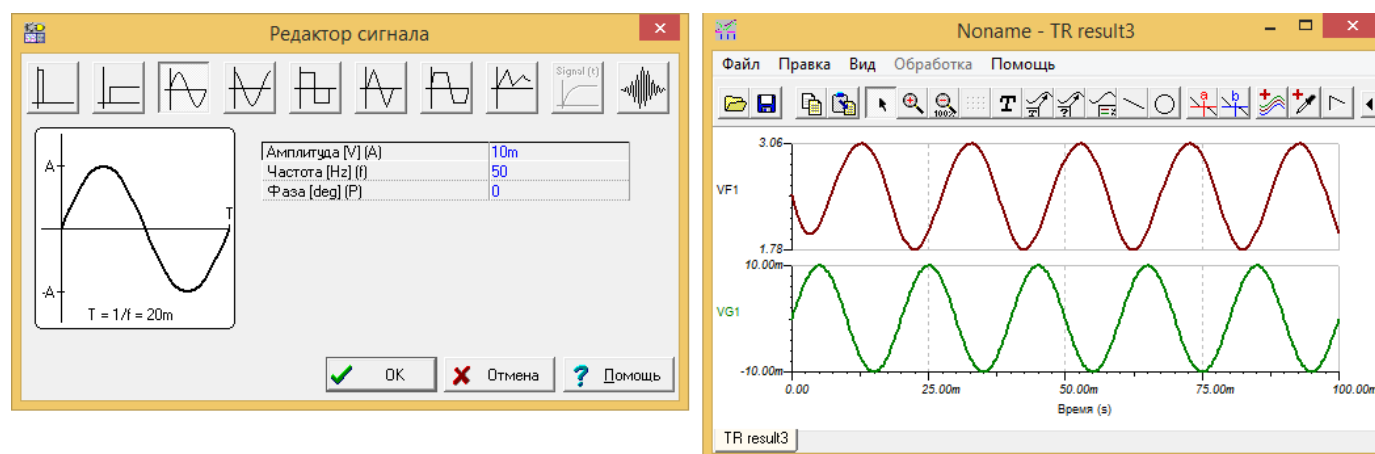


Рис. 32. Уменьшение входного сигнала и результат проверки

Радио Компоненты

профессиональная электроника

www.ra-publish.com.ua/rk_mag.html



Содержание журнала «РадиоКомпоненты» за 2014 год

1-2 / 2014

Новости

Новости фирм-производителей электроники

Современное состояние производства электроники на Украине и возможные пути дальнейшего её развития

Элементы и оборудование

Взгляд в будущее технологий производства электроники

Secure SSD line от Apraser. Защита секретной информации

Печатные платы на металлической подложке - для светодиодных панелей

Силовая электроника

Новые технологии силовой электроники от SEMIKRON

Надёжные защитные термовыключатели от MICROTHERM CZ

Решения International Rectifier для высокоэффективных синхронных POL-преобразователей

Измерительные приборы

Осциллограф от компании LeCroy с полосой пропускания 100 ГГц

Метрологическое обеспечение. Комплексные решения

Комплекты рабочих мест для поверки средств измерений

Компоненты и их применение

Проектирование схемы АРУ на дискретных компонентах

Проектирование активных фильтров в Analog Filter Wizard 2.0

3-4 / 2014

Вся радиоэлектроника Украины 2015

Алфавитный указатель фирм

Именной указатель фирм

Каталог продукции и услуг

Новости

Новости фирм-производителей электроники

Перспективы украинского рынка датчиков газа

Интервью с президентом компании Figaro Engineering inc господином Таро Амамото

Пассивные и активные компоненты

Термостаты с функцией термоограничителя и термовыключателя в качестве термозащиты для электродвигателей, трансформаторов, дросселей от Microtherm

Органическая и печатная электроника на подъеме

Источники питания

Новые экономичные источники питания Mean Well для светодиодного освещения и медицинской аппаратуры

Системы мониторинга батарейного питания

Компоненты и оборудование

Новые датчики газа от компании Figaro

Стабилизация температуры в замкнутом объеме с полезной нагрузкой

Новинки от компании Molex

Ультразвуковая дефектоскопия

Еще раз об электробезопасности

Трансформация мобильных сетей

Выявление контрафактных электронных компонентов

РАДИО- КОНСТРУКТОР

Ежемесячный
научно-технический
журнал

www.radiocon.nethouse.ru

**РАДИО-
КОНСТРУКТОР**
01-2014

ЯНВАРЬ, 2014



**РАДИО-
КОНСТРУКТОР**
02-2014

ФЕВРАЛЬ, 2014



**РАДИО-
КОНСТРУКТОР**
03-2014

МАРТ, 2014



**РАДИО-
КОНСТРУКТОР**
04-2014

АПРЕЛЬ, 2014



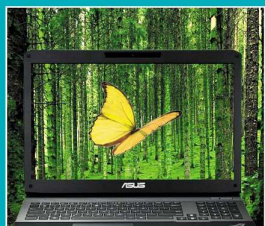
**РАДИО-
КОНСТРУКТОР**
05-2014

МАЙ, 2014



**РАДИО-
КОНСТРУКТОР**
06-2014

ИЮНЬ, 2014



**РАДИО-
КОНСТРУКТОР**
07-2014

ИЮЛЬ, 2014



**РАДИО-
КОНСТРУКТОР**
08-2014

АВГУСТ, 2014



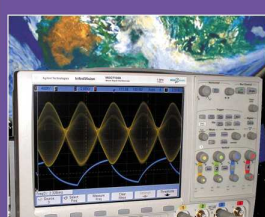
**РАДИО-
КОНСТРУКТОР**
09-2014

СЕНТЯБРЬ, 2014



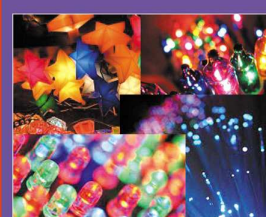
**РАДИО-
КОНСТРУКТОР**
10-2014

ОКТАБРЬ, 2014



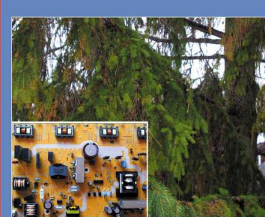
**РАДИО-
КОНСТРУКТОР**
11-2014

НОЯБРЬ, 2014



**РАДИО-
КОНСТРУКТОР**
12-2014

ДЕКАБРЬ, 2014



Уважаемые читатели !

Оформить подписку на журнал **«Радиоконструктор»** 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» или Вам затруднительно искать в нем журнал, можно оформить подписку и без него. Просто возьмите лист бумаги и напишите на нем примерно следующее:

«Журнал Радиоконструктор, индекс 78787, месяцы подписки, 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 2015 г., включая стоимость пересылки по 3 номера, при оформлении через редакцию, – вся (7-12-2015) – 312 р., квартал (7-9-2015 или 10-12-2015) – 156 р.

Если по какой-то причине Вы не смогли подписаться на журналы 2015 г., или у вас нет журналов за прошлые годы, можно их купить в редакции. Вологжане 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 50 р.

- | | |
|--|---|
| 1. 1-6-2015 г. = 276 р. (цена каждого 46 р) | 6. 1,2,4,6-2011г. = 108 р. (цена каждого 27 р.) |
| 2. 1-12-2014г. = 480р. (цена каждого 40 р.) | 7. 1-9-2009 г. = 162 р. (цена каждого 18р.). |
| 3. 1-9,11,12-2013г. = 396р. (цена каждого 36 р). | 8. 7-12 2008 г. = 90 руб. (цена каждого 15 р.). |
| 4. 1,2,3,4,5,7-12-2012г.=352 р. (цена каждого 32 р). | 9. 7-12-2007 г. = 84 руб. (цена каждого 14 р.). |
| 5. 9,11,12-2011г. = 90 р. (цена каждого 30 р) | 10. 7-12-2006 = 78 руб. (цена каждого 13 р.). |

! _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

E-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.

«Радиоконструктор» издается как в бумажном, так и в электронном виде.

Распространение электронной версии журнала весьма похоже на подписку на бумажный журнал. Вы оплачиваете подписку любым доступным вам 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.

Подписка может оформляться только на полугодие или год. Цена за журналы берется из расчета 30 рублей за один номер журнала (то есть, подписка на один месяц 30 рублей, на полгода (6 номеров) 180 рублей, на год (12 номеров) 360 рублей).

РАДИОКОНСТРУКТОР -2014

РАДИОСВЯЗЬ, РАДИОПРИЕМ.

Карманный УКВ-приемник на ИМС СХА1019S	01-02
MW-AM приемник прямого усиления	01-04
УКВ-ЧМ передатчик	02-02
Приемник для прослушивания переговоров авиадиспетчеров	02-04
Реанимация радиоточки	02-05
КВ-SSB приемник на микросхеме MC3335P ..	03-02
Схема основной платы простого КВ-трансивера.	03-03
Трехдиапазонный приемник прямого преобразования	04-02
Радиоканал для цифровой системы радиоуправления	04-04
УКВ-ЧМ транслятор аудиосигнала	05-02
Антенный усилитель	05-04
УКВ-радиоприемник - переговорное устройство	05-05
Супергетеродинный АМ-приемник на SA602..	05-09
Коротковолновый радиовещательный приемник	06-02
Радиоканал 433 МГц для передачи данных...	07-02
Демодулятор SSB	07-03
Приемный тракт на основе микросхемы TDA7088T	07-04
Простая СВ-АМ-радиостанция с универсальным питанием	08-02
Радиомикрофон на UPC1651	08-05
Передатчик для телефонной линии	08-05
Простой АМ-приемник	08-07
Коротковолновый приемник на ИМС LA1600 ..	08-09
Радиотракт для передачи данных	09-02
Радиотракт для передачи данных на ИМС MAX7044 и MAX1470	09-05
Как сделать простейшую антенну для приема на УКВ	09-06
UHF - антенный усилитель	09-07
Радиодатчик	09-08
Радиомикрофон	09-09
Передатчик данных на частоту 144 МГц	10-02
Тракт ПЧ супергетеродинного коротковолнового приемника	11-02
Радиомаяк на 144 МГц	12-02
Всеволновый УКВ-приемник-2	12-04
АМ-приемник на ИМС ZN415	12-07

АУДИО, ВИДЕО.

Звуковой усилитель 2x20Вт для автобусов и грузо

виков на микросхеме TDA7576B (анонс)	01-05
Цвето-музыкальная установка на супер ярких светодиодах	01-06
Автоматический выключатель УНЧ	01-08
Инфракрасные наушники	01-09
Ламповый УМ без анодного трансформатора (с бестрансформаторным питанием от сети) ..	02-06
Измеритель уровня сигнала для УНЧ	02-09
Псевдостереофоническое устройство	02-10
Светодиодный «стрелочный» индикатор MP1054 для современного усилителя мощности звуковой частоты	02-11
Проводной удлинитель для пульта дистанционного управления	03-06
Модернизация устаревшего электрофона ...	03-08
УНЧ для домашнего театра	03-11
УМЗЧ на двух ИМС TDA2005	03-14
Стереосуилитель	04-06
Автомобильный УЗЧ для воспроизведения фонограмм с МП-3 плеера	04-08
УНЧ на транзисторах	04-09
Работа карманного МП-3 плеера с компьютерными колонками	05-11
Как подружить старую радиолу «Урал» с МР-3 аудиофайлами	05-14
Усилитель мощности с выходным каскадом на полевых транзисторах	06-04
Простой стереосуилитель на ИМС LM4752 и TL072	07-08
УНЧ для воспроизведения сигнала от портативного цифрового источника	07-10
Транзисторный УМЗЧ мощностью 50W	07-12
Простой УМЗЧ для самого разного применения	07-13
Одноканальная светомузыкальная установка	08-11
Автомобильный УНЧ для карманного МП-3 плеера	09-13
Простой стереосуилитель для цифрового источника сигнала	10-09
УМЗЧ мощностью 2W	10-10
Светодинамическая установка	10-11
Трехканальный стереосуилитель	11-04
Автомобильный усилитель для карманного МП-3 плеера	11-07
Современный пульт управляет старым телевизором	11-10
Простой УМЗЧ с полевыми транзисторами на выходе	12-09
Мощный УМЗЧ	12-11
УМЗЧ для МП-3 плеера	12-13
УМЗЧ 2x100W на ИМС STK4231II	12-15

КОМПЬЮТЕР

Выбор ноутбука	06-07
Переключатель четырех жестких дисков	06-11
Конструктор логики	07-18
Усилитель мощности USB-порта	12-27

ИЗМЕРЕНИЯ, РАДИОЛЮБИТЕЛЮ -КОНСТРУКТОРУ

Передача сигнала управления по электросети	01-10
Тревожный сигнализатор	01-11
Генератор частоты 1 Гц	01-12
Генератор 1 Гц из неисправного кварцевого будильника	01-13
Тормозное устройство для маломощного коллекторного двигателя	01-14
Индикатор напряженности поля радиочастоты	03-04
Лабораторный кварцевый генератор	03-05
Счетчик на микроконтроллере	03-19
Шесть схем генераторов	03-20
Трехрежимный звуковой сигнализатор	04-16
Альтернативные способы травления печатных плат	04-17
Измеритель индуктивности и емкости	04-18
Компьютер - частотомер	04-19
Индикатор радиосмога	04-21
Пятиразрядный частотомер на ИМС K176IE4 и K176IE12	04-22
Цифровой частотомер на основе ИМС 74C925	05-18
USB-измерительный прибор	05-21
Два устройства для автоматической коммутации напряжения питания	07-22
Встраиваемый вольтметр	08-14
Логический пробник	08-16
Сигнализатор разрядки батареи питания	08-18
Два светодиодных сигнализатора	08-19
Двойной реверсивный счетчик	08-21
Как сделать печатную плату с помощью фоторезиста	09-18
ШИМ на микроконтроллере семейства AVR ..	09-20
Пробник для настройки колебательных контуров	10-03
Милливольтметр переменного тока	10-04
Аналоговый частотомер	10-05
Вольтметр на основе ARDUINO UNO	10-06
Однокнопочный выключатель	10-16

ИСТОЧНИКИ ПИТАНИЯ

Сетевой блок питания для автомобильной техники	01-15
--	-------

Преобразователь напряжения =12/~220V	04-13
Автомобильный источник для портативной аппаратуры	04-14
Автомобильное зарядное устройство для карманного фонаря	04-15
Мощный стабилизатор напряжения на IRF630	05-15
Двухполярный регулируемый стабилизатор на ИМС	05-17
Интегральный стабилизатор с регулировкой выходного напряжения от нуля	09-16
Двухполярный блок питания с таймером	10-13
Работа автомагнитолы в домашних условиях	12-17
Импульсный блок питания из старого видеоплеера	12-19
Инвертор =12V / ~220V	12-22
Сетевой источник питания для батарейной аппаратуры	12-23

АВТОМАТИКА, ПРИБОРЫ ДЛЯ ДОМА

Электронный диктофон на APR9301V2	01-16
Дистанционное управление на основе радиоуправляемых игрушек	01-17
Шесть таймеров на 8-разрядных микроконтроллерах	01-20
Светодиодный сигнализатор «Растущая линия»	01-26
Видеорегистратор - видеоглазок	01-29
Светофор для учебного макета перекрестка ..	01-32
Двухпороговый термостат	01-35
USB-разъем в автомобиле	01-36
Три конструкции на основе фотореле ФР-601	01-38
Два устройства на микросхеме CD4093B	02-19
Защита от сбоев электрооборудования при отключениях электроэнергии	02-21
Простейшее устройство для сигнализации об отключении напряжения в электросети	02-22
Защищенное фотореле для низковольтной нагрузки	02-23
Устройство для питания сверхъяркого светодиода	02-25
Счетчик деталей	02-27
Устройство для откачки грунтовых вод	02-28
Кнопка для временного включения нагрузки ..	02-30
Дистанционное управление хлопками в ладоши	02-32
Радиобудильник	02-34
Ночной аварийный фонарь	02-35
Автомобильные часы на светодиодах	02-36
Акустическое реле	02-37
Еще две конструкции на основе фотореле ФР-601	02-38

Светодиодный светильник	02-41	Охранное устройство на базе выключателей с датчиками движения	06-30
Светодиодная лампа для легкового автомобиля	02-42	Гаражный выключатель света + охранное устройство	06-33
Сигнализатор ближнего света фар	02-43	Многокомандное управление по электросети	06-35
Автомат управления циркуляционным насосом	03-24	Плавный регулятор для вентилятора печки	06-38
Устройство для последовательного включения электроприборов	03-26	Подключение автомобильного видеорегистратора	06-40
Электронный переключатель для люстры	03-30	Автоматический выключатель света	07-25
Домофон на три квартиры	03-32	Дистанционное управление мощностью низковольтной нагрузки	07-26
Переговорное устройство - домофон из УНЧ от старого телевизора	03-34	Управление рекламным стендом	07-27
Домофон - переговорное устройство для частного дома	03-36	Светодиодные лампы	07-31
Охранная сигнализация на базе датчика движения	03-38	Сенсорный выключатель - регулятор для лампы	07-32
Комплексная охрана помещения	03-41	Индикатор отрицательной температуры	07-33
Дополнение к электросхеме отечественного автомобиля	03-44	Индикатор сотового телефона	07-34
Устройство для отключения аппаратуры от сети	04-25	Контроллер управления автономным водопроводом	07-35
Двухканальный кодовый замок	04-26	Радиосигнализатор для охотничьего хозяйства	07-38
Два светодиодных фонаря с управляемой яркостью свечения	04-29	Прерыватель тока	07-39
Универсальная охранная сигнализация	04-33	Два устройства для автомобиля на микросхеме LM324	07-41
Фотореле с таймером	04-35	Метроном	08-22
Устройство управления вентилятором принудительного охлаждения	04-36	Дистанционный выключатель	08-23
Таймер отключения фар автомобиля	04-38	Десятичный счетчик до 100 на двух ИМС K561IE8	08-24
Аналоговый робот	05-23	Дуплексное переговорное устройство	08-26
Выключатель для прихожей-2	05-26	Квартирный звонок «Тук-тук»	08-27
Помощник электрика	05-27	Простой металлоискатель	08-29
Дублер квартирного звонка в наушниках	05-28	Простейшие часы - термометр на микроконтроллере	08-30
Система дистанционного управления из деталей старого телевизора	05-29	Фотореле со счетчиком дней недели	08-33
Двойные часы на PIC16F628A	05-31	Электронный тахометр	08-35
Музыкальный сигнализатор	05-32	Инфракрасный датчик	08-36
Простой автомат для наполнения индивидуальной водонапорной башни	05-33	Низковольтная «мигалка»	08-37
Схема управления вентилятором охлаждения	05-34	Цифровой диктофон	08-38
Однокнопочное дистанционное управление	05-36	Фотореле на ИК-лучах	08-39
Охранное устройство	05-38	Автоматический выключатель света	08-40
Переговорное устройство	05-40	Универсальный дистанционный переключатель	08-42
Плавный регулятор для автомобильных вентиляторов	05-41	Сигнализатор для классических автомобилей «ВАЗ»	08-44
Терморегулятор	06-17	Кто быстрее	09-25
Регулятор мощности электронагревателя	06-19	Несколько схем выключателей на ИМС NE555	09-26
Система дистанционного управления шестнадцатью объектами	06-21	Сирена на основе ИМС UM3561	09-29
Охранное устройство на микроконтроллерах ATmega8535	06-24	Индикатор влажности строительных материалов и конструкций	09-30
		Охранное устройство для помещения	09-32
		Сигнализация с датчиком отражения	09-34

Радиоуправление с помощью сотового телефона	09-38
Автоматический выключатель света на рабочем месте	10-18
Генератор пароля	10-20
Автомат для полива	10-22
Квазисенсорный выключатель	10-23
Бесконтактный выключатель с датчиком отражения	10-25
Охранная сигнализация на ИК-лучах	10-26
Инфракрасный датчик	10-29
Охранная сигнализация на ИМС K561ЛА9	10-31
Индивидуальный домофон	10-33
Таймер отключения фар автомобиля	10-35
Сигнализатор света фар	10-37
Блок управления дневными ходовыми огнями	10-40
Сигнализация для «пожилого» отечественного автомобиля	10-42
Контроллер RGB-гирлянды	11-14
Светодиодный «Новогодний индикатор»	11-16
Подсветка ёлочной игрушки	11-18
Гирлянда - хамелеон	11-20
«Новогодние» схемы с 1998 по 2013 г.г.	11-22
Охранная сигнализация	11-25
Охранное устройство на базе выключателя с датчиком движения	11-27
Блок дистанционного управления с помощью сото- вого телефона или УКВ-радиостанции	11-28
Сигнализатор входа	11-30
Фотодатчик для конвейера	11-32
ИК-датчик на отражение / пересечение луча	11-34
Гаражный выключатель света с охранным устройством	11-35
Автомобильный звуковой сигнализатор	11-38
Инфракрасный радар	12-27
Таймер на цифровых микросхемах	12-29
Выключатель с задержкой выключения	12-31
Термостат для вентилятора	12-33
Таймер для управления освещением подъезда	12-35
Светодиодный внутрисалонный фонарь автомобиля	12-38

СПРАВОЧНИК

Магнито-электрические звукоизлучатели со встроенным генератором	01-16
Параметры отечественных МДП- транзисторов	02-16
TDA7498 - усилитель мощности D-класса	06-14
Микросхема УМЗЧ LM4752	07-14

Микросхема УМЗЧ LM4766	08-13
MAX7044 - низковольтный радиопередатчик данных	09-10
MAX1470 - низковольтный радиоприемник данных	09-11
MAX7042 - низковольтный радиопередатчик данных	10-07

НАЧИНАЮЩИМ

Операционный усилитель	01-41
Полезные советы бывалого радиолюбителя	04-40
Лазерная указка - пульт дистанционного управления	05-43
Металлоискатель	06-41
Как работает мультивибратор?	10-44
Светодиодная «мигалка» на мультивибраторе	11-40

РЕМОНТ

Принципиальная схема мультиметра DT9208A	01-44
Карманная УКВ-радиостанция VOXTEL MP-160 TWIN	01-46
Карманная УКВ-радиостанция VOXTEL MP-250	02-45
Автомобильный DVD-плеер ELENBERG MX-390DVD (схема main-платы)	03-45
Автомобильный CD-ресивер JVC KD-G407 (схема main-платы и панели)	04-43
ЖК-монитор Samsung Suncmaster 2043BW/2243BW	05-45
LCD-монитор Samsung 206BW (226BW, 206NW, 226NW) шасси LME20WS(AS), LME22WS(AS)	06-43
Электронная книга TEXET TB-710HD принци- пиальная схема	07-43
Блоки питания для ноутбуков и нетбуков	08-45
Приемник спутникового ТВ GLOBO-7010A принципиальная схема	09-44
Ремонт модуля питания LCD-телевизора POLAR-81LTV4005	10-46
Портативная СВ-радиостанция Maуsom SH-27 (принципиальная схема)	11-42
Автомобильный стереоусилитель Lada AL-100.2	11-46
LCD-телевизор HYUNDAI HLDC1511	12-40
Содержание журнала за 2014 год	12-45

УСТРОЙСТВО ДЛЯ ПИТАНИЯ СВЕРХЪЯРКОГО СВЕТОДИОДА

Значительная часть различных самодельных устройств, предназначенных для питания светодиодов от автономного источника напряжения, ЭДС которого ниже рабочего напряжения светодиода, обычно рассчитаны на малый выходной ток, чтобы светодиод хотя бы светился, а вот чтобы светодиод не только выполнял функцию светлячка, но что-либо сам эффективно освещал, требуется гораздо более мощный преобразователь напряжения.

Прямое рабочее напряжение сверхъярких светодиодов белого цвета свечения обычно находится в интервале 2,8...3,8 В при номинальном рабочем токе, что больше напряжения одного гальванического элемента — 1,5 В или одного никель-кадмиевого, никель-металло-гидридного аккумулятора — 1,2 В. На **рис. 1** представлена схема повышающего преобразователя напряжения, предназначенного для питания белого сверхъяркого светодиода стабильным током от источника напряжения 0,8...6 В. Номинальное рабочее напряжение этого устройства 1,2 В. При напряжении питания 0,8 В выходной ток повышающего преобразователя напряжения (прямой ток через светодиод HL1) составит 0,7 мА, потребляемый устройством от источника напряжения ток в этом случае составит 25 мА. При напряжении питания 1 В выходной ток будет 8 мА, потребляемый ток 70 мА. При таком рабочем токе единственный светодиод белого цвета свечения уже в состоянии выполнять функцию ночника в жилой комнате. При напряжении питания 1,2 В выходной ток составит 15 мА, потребляемый ток будет 85 мА. При напряжении питания устройства 1,5 В ток питания светодиода составит 18 мА. При дальнейшем росте

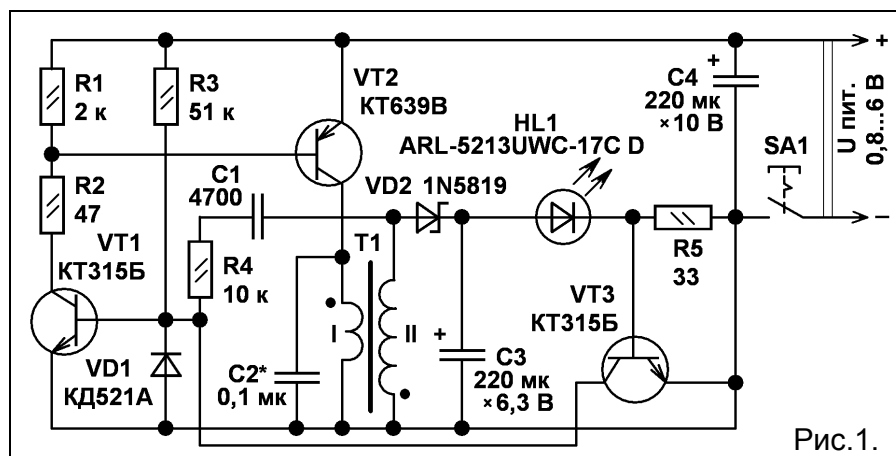


Рис.1.

напряжения питания ток через светодиод не изменяется, а потребляемый устройством от источника напряжения ток будет незначительно уменьшаться. Таким образом, хотя устройство сохраняет работоспособность в широком интервале питающего напряжения, оптимальным для него будет напряжение питания 1...2 В.

Транзисторы VT1, VT2 включены по схеме составного транзистора Шиклаи с большим коэффициентом передачи тока базы. На этих транзисторах, а также трансформаторе T1, резисторах R1, R2, R4 и конденсаторах C1, C2 выполнен повышающий преобразователь напряжения постоянного тока, работающий на частоте около 9 кГц при напряжении питания 1,2 В. Для начального запуска генератора установлен резистор R3. Резисторы R2, R4 токоограничительные. Резистор R1 нагрузочный, также устраняет негативное влияние обратных токов коллекторных переходов транзисторов VT1, VT2. Размах амплитуды напряжения на выводе коллектора VT2 будет около 13 В при напряжении питания 1,2 В. Диод VD1 защищает эмиттерный переход VT1 от возможного пробоя обратным напряжением, а также, положительно влияя на КПД преобразователя напряжения, увеличивая его выходную мощность. Конденсатор C2 демпфирующий для первичной обмотки трансформатора.

Напряжение переменного тока выпрямляет диод Шоттки VD2, конденсатор C3

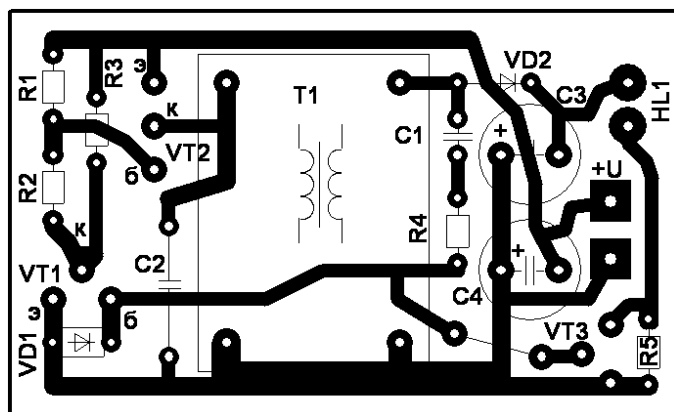


Рис.2.

сглаживает пульсации выпрямленного напряжения. Полезной нагрузкой выпрямителя служит сверхъяркий светодиод HL1. При росте напряжения питания устройства, выходное напряжение преобразователя стремится увеличиться, что приводит к увеличению прямого тока через светодиод. Вследствие этого растёт напряжение питания на выводах резистора R5, когда оно достигнет 0,6 В, начнёт открываться транзистор VT3, который будет шунтировать эмиттерный переход VT1, что повлечёт за собой уменьшение выходного напряжения преобразователя. Таким образом, осуществляется стабилизации рабочего тока светодиода HL1. Конденсатор C4 блокировочный по цепи питания.

Все детали устройства можно смонтировать на печатной плате размерами 63х35 мм, **рис. 2.** Для конструкции подойдут любые малогабаритные резисторы общего применения, например, C1-4, МЛТ. Неполярные конденсаторы малогабаритные плёночные или керамические, например, K10-17, K10-50. Остальные оксидные алю-миниевые или танталовые. Диод КД521А можно заменить на любой из КД510, КД522, 1N4148, 1N914, 1SS176, 1SS244. Вместо диода Шотки 1N5819 подойдёт SB140, SB150, MBR0540T1, MBRS140T. Транзисторы КТ315Б можно заменить любыми из серий КТ315, КТ6111, КТ6113, КТ645, SS9013, SS9014, BC547, BC549, 2SC1815, 2SC2785. Вместо р-п-р транзистора КТ639В подойдёт любой из КТ639, КТ644, КТ686, SS8550, 2SB564, 2SB1116. Светодиод ARL-5113UWC-17CD белого цвета свечения имеет диаметр линзы 5 мм, яркость 17 Кд. Можно заменить любым аналогичным без встроенных резисторов,

например, ARL-5213UWC-17CD, ARL-5213UWC-17CD-NS, ARL2-5213UWC-23CD. Подойдут и другие сверхъяркие светодиоды с номинальным рабочим током 20...50 мА. Желательно выбрать светодиод с прямым рабочим напряжением не более 2,7...2,9 В при номинальном прямом токе. Для повышающего трансформатора применён броневой сердечник диаметром 14 мм из низкочастотного феррита. Первичная обмотка содержит 50 витков обмоточного провода диаметром 0,13 мм. Вторичная обмотка содержит 220

витков обмоточного провода диаметром 0,09 мм, эту обмотку наматывают первой. Слой дополнительной изоляции между обмотками в этом устройстве не нужен. Чашки готового трансформатора склеивают клеем «БФ» без дополнительного немагнитного зазора. Этим же клеем приклеивают трансформатор к монтажной плате. Можно применить другой броневой сердечник близких размеров.

Готовое устройство начинает работать сразу и не требует наладки. Если вы изготовили повышающий трансформатор не так, как было рассказано выше, можно попробовать подобрать ёмкость конденсатора C2 с целью получения максимального напряжения на выходе выпрямителя при подключенной нагрузке. Если генератор не возбуждается, нужно поменять местами выводы любой из обмоток трансформатора. Эту конструкции удобно применять в качестве источника резервного освещения помещения. Низкое номинальное напряжение питания позволяет задействовать для питания устройства любой «бесхозный» единичный аккумуляторный элемент на напряжение 1,2 В, например, дисковый Д-0,55 или типоразмера АА, ААА, которому не нашлось применения по разным причинам в аккумуляторной батарее. Например, вышел из строя один аккумуляторный элемент из комплекта для питания фотоаппарата, а второй оставшийся ещё показывает хорошие параметры.

Бутов А.Л.

КОНТРОЛЛЕР УПРАВЛЕНИЯ АВТОНОМНЫМ ВОДОПРОВОДОМ

А в засушливый период производительность колодца может быть недостаточной, например, для заполнения бака

Источником воды в дачных поселках и в сельских домах и сейчас зачастую служат колодцы. Конечно, в прогулках с ведерком до колодца и обратно есть определенный шарм, но все же хочется просто повернуть краник на кухне... В таком случае делают водоснабжение частного дома с помощью погружного насоса, погруженного в колодец на необходимую глубину. Далее два варианта, либо открыл кран, нажал кнопку и вода потекла (в этом случае ток на насос подается этой кнопкой), либо уменьшенная модель водонапорной башни, состоящая из бака, расположенного на чердаке и насоса, пополняющего этот бак из колодца по необходимости. Здесь описывается именно второй вариант.

Система работает следующим образом. В баке, расположенном на чердаке, в его крышке установлена система датчиков, состоящая из пяти прутков из нержавеющей стали разной длины. Один пруток имеет такую длину, чтобы опускался практически до самого дна бака. Конец второго прутка должен быть примерно на уровне 1/4 глубины бака. Конец третьего прутка - на уровне половины бака, конец четвертого прутка - на уровне 3/4 глубины бака. И последний пруток, конец которого на уровне поверхности воды при полном баке.

С помощью этих датчиков система определяет количество воды в баке. Пять светодиодов индицируют количество воды в величинах «Пусто», «1/4», «1/2», «3/4» и «Полный». Кроме того, на основании данных поступающих от датчиков происходит включение и выключение погружного насоса, который накачивает воду в бак из колодца. Шестой светодиод индицирует факт включенного состояния насоса (для этого используется отдельный светодиод).

Это касается бака, но и за уровнем воды в колодце тоже необходимо следить, поскольку погружной насос может нормально работать только при погружении в воду не менее определенной глубины.

за один раз. Поэтому датчик аналогичной конструкции, но состоящий из двух стержней из нержавеющей стали, установлен и в колодец. Этот датчик имеет только два состояния - воды достаточно для работы насоса и воды не достаточно для работы насоса. Если воды достаточно, - насос работает, когда требуется заполнение бака. Если в процессе заполнения бака уровень воды снижается и становится недостаточным для работы насоса, насос выключается. И будет включен только после того как вода в колодце поднимется до необходимого уровня.

Уровень воды в колодце индицируется светодиодом HL7.

Принципиальная схема устройства показана на рисунке 1. Основу схемы составляет микроконтроллер AT89S51. Датчики контроля за уровнем воды в баке подключены к портам P2.4 - P2.7. Каждый датчик состоит из щупа из нержавеющей стали определенной длины и каскада на транзисторе KT3102E. Если щуп датчика погружен в воду, то между ним и щупом, соединенным с плюсом питания микроконтроллера возникает ток, который открывает транзистор. Таким образом, если вода ниже уровня датчика, то на соответствующий порт поступает напряжение логической единицы, так как транзистор закрыт и на его коллекторе напряжение высокого уровня. Если щуп датчика погружен в воду, то на соответствующий порт поступает напряжение низкого логического уровня, так как электропроводностью воды транзистор открыт, и на его коллекторе напряжение низко.

На транзисторе VT5 выполнен датчик уровня воды в колодце. Работает каскад точно таким же образом, - воды достаточно, - на коллекторе ноль, воды не достаточно, - на коллекторе единица.

Индикация уровня воды осуществляется светодиодами HL1-HL5. При состоянии «Пусто» включается насос, при этом устанавливается низкий логический уровень на P0.5, ключ на транзисторах VT6 и VT7

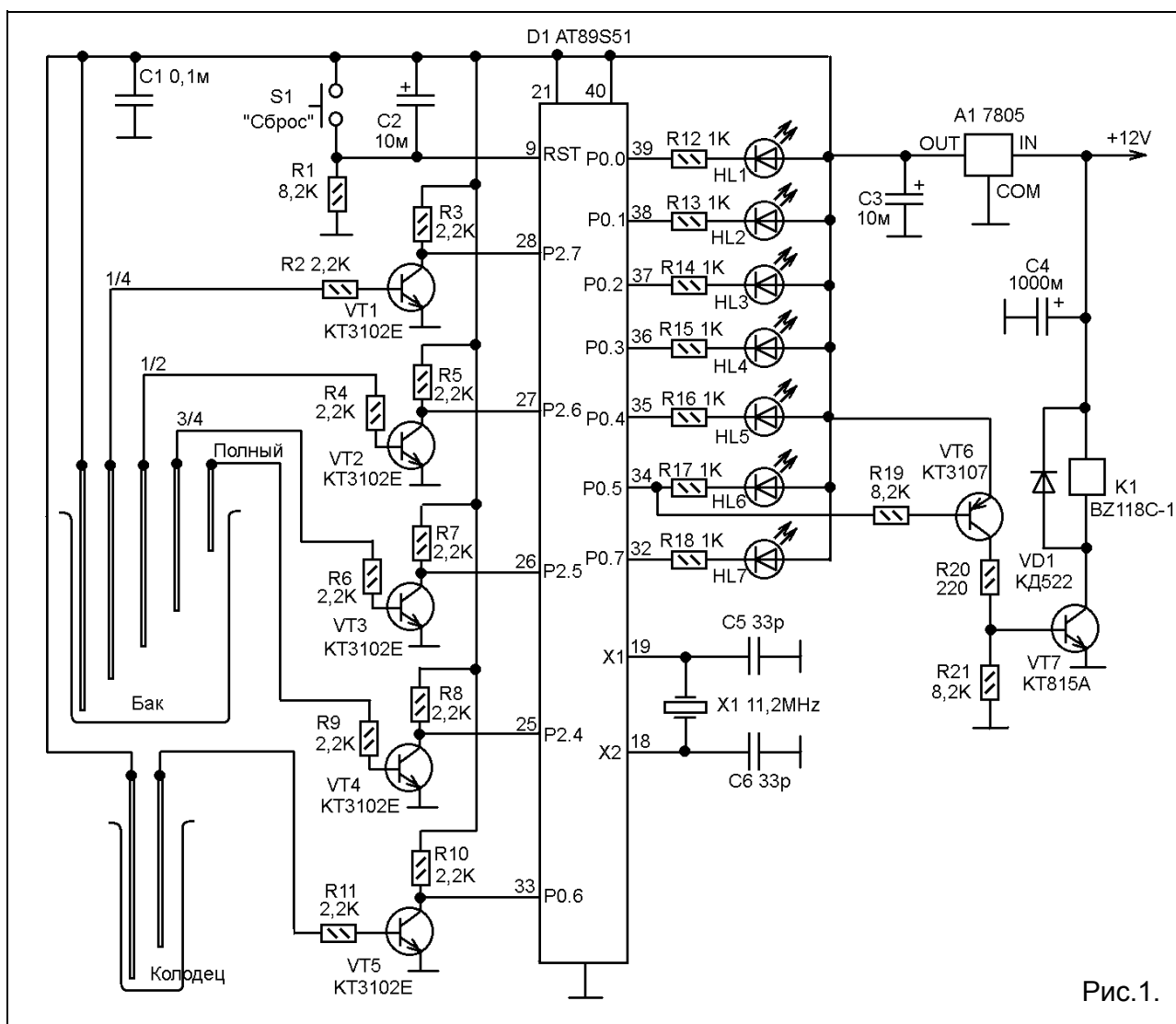


Рис.1.

открывается и подает ток на обмотку реле K1. Реле включает насос. После того как уровень воды достигает состояния «Полный» насос выключается. Светодиод HL6 индицирует состояние насоса (включен или выключен).

Исходный файл для микроконтроллера можно скачать на сайте журнала «Радио-конструктор» (www.radiocon.nethouse.ru).

Транзисторы KT3102E можно заменить практически любыми аналогами, например, KT315, BC548, 2N2222 и другими, при этом желательно отдавать предпочтение транзисторам с большим коэффициентом передачи h_{21} .

Транзистор KT3107 можно заменить любым аналогом, например, KT361, BC558 и другими.

Тип реле K1 большого значения не имеет, это может быть практически любое

электромагнитное реле с 12-вольтовой обмоткой и контактами по мощности и напряжению подходящими для управления насосом. Напряжение 12V подается от отдельного сетевого источника (сетевого адаптера).

Все светодиоды можно использовать любые индикаторные, но лучше повышенной яркости («сверхяркие») чтобы индикация была виднее.

Аналогичное устройство можно сделать и без микроконтроллера, схема такого варианта показана на рисунке 2. Как бы это не казалось странным, но схема на микросхеме K561ЛЕ5 работает практически аналогично схеме на микроконтроллере, однако имеется некоторое различие в работе индикации уровня воды в баке, которая осуществляется по

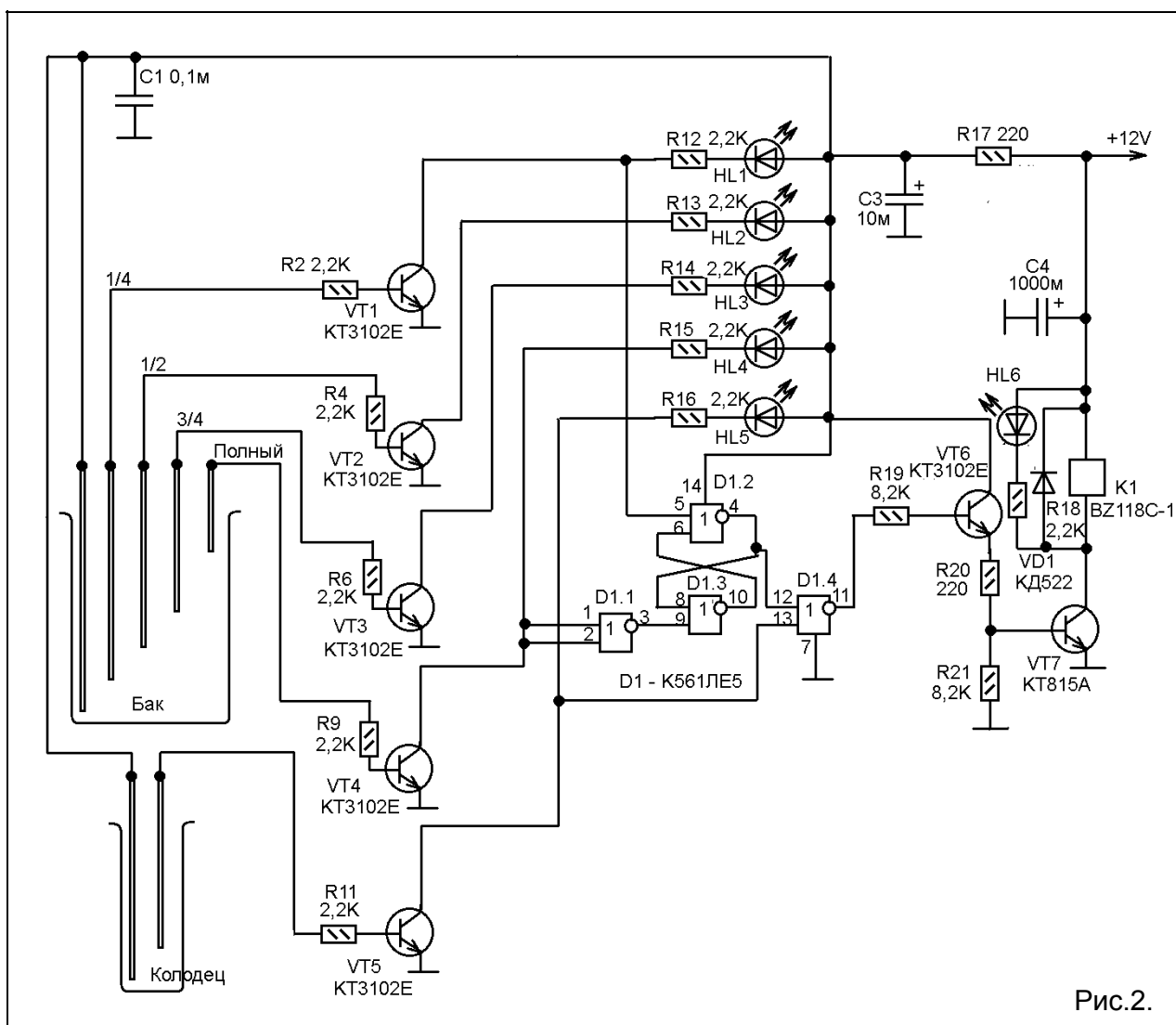


Рис.2.

упрощенному алгоритму. Но это лишь незначительно уменьшает удобства пользования системой.

Индикация уровня воды в баке осуществляется с помощью светодиодов HL1-HL4, которые непосредственно управляются транзисторными ключами датчиков уровня воды. Практически, чем больше горит светодиодов из них, тем больше воды в баке. Если ни один не горит - бак пустой (воды в нем менее 1/4 объема).

Включается насос с помощью RS-триггера на микросхеме D1. Если бак пуст (менее 1/4 объема), то на коллекторе VT1 будет логическая единица, так как тока через проводимость воды на его базу нет, и транзистор закрыт. Эта единица поступает на вывод 5 D1 и устанавливает RS-триггер в состояние нуля на выходе D1.2. Если в колодце достаточно воды для

работы насоса, то на коллекторе VT5 ноль, и элемент D1.4 работает как инвертор. Единица с его выхода открывает ключ VT6-VT7 и реле K1 включает насос. При этом горит светодиод HL6, индицирующий включение насоса.

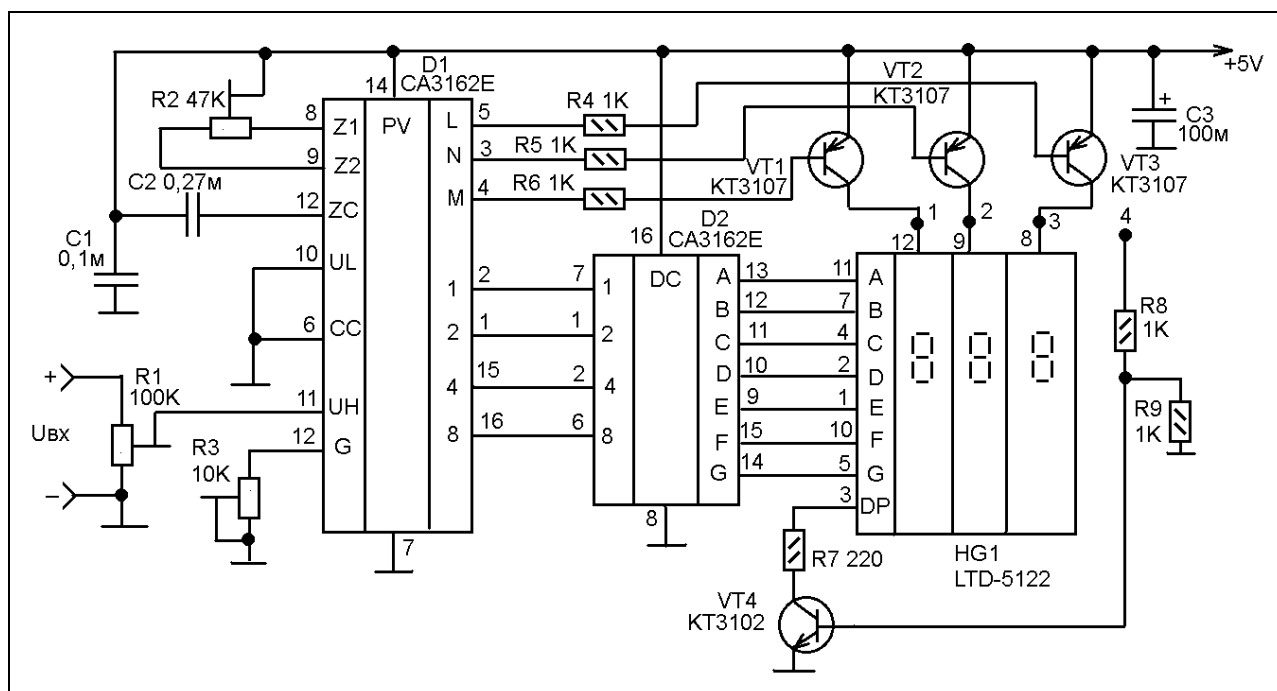
Бак наполняется, и когда уровень воды в нем достигает значения «Полный» открывается транзистор VT4. На выходе инвертора D1.1 - единица, которая переключает RS-триггер в состояние единицы на выходе D1.2. Насос выключается.

Если в колодце недостаточный уровень воды на коллекторе VT5 будет единица и на выходе D1.4 будет ноль независимо от уровня воды в баке.

Микросхему K561LE5 можно заменить на K176LE5 или CD4001 (и другие аналоги).

Мотыгин С.А.

ВСТРАИВАЕМЫЙ ВОЛЬТМЕТР



Этот цифровой вольтметр можно встроить, например, в лабораторный блок питания. Прибор, в зависимости от настройки, может измерять напряжение с верхним пределом от 999mV до 99,9V и более. Индикация осуществляется на трехразрядном светодиодном семисегментном дисплее.

Основой прибора является микросхема CA3162E, которая представляет собой схему цифрового вольтметра с измерительным интервалом 0...999mV. Выход микросхемы рассчитан на динамическую индикацию, - есть четырехразрядный двоичный выход данных, и три выхода для сканирования дисплея при динамической индикации. Семисегментного дешифратора в составе микросхемы нет, поэтому для законченной схемы требуется любой дешифратор для семисегментного светодиодного индикатора, например, K176ИД2 или CA3161E, как в данной схеме.

Данные поступают на вход дешифратора D2. На его выходе - инверсный семисегментный код, рассчитанный на индикаторы с общим анодом.

Для сканирования индикаторов дисплея используются транзисторные ключи VT1-VT3.

Переменный резистор R1 должен быть

многооборотным, в данном случае используется резистор на 100 кОм от переключателя программ старого отечественного телевизора.

Налаживание вольтметра несложно. Сначала нужно перегнуть ползунок R1 вниз по схеме (практически замкнуть вход). Затем резистором R2 установить нулевые показания.

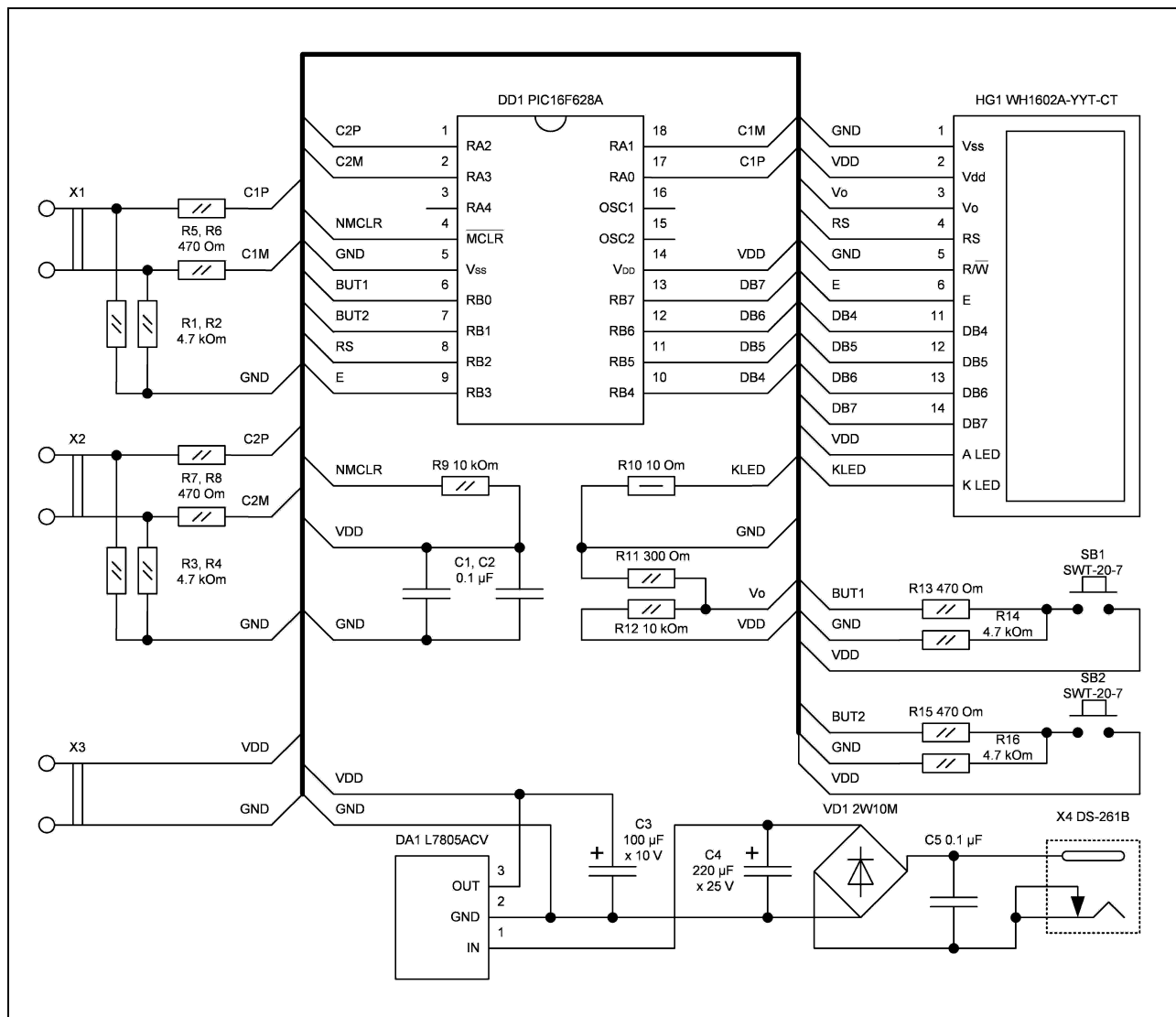
Далее, перегнуть ползунок R1 в крайнее верхнее положение (по схеме), и подать на вход напряжение 0,999V (например, от лабораторного источника питания, точно выставив его, проверяя по образцовому прибору, - мультиметру). После этого отрегулировать R3 так чтобы прибор показывал «999».

Следующий этап - подгонка к конкретному месту работы. Допустим, прибор будет работать с лабораторным источником с максимальным выходным напряжением 30V. Соединяем перемычкой точки «4» и «2» чтобы задать положение десятичной точки. Перегоняем движок R1 вниз по схеме. Подаем на вход 30V, и медленно поворачиваем ручку R1 в обратном направлении (вверх, по схеме), пока на индикаторе не появится «30,0».

Каравкин В.

ДВОЙНОЙ РЕВЕРСИВНЫЙ СЧЕТЧИК

рию задающую импульсы управления счётном двух величин. Для питания периферии есть разъём X3. Инкрементирование и декремент-



Многие радиолюбители знают микросхему K174ИЕ4, на базе которой делали счётчик импульсов или даже частотомер (подсчёт импульсов за определённое время). Мой вариант двойного счётчика, который может инкрементировать и декрементировать величину сделан на базе микроконтроллера.

Принципиальная схема прибора изображена на рисунке. Возможность инкрементировать, декрементировать и отображать две величины реализуется на микроконтроллере DD1 PIC16F628A и знакосинтезирующем дисплее HG1 WH1602A-YYT-CT. Для генерации тактовой частоты используется внутренний RC-генератор.

К входам X1 и X2 подключают перифе-

тирование происходит по заднему фронту сигнала КМОП логики. Счётчик подсчитывает до 65535 импульсов, после переполнения происходит обнуление и подсчёт начинается заново.

Резисторы R1 – R4 устанавливают низкий логический уровень в пассивном состоянии цепи ввода информации с помощью сигнала КМОП логики. Резисторами R5 - R8 происходит ограничение по току на входах КМОП логики микроконтроллера DD1. Принудительная функция сброса микроконтроллера отсутствует, вывод для сброса подключен к положительному потенциалу питания через токоограничивающий резистор R9. Резистором R10 устанавливают напряже-

ние подсветки знакосинтезирующего дисплея HG1. Резисторами R11 и R12 устанавливается контрастность дисплея HG1. Резисторами R13 и R15 происходит ограничение по току для входов микроконтроллера. Резисторы R14 и R16 устанавливают низкий КМОП логический уровень при пассивном состоянии тактовых кнопок SB1 и SB2.

Тактовыми кнопками SB1 и SB2 происходит сброс первого и второго

счётчика, соответственно.

Линейный интегральный стабилизатор напряжения DA1 стабилизирует напряжение 5 В. Питание постоянного или переменного тока от 9 до 15 В подаётся на разъём X4. Ток выпрямляется диодным мостом VD1. Все конденсаторы в данном приборе выполняют фильтрующую функцию.

Ковалев А.Ю.
aykovalev@yandex.ru

МЕТРОНОМ

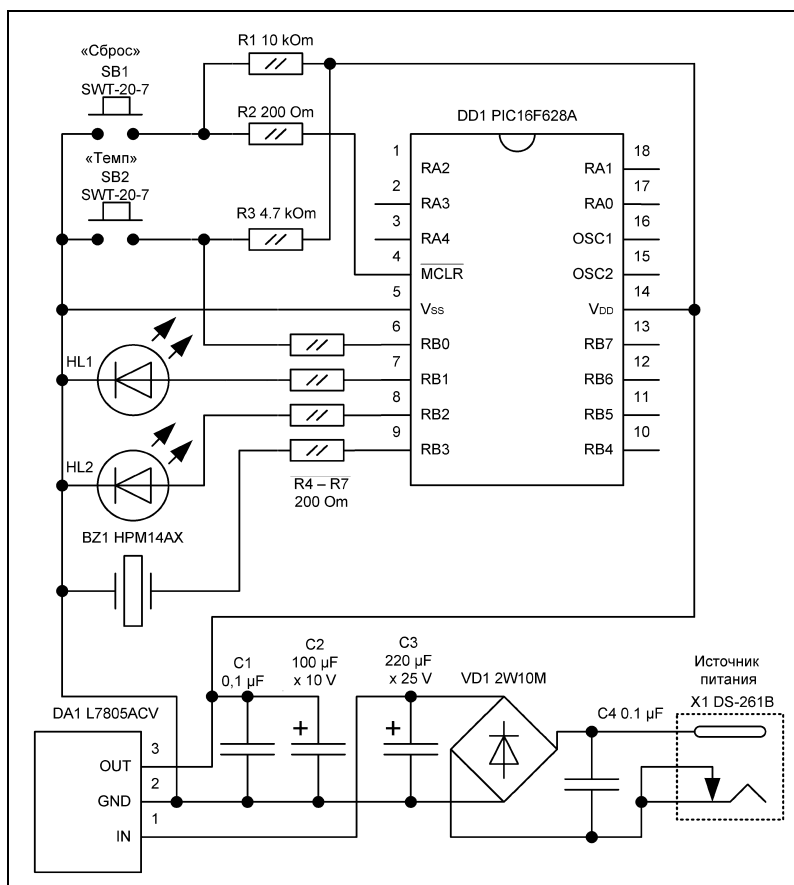
Метроном — прибор, отмечающий короткие промежутки времени равномерными сигналами. В основном используется музыкантами как точный ориентир темпа при исполнении музыкального произведения на репетиции.

Принципиальная схема метронома на микроконтроллере изображена на рисунке. В основе прибора лежит микроконтроллер DD1 PIC16F628A. Для генерации тактовой частоты используется внутренний RC-генератор. SB1 — кнопка для сброса микроконтроллера. Нажимая в нужном Вам темпе кнопку SB2, добиваются воспроизведения света и звука метронома в нужном темпе. Прибор позволяет задавать темп от долей секунд до 50-и секунд.

Резисторы R2 и R4 ограничивают ток на входах микроконтроллера. Резисторы R1 и R3 устанавливают высокий логический уровень в пассивном состоянии кнопок SB1 и SB2.

Резисторами R5 — R7 устанавливают напряжение на светодиодах HL1, HL2 и пьезоизлучателе звука BZ1 со встроенным генератором. HL1 и HL2 любые светодиоды с током потребления 15 мА - 20 мА.

Линейный интегральный стабилизатор напряжения DA1 стабилизирует напря-



жение 5 В. Питание постоянного или переменного тока от 9 до 15 В подаётся на разъём X1. Ток выпрямляется диодным мостом VD1. Все конденсаторы C1-C4 в данном приборе выполняют фильтрующую функцию.

Ковалев А.Ю.
aykovalev@yandex.ru

ШИМ НА МИКРОКОНТРОЛЛЕРЕ СЕМЕЙСТВА AVR

В статье представлено устройство, реализующее ШИМ на базе микроконтроллера ATTINY2313. Для реализации ШИМ в микроконтроллере задействован таймер/счетчик 1, работающий в режиме phase correct PWM (ШИМ, корректный по фазе).

В ATTINY2313 предусмотрены два таймера счетчика общего назначения: 8-разрядный таймер/счетчик 0 (T/C0) и 16-разрядный таймер/счетчик 1 (T/C1). Оба таймера могут работать в режиме ШИМ. Рассмотрим поподробнее, все особенности работы таймера/счетчика 1 вышеуказанного микроконтроллера, в режиме ШИМ. Модуль таймера/счетчика1 поддерживает

следующие режимы работ:

- режим Normal;
- режим сброса при совпадении (CTC);
- режим phase correct PWM (ШИМ, корректный по фазе);
- режим phase correct and frequency correct PWM (ШИМ, корректный по фазе и частоте);
- режим fast PWM (быстрый ШИМ).

Микроконтроллер в представленном устройстве, как уже упоминалось выше, работает в режиме phase correct PWM (ШИМ, корректный по фазе). Рассмотрим поподробнее данный режим.

В качестве источников импульсов для таймера можно выбрать сигнал с тактовой частотой микроконтроллера (СК) импульсы предварительного делителя (СК/8, СК/64, СК/256, СК/1024) или импульсы с соответствующего внешнего вывода. Рассмотрим регистры управления T/C1. Это регистры TCCR1A и TCCR1B. Биты регистра TCCR1A приведены в таблице 1.

Таблица 1

Бит	7	6	5	4	3	2	1	0
	COM1A1	COM1A0	COM1B1	COM1B0	----	----	WGM11	WGM10
Чт./зап.	R/W	R/W	R	R	R	R	R/W	R/W
Нач. знач	0	0	0	0	0	0	0	0

Биты 7 COM1A1 и 6 COM1A0 – выбор режима работы выхода совпадения (канал А, вывод 15 микроконтроллера). Биты 5 COM1B1 и 4 COM1B0 – выбор режима работы выхода совпадения (канал В, вывод 16 микроконтроллера).

Функции бит 7, 6 COM1A1, COM1A0,

COM1B1, COM1B0 в режиме корректный по фазе ШИМ (или корректный по фазе и частоте) приведены в

таблице 2. Выбор данных режимов осуществляется при помощи бита WGM13 в регистре TCCR1B.

Биты 2, 3 – зарезервированы и всегда читаются как 0.

Функции бит 1, 0 WGM11, WGM10 для режима phase correct PWM приведены в таблице 3.

Биты регистра TCCR1B приведены в таблице 4.

Бит 7: ICNC1: Разрешение работы шумоподавителя на входе захвата. Если ICNC1=0, то подавление входного шума входа захвата запрещено. Установка этого бита (в единицу) активизирует схему шумоподавителя на входе захвата. При этом захват срабатывает по первому заданному (нарастающему или спадающему) фронту сигнала на входе ICP1. При установке бита обрабатываются четыре последовательные выборки сигнала на входе ICP1. Для срабатывания захвата все выборки должны соответствовать уровню, заданному битом ICES1. Частота выборок равна тактовой частоте генератора.

Бит 6: ICES1: выбор фронта захвата сигнала. Если ICES1=0, содержимое таймера/счетчика 1 переписывается в регистр захвата по спадающему фронту на входе ICP. Если бит установлен – по нарастающему.

Биты 5: зарезервирован и всегда читается как 0

Биты 4, 3: WGM13, WGM12 – Выбор режима генерации сигнала

Биты 2, 1, 0: CS12, CS11, CS10: выбор тактовой частоты. Эти биты задают коэффициент предварительного деления для таймера/счетчика 1. Назначение данных бит приведено в таблице 5.

В режиме (phase correct PWM) T/C1 можно

использовать как 8-, 9-, 10-, разрядный широтно-импульсного модулятор. В этом случае счетчик и регистр OCR1A (OCR1B) работают как защищенный от дребезга независимый ШИМ с отцентрированными импульсами.

Таблица 2

COM1A1/ COM1B1	COM1A0/ COM1B0	Воздействие на линию OCA1/OCB1
0	0	Обычные операции с портом. Сигналы OCA1/OCB1 не подключены.
0	1	WGM13=0. Обычные операции с портом. Сигналы OCA1/OCB1 не подключены. WGM13=1. Переключение OCA1 в момент совпадения.
1	0	Очистка OCA1/OCB1 в момент совпадения при прямом счете. Сброс OCA1/OCB1 в момент совпадения при обратном счете.
1	1	Установка OCA1/OCB1 OCA1/OCB1 в момент совпадения при прямом счете. Сброс OCA1/OCB1 в момент совпадения при обратном счете.

Таблица 3

PWM11	PWM10	Режим работы таймера/счетчика 1
0	0	Работа ШИМ запрещена, режим Normal
0	1	8-разрядный ШИМ (phase correct PWM)
1	0	9-разрядный ШИМ(phase correct PWM)
1	1	10-разрядный ШИМ(phase correct PWM)

Таблица 3

PWM11	PWM10	Режим работы таймера/счетчика 1
0	0	Работа ШИМ запрещена, режим Normal
0	1	8-разрядный ШИМ (phase correct PWM)
1	0	9-разрядный ШИМ(phase correct PWM)
1	1	10-разрядный ШИМ(phase correct PWM)

Таблица 4

Бит	7	6	5	4	3	2	1	0
	ICNC1	ICES1	----	WGM13	WGM12	CS12	CS11	CS10
Чт./зап.	R/W	R/W	R	R	R/W	R/W	R/W	R/W
Нач. знач	0	0	0	0	0	0	0	0

Таблица 5

CS12	CS11	CS10	Режим работы таймера/счетчика 1
0	0	0	Таймер/счетчик 1 остановлен
0	0	1	СК
0	1	0	СК/8
0	1	1	СК/64
1	0	0	СК/256
1	0	1	СК/1024
1	1	0	Внешний источник сигнала на входе T1. Спадающий фронт на выводе T1
1	1	1	Внешний источник сигнала на входе T1. Нарастающий фронт на выводе T1

Таблица 6

Разрешение ШИМ	Конечное значение таймера	Частота ШИМ
8 бит	\$00FF (255)	Ftc/510
9 бит	\$01FF (511)	Ftc/1022
10 бит	\$03FF (1023)	Ftc/2046

При выборе режима широтно-импульсного модуляции (ШИМ) таймер/счетчик 1 и регистр совпадения OCR1A формируют как 8-, 9-, 10-, разрядный непрерывный, свободный от "дрожания" и правильной по фазе сигнал, выводимый на вывод 15 (вывод 16) микроконтроллера. Таймер/счетчик 1 работает как реверсивный счетчик, считающий от нуля до

конечного значения. Конечное значение таймера и частота ШИМ, приведены в таблице 6.

При достижении конечного значения счетчик начинает считать в обратную сторону до нуля, после чего рабочий цикл повторяется. Когда значение счетчика совпадет с 8, 9, 10 младшими битами регистра OCR1A (OCR1B), вывод 15 (выв. 16) устанавли-

вается или сбрасывается в соответствии установками битов COM1A1 и COM1A0 (COM1B1 и COM1B0) в регистре TCCR1A (см. табл. 2). В целом программные ресурсы микроконтроллера ATTINY2313 позволяют реализовать ШИМ с достаточно гибким управлением и с достаточно большим диапазоном задаваемых частот.

Принципиальная схема широтно-импульсного модулятора (далее – устройства) на базе микроконтроллера ATTINY2313I -PU представлена на рис. 1.

В устройстве задействован - 8- разрядный phase correct PWM с выходом OCA1. Поэтому в регистр TCCR1A загружается число 0b11000001. Для согласования двухразрядного числа индицируемого на индикаторах

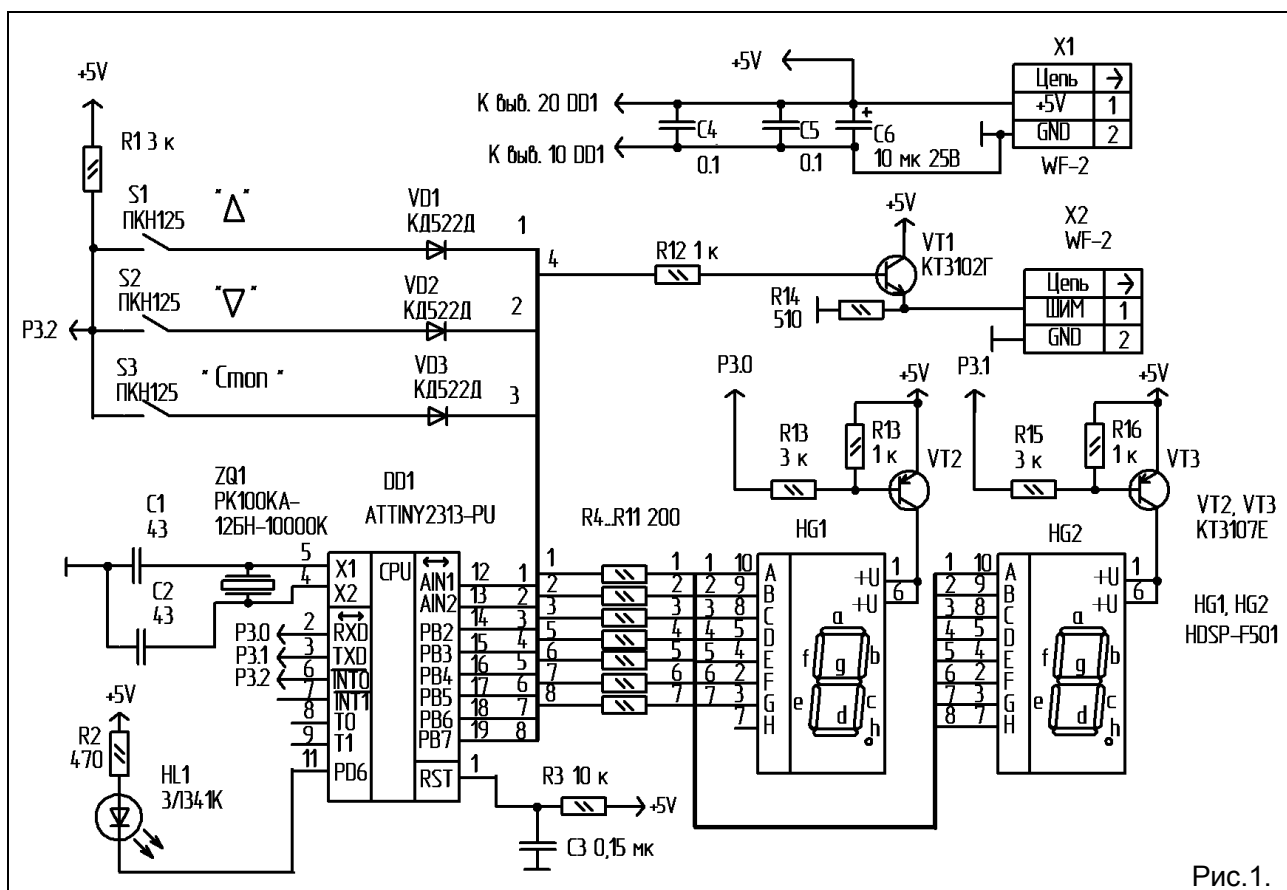


Рис.1.

HG1, HG2 с конечным значением таймера/счетчика 1 в программе заложена формула: $Y = 2,5 \cdot X$, где X – число индицируемое на индикаторах; Y – число загружаемое в счетчик таймер/счетчика 1. На дисплее в этом случае индицируется относительная величина (в %) загрузки числа в счетчик. Реально в счетчик загружается число от 0 до 247.

Индикатор HL1 включается с вывода 11 микроконтроллера DD1. С порта В микроконтроллер DD1 управляет клавиатурой (кнопки S1...S3) и динамической индикацией. Динамическая индикация собрана на транзисторах VT1, VT2, цифровых семисегментных индикаторах HG1, HG2. Резисторы R4...R11 токоограничительные для сегментов индикаторов HG1, HG2. Коды для включения индикаторов HG1, HG2 при функционировании динамической индикации поступают на порт В микроконтроллера DD1. Для функционирования клавиатуры задействован так же вывод 6 микроконтроллера DD1. Выходной сигнал ШИМ поступает на контакт 1 соединителя X2 с выхода эмиттерного повторителя, собранного на транзисторе VT1. Рабочая частота 10 МГц микроконтроллера задается генератором с внешним резонатором ZQ1.

Элементы интерфейса устройства:

клавиатура (кнопки S1...S3), индикатор HL1, и блок индикации (дисплей) из двух цифровых семисегментных индикаторах HG1, HG2. Кнопки клавиатуры имеют следующее назначение:

S1 (Δ) – увеличение на единицу значения ШИМ (в %) при удержании данной кнопки в нажатом состоянии более 2 секунд, значение ШИМ индицируемое на дисплее увеличивается на 5 единиц за 1 секунду;

S2 (▽) – уменьшение на единицу значения ШИМ (в %) при удержании данной кнопки в нажатом состоянии более 2 секунд, значение ШИМ индицируемое на дисплее уменьшается на 5 единиц за 1 секунду;

S3 (C) – выключения ШИМ, при выключении ШИМ выключается индикатор HL1, на выводе 15 микроконтроллера – лог. 1.

Для включения ШИМ достаточно нажать кнопку S1 или S2. При включенном ШИМ – индикатор HL1 – включен.

Системный сброс микроконтроллера DD1 осуществляется сигналом низкого уровня, через RC-цепь (резистор R3, конденсатор C3). При инициализации индикатор HL1, отключен. На индикаторах HG1, HG2 индицируются нули. Для перевода устройства в рабочий режим необходимо кнопками S1 (Δ), S2 (▽) установить необходимое значение

ШИМ при этом включится индикатор HL1. Для отключения ШИМ нажать на кнопку S3 (C), на выводе 15 микроконтроллера при этом установится лог.1.

Программа состоит из трех основных частей: инициализации, основной программы, работающей в замкнутом цикле и подпрограммы обработки прерывания от таймера T/C0 (соответственно метки INIT, SE1, S0).

В основной программе происходит инкремент, декремент заданного значения ШИМ.

В подпрограмме обработки прерывания от таймера/счетчика T/C0 происходит опрос клавиатуры и перекодировка двоичного числа значений времени в код для отображения информации на семисегментных индикаторах и отображения разрядов в динамической индикации. В памяти данных микроконтроллера с адреса \$60 по \$61 организован буфер отображения для динамической индикации.

Каждый байт из функциональной группы в цикле, в подпрограмме обработки прерывания таймера T/C0 (метка S0), после перекодировки выводится в порт В микроконтроллера. Для включения индикаторов HG1, HG2 необходимо установить лог. 0 на выводах 2, 3, микроконтроллера DD1 соответственно. Так, например для того чтобы на индикаторе HG1 индицировалось число "1", необходимо двоично-десятичное число расположенное по адресу \$60 перекодировать, вывести в порт В микроконтроллера и установить лог. 0 на выводе 2 микроконтроллера DD1. Записывая поочередно после перекодировки, в цикле, в порт В микроконтроллера байты из функциональной группы буфера отображения, и лог. 0 на соответствующий выводы порта D мы получаем режим динамической индикации.

В процессе обработке подпрограммы прерывания происходит опрос клавиатуры. Младшая тетрада выводимого при этом в порт В микроконтроллера байта для клавиатуры представляет собой код "бегущий ноль". После записи данного байта в порт В, микроконтроллер DD1 анализирует сигнал на входе 6 порта D. В рамках вышеуказанной подпрограммы, при любой нажатой кнопки на входе 6 микроконтроллера присутствует лог. 0. Таким образом, каждая кнопка клавиатуры "привязана" к "своему" разряду в младшей тетраде байта данных, выводимого в порт В микроконтроллера, для опроса клавиатуры.

При нажатии на кнопку S1 текущее значение ШИМ на дисплее увеличивается на единицу и устанавливается флаг, разрешающий увеличивать значение ШИМ, индицируемого на дисплее. Одновременно запускается счет-

чик организованный на R2, формирующий интервал 2 сек. Если кнопка удерживается более 2 секунд, значение ШИМ, индицируемое на дисплее увеличивается на 5 единиц за 1 секунду. Интервал времени в течении которого происходит увеличение времени организован в R1. При отпускании кнопки S1 все вышеуказанные счетчики обнуляются.

Совершенно аналогичным образом организована работа кнопки S2 для уменьшения значения ШИМ, индицируемого на дисплее. При нажатии на кнопку S2 текущее значение времени на дисплее уменьшается на единицу. Если кнопка удерживается более 2 секунд, значение времени, индицируемое на дисплее уменьшается на 5 единиц за 1 секунду. Счетчики приведенного алгоритма для кнопки S2 организованы соответственно в регистрах R3, R4. Ниже приведен фрагмент программы работы клавиатуры:

```
EMOK2: sbrs flo1,3 ;PUSK2
rjmp EMOK1
dec KKNR2
brne EMOK3
ldi t1,10
mov KKNR2,t1
CBR flo1,0b00000010
rjmp EMOK3
EMOK1:SBR flo1,0b00000010
```

```
EMOK3:dec KKNR3
brne SL0
ldi t1,10
mov KKNR3,t1
```

```
sbrs flo1,2;ZNAK
rjmp EMOK21
sbrs flo,2
rjmp MIL11
SBR flo,0b000000100
rjmp EMOK21
MIL11:CBR flo,0b000000100
```

```
EMOK21: sbrs flo1,4 ;PUSK2
rjmp EMOK11
dec KKNR4
brne SL0
ldi t1,10
mov KKNR4,t1
CBR flo1,0b000000100
rjmp SL0
EMOK11: SBR flo1,0b000000100
```

```
SL0:ldi t2,0b11111110; кнопка № 1
out PORTB,t2
nop
```



```

nop
nop
sbic PIND,2
rjmp S1
sbrc flo,1
rjmp MS1
cpi shim,99
breq MS1

cbi PORTD,6
inc shim
mov shim1,shim
lsl shim1
mov t1,shim1
mov shim1,shim
lsr shim1
adc shim1,t1
ldi t1,0
out OCR1AH,t1
out OCR1AL,shim1
SBR flo,0b00010010;бит увеличения времени
SBR flo1,0b00001000;PUSK2
rjmp ms1

S1:CBR flo,0b000000010
CBR flo1,0b00001000

```

```

ldi t2,0b11111101;кнопка № 2
out PORTB,t2
nop
nop
nop
sbic PIND,2
rjmp S2
sbrc flo,2
rjmp ms1
cpi shim,0
breq MOS1

```

```

cbi PORTD,6
dec shim
mov shim1,shim
lsl shim1
mov t1,shim1
mov shim1,shim
lsr shim1
adc shim1,t1
ldi t1,0
out OCR1AH,t1
out OCR1AL,shim1

```

```

SBR flo,0b00100100; бит уменьшения
времени
SBR flo1,0b00010000
rjmp ms1
mos1:sbi PORTD,6

```

```

rjmp ms1
S2:CBR flo,0b000000100
CBR flo1,0b00010000

ldi t2,0b11111011; кнопка № 3
out PORTB,t2
nop
nop
nop
sbic PIND,2
rjmp S3
sbrc flo,3
rjmp ms1
SBR flo,0b000001000
ldi t1,0
out OCR1AH,t1
out OCR1AL,t1

;sbis PORTD,6
;rjmp ML1
;cbi PORTD,6
;rjmp MS1
ML1:sbi PORTD,6
rjmp ms1

S3:CBR flo,0b000001000

```

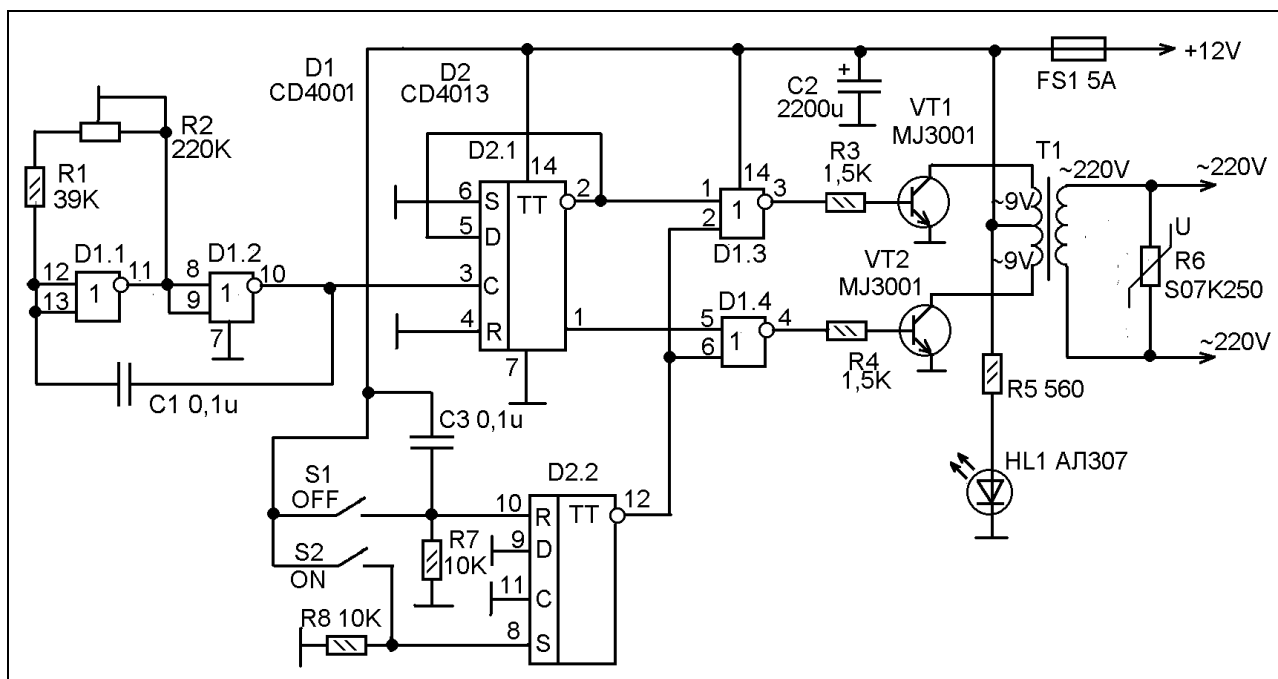
В регистре R22 осуществляется выбор разрядов в динамической индикации. При инициализации в R22 заносится число 0b00000001. При каждом обращении к подпрограмме обработки прерывания единица сдвигается влево, подготавливая включение следующего разряда. В подпрограмме так же осуществляется проверка; не вышла ли единица за пределы разрядной сетки, т. е. после числа 0b00000100 в R22 загружается снова 0b00000001. Все флаги, которые используются при работе программы, выполнены на регистрах R24, R25. Назначение каждого флага приведено в тексте программы.

Разработанная программа на ассемблере занимает порядка 0,7 КБайт памяти программ микроконтроллера. Потребление тока по каналу напряжения: +5 В, не более 100 мА. В схеме представленной на рис. 1 применены конденсаторы C1...C5 типа K10-17а. Конденсатор C6 типа K50-35. Данный конденсатор устанавливаются между цепью +5V и общим проводником микроконтроллера DD1. Применены резисторы типа C2-33H-0.125.

Шишкин С.

*Программное обеспечение к статье
есть на сайте www.radiocon.nethouse.ru
в закладке «HEX-файлы».*

ИНВЕРТОР =12V/~220V



Практически вся бытовая аппаратура питается переменным током напряжением 220V. Это обстоятельство делает невозможным эксплуатацию электроаппаратуры в автомобиле или в месте, где временно или постоянно нет электросети, но есть доступ к автомобильному аккумулятору. Для питания аппаратуры на ~220V от автомобильной бортовой сети существуют так называемые «инверторы», - преобразователи постоянного тока 12V в переменный 220V. Здесь приводится краткое описание одного из таких устройств, вырабатывающего нестабильное переменное напряжение 220V при питании от источника постоянного тока напряжением 12V (автомобильный аккумулятор). Максимальная мощность нагрузки 30W, при такой нагрузке выходное напряжение снижается до 200V. На холостом ходу – 240V.

Этот инвертор можно успешно использовать для питания электробритвы, ЛДС, маломощного кипятильника, паяльника.

Принципиальная схема инвертора показана на рисунке. На логических элементах D1.1 и D1.2 сделан мультивибратор, генерирующий импульсы, частоту которых можно установить подстроечным резистором R2 (перед первым включением нужно проследить.

Импульсы с выхода D1.2 частотой 100 Гц поступают на D-триггер D2.1, который создает на своих противоположных выходах противофазные импульсы частотой в два раза ниже частоты входной частоты, поступающей на вывод 3 D2.1. Входы R и S не используются, поэтому соответствующие им выводы 4 и 6 соединены с общим минусом.

На втором триггере микросхемы D2 (D2.2) собран квазисенсорный выключатель, переводящий схему в энергосберегающий (не рабочий) режим. Управление двумя кнопками S1 и S2, а конденсатор C3 предварительно устанавливает схему в выключенное состояние. Кнопки S1 и S2 без фиксации. Для выключения (перехода в энергосберегающий режим) нужно нажать S1. При этом на выходе D2.2 появляется логическая единица, которая закрывает элементы D1.3 и D1.4, и через них импульсы не проходят на транзисторы VT1 и VT2. Для включения нужно нажать S2. При этом на выходе D2.2 появляется логический ноль, который открывает элементы D1.3 и D1.4, и через них импульсы проходят на транзисторы VT1 и VT2. Транзисторы MJ3001 – это транзисторы Дарлингтона, то есть, в каждом из них не один, а два транзистора, включенных по составной схеме. Коэффициент

передачи и входное сопротивление при включении по схеме с общим эмиттером транзистора Дарлингтона многократно выше обычного в аналогичных условиях. Это позволяет базовые цепи транзисторов вполне приемлемо согласовать с выходами логических инверторов КМОП.

В коллекторных цепях транзисторов включены две половины низковольтной обмотки трансформатора Т1. В качестве трансформатора Т1 используется готовый тороидальный силовой трансформатор мощностью 40W, с вторичной обмоткой на 18V с отводом от середины, который включен наоборот (как повышающий). В данной схеме можно использовать любой силовой трансформатор с аналогичными параметрами. Возможно применение и миниатюрного военного трансформатора на 400 Hz, но нужно будет соответственно повысить частоту мультивибратора на D1.1-D1.2 и выходная частота будет 400 Hz, что может вызвать затруднения с питанием некоторых потребителей, предназначенных для работы именно на 50 Hz. Впрочем, если речь идет о кипятильнике и паяльнике – проблем не будет.

Светодиод HL1 служит индикатором питающего напряжения. R6 – варистор на 250V, он служит для защиты от высоковольтных выбросов, если такие возникнут.

На базы транзисторов поступают прямоугольные импульсы, они конечно сглаживаются на индуктивности обмоток трансформатора, но форма выходного напряжения все равно далека от синусоидальной. Поэтому прибор нежелательно использовать для питания аппаратов, критичных к форме питающего переменного напряжения. А так же, необходимо учитывать и нестабильность выходного напряжения, сильно зависящего от мощности нагрузки.

Налаживание заключается только в установке частоты выходного напряжения (50 Hz) подстройкой R2 (на выводе 10 D1.2 будет частота 100 Hz).

Транзисторы необходимо поставить на радиаторы.

Монтаж в авторском варианте выполнен на готовой макетной печатной плате.

Юнусов А.Л.

СЕТЕВОЙ ИСТОЧНИК ПИТАНИЯ ДЛЯ БАТАРЕЙНОЙ АППАРАТУРЫ

Аппаратура с автономным питанием обычно рассчитана на номинальное напряжение питания кратное 1,5V, - стандартному значению номинального напряжения одного гальванического элемента. Питание от гальванической батареи хорошо только в переносном режиме, но как только появляется доступ к электросети очень желательно перейти на питание от неё, потому что емкость гальванической батареи весьма ограничена. Сетевой источник питания должен состоять из силового трансформатора, выпрямителя и стабилизатора с регулируемым выходным напряжением.

На рисунке 1 показана схема источника питания. Трансформатор на схеме не показан, потому что это может быть прак-

тически любой силовой трансформатор с выходным переменным напряжением в пределах 15-20V. Например, можно

использовать китайский трансформатор с вторичной обмоткой 9-0-9V, используя крайние выводы, а средний отвод не подключая в схему. Либо любой другой покупной или самодельный вариант.

Регулировка выходного напряжения осуществляется переключением десяти фиксированных значений от 1,5V до 15V с шагом в 1,5V. Таким образом, можно питать аппаратуру, питающуюся от гальванического источника состоящего из числа гальванических элементов от одного до десяти последовательно включенных.

Переменное напряжение 18V (от 15 до 20V) поступает на мостовой выпрямитель на диодах VD1-VD4. Выпрямленное напряжение сглаживается конденсатором C1.

Стабилизатор напряжения выполнен на основе регулируемого стабилизатора А1 типа LM317. Данная микросхема представляет собой регулируемый интегральный стабилизатор напряжения от 1,25 до 33V при входном напряжении не более 37V. Величина выходного напряжения зависит от соотношения сопротивлений двух резисторов, образующих делитель напряжения на выходе микросхемы, для подачи на регулирующий вход.

В схеме на рисунке 1 этот делитель состоит из резистора R1 и резисторов R2-R14, переключаемых переключателем S1.

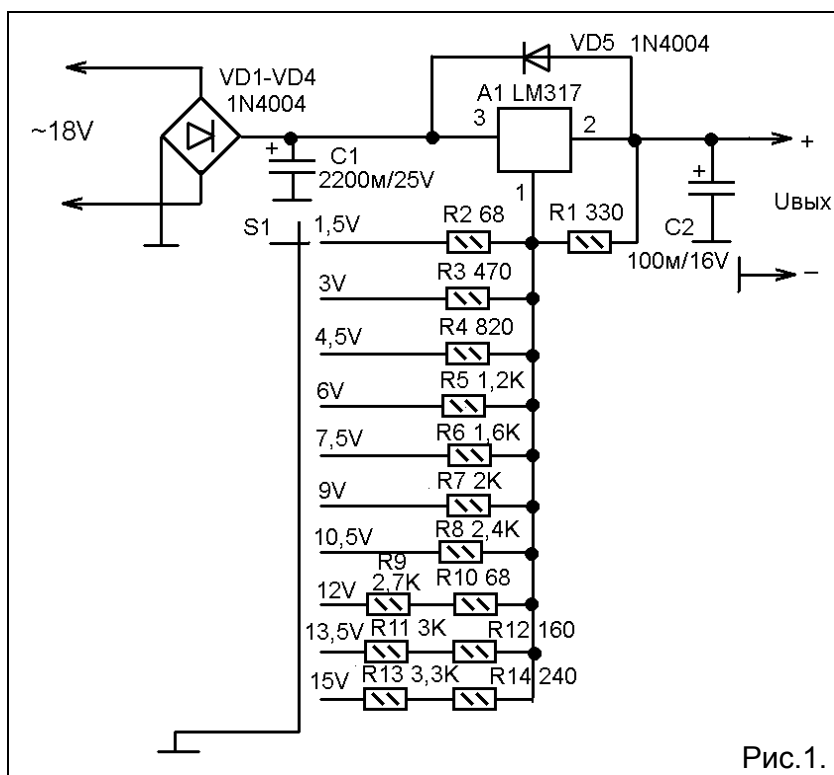


Рис.1.

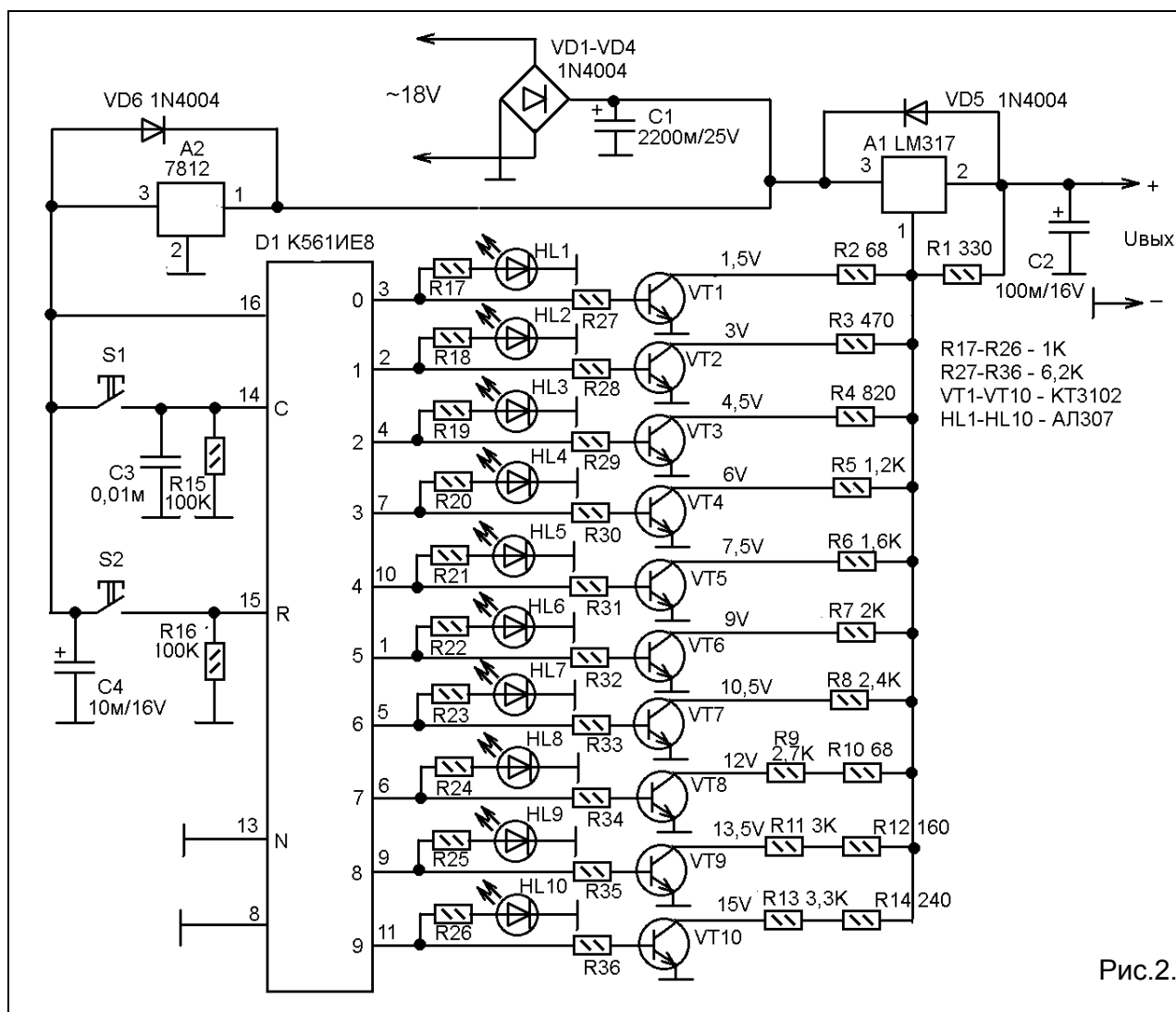


Рис.2.

При указанных на схеме величинах сопротивления резисторов R1-R14 фактические выходные напряжения будут следующими: 1,51V, 3,08V, 4,45V, 5,9V, 7,47V, 9,03V, 10,58V, 11,88V, 13,51V и 15,12V. Но это при условии, что сопротивления резисторов R1-R14 точно такие, как подписано на схеме. На деле существует погрешность номинальных сопротивлений постоянных резисторов, и поэтому, в пределах погрешности реальное сопротивление может отличаться. Здесь может быть два выхода из положения, - использовать прецизионные резисторы, что дорого и не всегда доступно, или из кучи резисторов общего применения с помощью точного омметра выбрать подходящие, либо набирать необходимые величины сопротивления составляя их из нескольких резисторов.

Есть и третий вариант, не годный для серийного производства, но вполне пригодный для радиолюбительского творчества. Дело в том, что сопротивление резистора зависит от толщины его резистивного слоя. Можно взять резистор немного более низкого сопротивления, чем требуется, а затем с помощью нулевой шкурки подточить его поверхность. При этом сопротивление резистора будет увеличиваться. Как показывает практика, таким образом можно увеличить фактическое сопротивление резистора в пределах 8-10%, но не более, так как при более значительном стачивании резистивного слоя может возникнуть его разрыв и сопротивление

станет бесконечно большим.

После того как сопротивление резистора подогнано до необходимой величины, его оголившийся резистивный слой нужно защитить от воздействия окружающей среды. Можно залить парафином или замазать клеем БФ-6.

На рисунке 2 показана схема аналогичного устройства, в котором переключатель напряжения не механический, а цифровой. Переключение резисторов R2-R14 здесь осуществляется десятью тран-

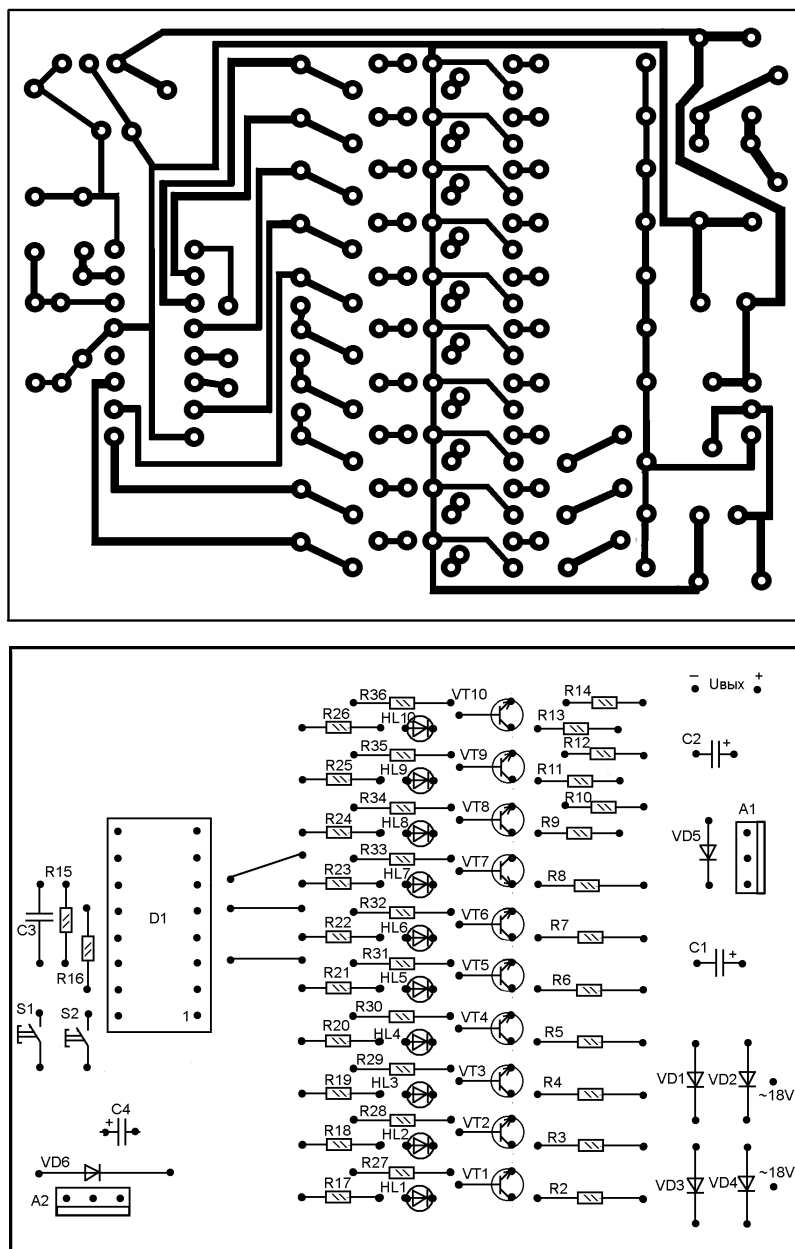


Рис.3.

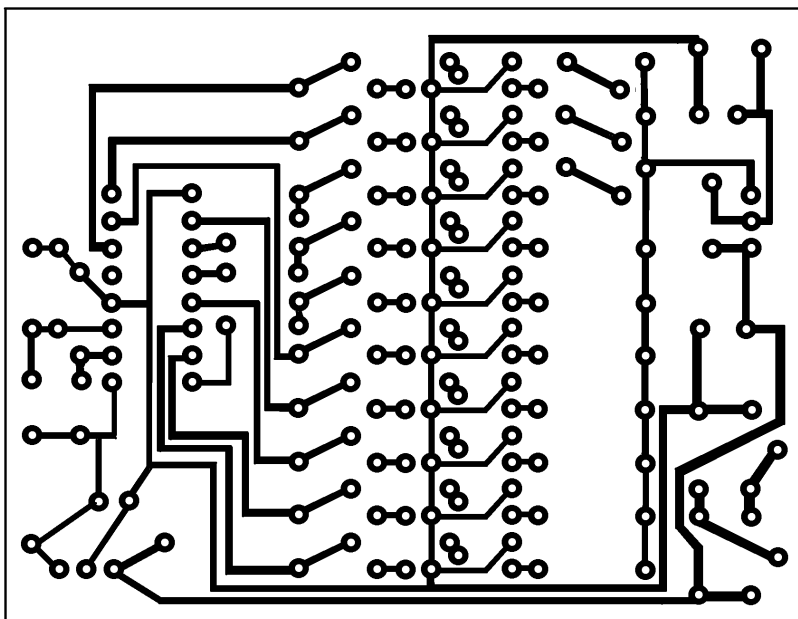


Рис.4 (зеркальный)

зисторами VT1-VT10. А индикация выходного напряжения с помощью десяти светодиодов HL1-HL10.

Основу схемы переключателя составляет десятичный счетчик D1 типа K561IE8. Кнопкой S2 счетчик устанавливается в нулевое положение, что соответствует выходному напряжению 1,5V. Кнопка S1 служит для последовательного выбора выходного напряжения по нарастающей. Каждое нажатие кнопки S1 формирует импульс, поступающий на счетный вход D1. При этом счетчик переходит на одно положение вверх. То есть, каждое нажатие S1 прибавляет к выходному напряжению 1,5V.

Конденсатор C3 служит для устранения ошибок переключения от дребезга контактов кнопки S1.

Если нужно чтобы в момент подачи питания переключатель гарантированно устанавливался на минимальное напряжение, нужно параллельно кнопке S2 включить конденсатор, такой же как C3.

Питается логическая схема переключателя от источника постоянного тока напряжением 12V, создаваемым интегральным стабилизатором A2.

Монтаж схемы по рисунку 1 выполнен без печатной платы. Микросхема A1 закреплена на радиаторе, который в свою

очередь закреплён в корпусе источника питания. Конденсатор C1 прикреплен в корпусе источника питания с помощью проволочного хомута. Монтаж резисторов R2-R14 выполнен на контактах галетного переключателя S1. Переключатель S1 - галетного типа на 11 положений и 1 направление. Используется только десять положений, а 11-е заблокировано соединением одиннадцатого контакта с соседним десятым.

Схема по рисунку 2 собрана на печатной плате, показанной на рисунке 3. На плате есть

три проволочные перемычки. На рисунке 3 печатные дорожки показаны со стороны их расположения. Если плату делать фотоэкспонированием или «лазерным утюгом» будет нужен зеркальный рисунок, показанный на рис.4.

Диоды 1N4004 можно заменить любыми аналогичными диодами, например, 1N4002, 1N4007, 1N5404, 1N5405, 1N5406, 1N5407, 1N5408, КД209, КД105, КД226 и другими.

Транзисторы КТ3102 можно заменить любыми аналогами, например, 2SC945, 2SC815, 2SC1815, 2SC1845, BC547, SS9014, КТ503.

Все конденсаторы должны быть на напряжение не ниже указанного на схеме.

Микросхему K561IE8 можно заменить на K176IE8 или зарубежный аналог 4017.

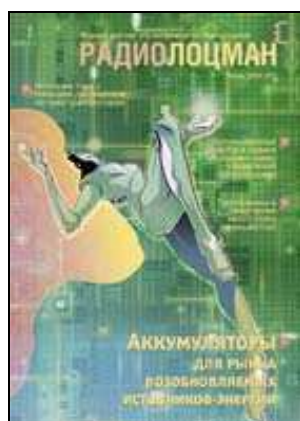
Стабилизатор по схеме на рис.1 можно использовать и в автомобиле, но верхний предел напряжения ограничить 9V (резисторы R8-R14 удалить), потому что напряжения аккумулятора автомобиля 11-14V будет недостаточно для эффективной стабилизации напряжения выше 9V.

Каравкин В.

Журнал для тех, кто интересуется электроникой

РАДИОЛОЦМАН

www.rlocman.ru/magazine/





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

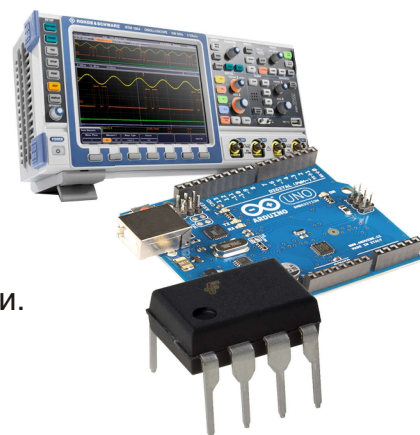


google.com/+RlocmanRuPlus

И еще многое другое на портале:

РАДИОЛОЦМАН. ...

www.rlocman.ru



Сводное содержание журнала «РадиоЛоцман» за 2014 год

Новости

Pulse Electronics предлагает четыре высокоскоростных разъема ввода/ вывода	№ 1
Microchip анонсировала новый 5 ГГц модуль обработки сигналов WLAN для приложений IEEE 802.11a/n/ac	№ 1
Linear Technology выпустила комбинированный контроллер управления зарядом свинцовых и литиевых аккумуляторов с выходным напряжением до 80 В	№ 1
Реверсивные драйверы двигателей постоянного тока от Diodes занимают минимальную площадь	№ 1
u-blox анонсировала встраиваемый модуль GPS/QZSS позиционирования PAM-7Q	№ 1
Linear Technology представила монолитный активный балансировщик аккумуляторов с интерфейсом телеметрии	№ 1
Allegro выпускает уникальный однополюсный переключатель с встроенной диагностикой	№ 1
Intersil выпустила полностью интегрированный цифровой импульсный регулятор с выходным током 6 А	№ 1
Самовосстанавливающиеся предохранители от Diodes повышают надежность систем	№ 1
Арх продолжает разработку инновационных высоковольтных усилителей	№ 1
Первый интегрированный модуль измерения параметров окружающей среды открывает широкий спектр приложений	№ 1
При частоте переключения 100 МГц зарядные устройства для ноутбуков могут стать намного меньше	№ 1
Linear Technology представила 18-разрядный истинно биполярный АЦП с диапазоном входных напряжений ± 10 В	№ 1
Новые супрессоры компании Littelfuse защищают лучше, чем аналогичные компоненты других компаний	№ 1
Высоковольтные MOSFET STMicroelectronics становятся меньше, тоньше и надежнее	№ 2
Vishay разработала сверхпрецизионные выводные фольговые резисторы для аудио приложений	№ 2
Telit представила самый миниатюрный на рынке сотовый модуль	№ 2
Analog Devices выпустила 16-битный ЦАП с лучшими в отрасли характеристиками и самыми миниатюрными корпусами	№ 2
ZMDI расширяет линейку DC/DC преобразователей миниатюрной микросхемой с высоким КПД и выходным током до 12 А	№ 2
IAR Systems упрощает разработку и отладку встроенных приложений, основанных на конечных автоматах	№ 2
Cree создала новые матрицы светодиодов с беспрецедентной плотностью светового потока	№ 2
Миниатюрная антенна Taoglas FXP75 Atom в приложениях 2.4 ГГц втрое эффективнее ЧИП антенн	№ 2
Littelfuse выпустила первый 277-вольтный предохранитель, сертифицированный по нормам UL913	№ 2
Ехar анонсировала семейство самых маломощных в отрасли приемопередатчиков RS-485/RS-422 повышенной надежности	№ 2
Texas Instruments представляет самый миниатюрный DC/DC преобразователь 12 В/750 мА	№ 2
Epson представляет новые «всечастотные» программируемые VCXO	№ 2
Elmos представляет самую миниатюрную микросхему для защиты антенн	№ 2
ОУ обеспечивает высочайшую точность измерений в промышленных приложениях	№ 2
Vishay создала 5-амперный понижающий преобразователь напряжения с частотой переключения 4 МГц и КПД 95%	№ 2
Размеры самого миниатюрного в мире ARM-микроконтроллера Freescale сократила еще на 15%	№ 3
Sharp анонсировала новое семейство светодиодов с перестраиваемой цветовой температурой	№ 3
Yageo сократила размеры устойчивых к перенапряжениям мощных чип резисторов	№ 3
Кюосега начинает производство солнечных модулей из монокристаллического кремния для домашнего рынка Японии	№ 3
Новые понижающие преобразователи Diodes сочетают большой выходной ток с высокой эффективностью	№ 3
Двунаправленный батарейный коммутатор Vishay Intertechnology сэкономит 91% площади печатной платы	№ 3
Ines создала первый в мире КМОП передатчик для локатора, работающего на частоте 79 ГГц	№ 3
Началась промышленная эксплуатация крупнейшей в мире гелиотермальной электростанции	№ 3
ISSI анонсировала новые драйверы RGB светодиодов	№ 3
Исследователи разработали ультра тонкие конденсаторы на основе оксидных нанолитов	№ 3
NVE представляет новый датчик угла поворота	№ 3
Micrel выпустила новый 85-вольтный драйвер MOSFET-полумоста с адаптивной паузой и защитой от сквозных токов	№ 3
Sensirion анонсирует датчики потока жидкостей невероятно малых размеров	№ 3
MicroView – супер миниатюрная Arduino-совместимая отладочная плата с OLED дисплеем	№ 3
Bourns представила мощные супрессоры для линий постоянного и переменного тока	№ 3
Texas Instruments выпустила высокоскоростные буферы распределения тактовых сигналов с самым низким в отрасли джиттером	№ 3

Microchip анонсировала самые точные в отрасли аналоговые входные блоки для приборов учета энергии	№ 3
Plessey начала производство светодиодов семейства dotLEDT для рынка носимых устройств	№ 4
Vishay представляет sdвоенные 20-вольтовые миниатюрные MOSFET с наименьшим в отрасли сопротивлением канала	№ 4
Microchip анонсировала семейство бюджетных 8-разрядных микроконтроллеров PIC с интеллектуальной аналоговой периферией, независимой от процессорного ядра	№ 4
Central Semiconductor разработала новую серию сверхбыстродействующих 600-вольтовых выпрямителей для схем ККФ	№ 4
ROHM разработала самый маленький в отрасли транзистор	№ 4
ИОН компании Diodes обеспечивает высокую стабильность при низкой мощности потребления	№ 4
Marvell анонсировала первый в отрасли интеллектуальный контроллер светодиодов, совместимый с настенными диммерами	№ 4
Intersil представила свой первый высоковольтный силовой модуль	№ 4
Физики синтезировали магнитный монополь, предсказанный более 80 лет назад	№ 4
Infineon создала самый мощный в отрасли радиочастотный транзистор L-диапазона	№ 4
Fluke выпускает четырехканальный скопметр с полосой пропускания 500 МГц и частотой выборки 5 Гбит/с	№ 4
Diodes предлагает новый двухфазный котроллер понижающего преобразователя напряжения AP3595	№ 4
Аудио усилители Diodes стали еще миниатюрнее	№ 4
Intersil анонсировала самый точный цифровой RGB датчик света для оптимизации восприятия дисплеев телевизоров и мобильных устройств	№ 4
NXP выпустила новые 300-ваттные TVS диоды в безвыводном корпусе 2x2 мм	№ 4
Сэкономьте до 91% мощности и до 50% пространства с самыми быстрыми в отрасли 20-разрядными АЦП последовательного приближения	№ 5
International Rectifier представила интеллектуальные силовые модули нового поколения	№ 5
Texas Instruments выпустила ЦАП с одновременно активными выходами по току и по напряжению	№ 5
Векторный анализатор цепей компании Anritsu перекрывает рекордную полосу частот	№ 5
Новые возможности трассировки высокоскоростных цепей повышают производительность работы в CADSTAR	№ 5
Сдвоенные логические элементы компании Diodes продлевают срок службы батарей	№ 5
Alpha and Omega Semiconductor дебютирует с новым 1350-вольтовым IGBT	№ 5
Самые маломощные в мире микроконтроллеры Texas Instruments теперь выпускает в миниатюрных корпусах	№ 5
ON Semiconductor представила устройства защиты от статического электричества для высокоскоростных интерфейсов следующего поколения	№ 5
Новые цифровые модули компании Intersil максимально упростят разработку мощных источников питания	№ 5
Компания Exar выпустила совместимую с Intel Node Manager программируемую микросхему управления питанием	№ 5
Fairchild создала интеллектуальные силовые модули SPM с наивысшим в отрасли КПД	№ 6
ROHM выпустила сигнальный процессор BU8332KV-M для узконаправленных микрофонов	№ 6
Texas Instruments представила семейство надежных драйверов затворов для автомобильных приложений с наименьшей в отрасли задержкой распространения	№ 6
Altium объявила о выходе компилятора TASKING C версии 5.0 для микроконтроллеров ARM Cortex-M	№ 6
Infineon расширила семейство SiC диодов Шоттки 1200-воль-товыми приборами нового поколения	№ 6
Skyworks представила семейство масштабируемых антенных переключателей, поддерживающих LTE и агрегацию несущих частот	№ 6
Analog Devices представила маломощный и простой в использовании радиотрансивер для промышленных приложений	№ 6
Новые SiC модули Cree прорывают мегаваттный барьер мощности силовых преобразователей	№ 6
Melexis выводит на рынок новое поколение 2- и 4-канальных приемопередатчиков LIN	№ 6
Analog Devices представила двухканальный 16-битный АЦП со скоростью преобразования 310 млн. выборок в секунду и рекордными значениями линейности и шумов	№ 6
Добротность новых сильноточных индуктивностей с воздушным сердечником компании Coilcraft достигает 230 на частоте 400 МГц	№ 6
Пьезоизлучатели с новыми драйверами компании Diodes звучат громче, а потребляют меньше	№ 6
Голограммы в смартфоне могут стать реальностью	№ 6
Seoul Semiconductor начала производство мощных светодиодов Acrich, оптимизированных для использования в уличных светильниках	№ 6
STMicroelectronics создала первые в отрасли полностью цифровые автомобильные усилители класса D с уникальными параметрами	№ 6

Texas Instruments разработала самые сильноточные в отрасли преобразователи с шиной PMBus и интегрированными MOSFET	№ 6
Akros Silicon анонсировала первый в отрасли двунаправленный интегральный изолятор I2C с быстродействием 3.4 МГц	№ 6
Понижающий преобразователь от Diodes работает с быстроизменяющейся нагрузкой	№ 7
Altium сообщила о выходе релиза Altium Designer 14.3	№ 7
Началось строительство первой в Латинской Америке геотермальной электростанции	№ 7
X-REL Semiconductor расширяет семейство высокотемпературных транзисторов	№ 7
Murata представила серию DC/DC преобразователей с высоким напряжением изоляции для питания драйверов IGBT	№ 7
STMicroelectronics начала производство нового семейства ОУ с нулевым дрейфом для прецизионных датчиков и носимых изделий	№ 7
Плавающие динамики позволяют вам увидеть звук	№ 7
International Rectifier выпустила высокоинтегрированную микросхему управления драйверами светодиодов	№ 7
Linear Technology представила IO-Link трансивер с встроенным понижающим преобразователем напряжения и LDO стабилизатором	№ 7
IDT анонсирует малопотребляющий квадратурный модулятор для беспроводных коммуникационных систем следующего поколения	№ 7
Переключатели нагрузки компании Diodes защищают USB-порты	№ 7
International Rectifier представила первые образцы MOSFET со сверхнизким сопротивлением канала в новых корпусах	№ 7
IDT выпустила самый миниатюрный в мире 2-ваттный беспроводной приемник энергии для носимой электроники	№ 7
Teledyne LeCroy анонсирует 8-канальный 12-битный осциллограф с полосой 1 ГГц	№ 7
Типовые проекты Microchip MOST ToGo позволят упростить разработку автомобильных информационно-развлекательных систем	№ 7
CSR выпускает отладочный набор CSRMesh для быстрой разработки приложений Интернета Вещей	№ 7
NVE представляет высоковольтные изоляторы	№ 7
Linear Technology создала схему сбора энергии с микромощным повышающе-понижающим DC/DC преобразователем и устройством заряда аккумулятора	№ 7
X-REL Semiconductor выпустила серию высокотемпературных многофункциональных логических вентилях XTR54000	№ 7
Atmel представляет систему-на-кристалле нового поколения для интеллектуальных приборов учета	№ 8
ADIsimPE устанавливает стандарты скорости и точности в компьютерном моделировании силовых цепей	№ 8
CUI выпустила модульные инкрементальные энкодеры с лучшим в отрасли сочетанием точности и надежности	№ 8
International Rectifier представила надежный сдвоенный драйвер нижнего плеча для импульсных источников питания	№ 8
MikroElektronika выпустила модуль Hydrogen click	№ 8
Analog Devices представляет новое семейство цифровых изоляторов, оптимизированное для приложений связи с интерфейсом SPI	№ 8
Linear Technology анонсировала новые прецизионные ОУ с напряжением питания 140 В	№ 8
Allegro MicroSystems объявила о выпуске новых высокоточных датчиков тока	№ 8
Omnron выпускает на рынок уникальный МЭМС высотомер-датчик давления с разрешением 50 см	№ 8
Microsoft выпустила конкурента Raspberry Pi	№ 8
e2v объявила о выпуске самого высокопроизводительного в отрасли радиационно-стойкого микропроцессора	№ 8
Texas Instruments расширяет семейство LDO стабилизаторов с ультранизким током потребления	№ 8
Linear Technology разработала 70-ваттный микромодуль трехканального понижающего преобразователя в корпусе объемом 1.2 см ³	№ 8
ON Semiconductor выпустила новый контроллер защиты литий-ионных аккумуляторов	№ 8
Panasonic снижает потребление модулей Bluetooth Low Energy	№ 8
ON Semiconductor предлагает микросхемы импульсных регуляторов для высокоэффективных автономных сетевых источников питания	№ 8
Texas Instruments выпускает PoE контроллер следующего поколения	№ 8
Imagination бросает вызов Raspberry P	№ 8
Проектор TouchPico превратит любую стену в сенсорный экран	№ 9
Zuken выпускает набор средств разработки печатных плат начального уровня за \$999	№ 9
iC-Haus разработала сверхмалопотребляющий 10-битный энкодер на основе датчика Холла	№ 9
Силовой модуль IRFHE4250D FastIRFET компании International Rectifier повысит КПД DC/DC преобразователей	№ 9

Новый контроллер первичной стороны компании Diodes улучшит характеристики импульсных сетевых источников питания	№ 9
Преобразуйте ШИМ в точное выходное напряжение без пульсаций, задержек и вспомогательного ПО	№ 9
Прощай, International Rectifier	№ 9
Microchip расширила семейство измерительных усилителей с нулевым дрейфом новым высокоточным прибором с самокорректирующейся архитектурой	№ 9
Новый контроллер понижающего преобразователя компании Intersil поднимает планку стандартов для сильноточных устройств	№ 9
Миниатюрный симметрирующий трансформатор упростит разработку устройств Bluetooth Smart	№ 9
NXP выпускает законченное пассивное решение для взаимодействия с электронными устройствами через ближнее поле	№ 9
Texas Instruments интегрировала 16-разрядный АЦП в одноядерные микроконтроллеры C2000 Delfino F2837xS	№ 9
Freescale обрезает провода, внедряя программируемые контроллеры беспроводного заряда	№ 9
Диммируемый драйвер Diodes Incorporated повышает КПД светодиодных ламп	№ 9
Teledyne LeCroy представляет портативный осциллограф с полосой пропускания 500 МГц и ценой \$5,000	№ 9
FTDI выпускает энергоэффективный мост USB – SPI/I2C	№ 9
Cree представляет революционную замену галогенным лампам MR16	№ 9
Vishay Intertechnology анонсирует первые 500-вольтовые MOSFET, основанные на технологии Super Junction	№ 10
Texas Instruments представила 700-вольтовый импульсный регулятор напряжения с током покоя менее 100 мкА	№ 10
Atmel и Arduino выпускают плату расширения Arduino Wi-Fi Shield 101	№ 10
Linear Technology представила микросхему для высокоточного контроля энергии в линиях питания до 100 В	№ 10
E-Switch анонсировала серию миниатюрных тактовых кнопок с уникальным сочетанием характеристик	№ 10
Taiyo Yuden выпустила ферритовые ЧИП дроссели с рекордным для отрасли допустимым током	№ 10
TE Connectivity выпустила новые упрощенные гибридные разъемы	№ 10
Linear Technology выпустила драйвер трансформаторного двухтактного DC/DC преобразователя с программируемым коэффициентом заполнения импульсов	№ 10
Texas Instruments представила первое устройство и демонстрационный модуль для NIR-спектроскопии, основанные на технологии DLP	№ 10
Melexis и Freescale запускают базовый проект для автомобильных приложений, совмещающий NFC и беспроводную зарядку	№ 10
NXP выпустила первые транзисторы с низким напряжением насыщения в корпусах DFN2020	№ 10
Toshiba расширяет семейство сверхминиатюрных оптоизоляторов для управления затворами IGBT и мощных MOSFET	№ 10
TI расширяет ассортимент высоковольтных LDO приборами для питания устройств непосредственно от аккумулятора автомобиля	№ 10
Семейство чип индуктивностей HP, созданных компанией Coilcraft, превосходит любые когда-либо созданные аналоги	№ 10
ZMDI расширяет семейство микросхем управления батареями	№ 10
FTDI Chip представляет серию дочерних модулей для поддержки Arduino-совместимой платформы EVE	№ 10
Linear Technology сообщила о создании операционных усилителей с фемтоамперными входными токами и полосой 500 МГц	№ 10
Melexis представила магнитометр с программируемыми параметрами	№ 11
International Rectifier расширяет семейство StrongIRFET 75-вольтовыми транзисторами с ультранизким сопротивлением канала	№ 11
Everlight выпускает более высоковольтную и дешевую альтернативу собственной серии мощных светодиодов XI3030	№ 11
Altium выпустила версию инструментария TASKING ARM Cortex-M для платформы Mac	№ 11
На выставке Electronica 2014 ON Semiconductor представила интеллектуальные силовые модули многоканального драйвера и инвертора	№ 11
Taiyo Yuden создала компактный модуль Bluetooth Smart для подключения к сетям IoT	№ 11
На выставке Electronica 2014 IQD продемонстрировала миниатюрные кварцевые генераторы с выходами LVPECL/LVDS	№ 11
Audio Precision устанавливает новый стандарт точности анализаторов звука	№ 11
ARM представила платформу mbed IoT Device, ускоряющую распространение Интернета вещей	№ 11
Inverse Path представила проект USB armor для приложений безопасности	№ 11
Luminus анонсировала миниатюрные одноваттные светодиоды XNOVA Cube с исключительно широким углом излучения	№ 11
TI представила семейство высокоскоростных АЦП с наименьшим в отрасли потреблением мощности	№ 11

Allegro MicroSystems представляет новые многоканальные повышающие преобразователи – драйверы светодиодов	№ 11
Новые DC/DC преобразователи от Diodes повысят энергоэффективность модемов	№ 11
SiTime выходит на рынок носимых изделий с МЭМС генератором 32 кГц	№ 11
Tektronix анонсирует недорогой портативный полнофункциональный анализатор спектра	№ 11
FTDI выпускает микросхемы интерфейса USB 3.0 в корпусах с небольшим числом выводов	№ 11
Linear Technology представила контроллер заряда аккумуляторов, способный подстраиваться под различные входные источники	№ 11
Econais приступает к производству Wi-Fi модулей EC19W01	№ 12
Драйверы затворов компании Diodes повысят эффективность преобразования энергии	№ 12
International Rectifier предлагает мощные сдвоенные MOSFET в миниатюрных корпусах PQFN	№ 12
Toshiba представила новый низкопрофильный оптрон с транзисторным выходом	№ 12
ON Semiconductor анонсировала высококачественную систему в корпусе, предназначенную для точных измерений в портативных медицинских устройствах	№ 12
Silicon Labs упрощает разработку интеллектуальных приборов учета с ПО для Wireless M-Bus	№ 12
Micrel начала производство мощных повышающих преобразователей в сверхминиатюрных корпусах 2 x 2 мм	№ 12
America Semiconductor предлагает сверхбыстродействующие выпрямительные модули на диодах Шоттки	№ 12
Elmos представляет контроллер пассивных инфракрасных датчиков для выключателей освещения	№ 12
Panasonic представляет новые защитные чип резисторы с повышенной устойчивостью к импульсным нагрузкам	№ 12
Бесплатный пакет программ позволяет моделировать схемы и выполнять трассировку печатных плат	№ 12
STMicroelectronics представляет самый совершенный в отрасли широкополосный радиочастотный синтезатор	№ 12
Diodes предлагает линейный драйвер светодиодов AL5809	№ 12
Allegro MicroSystems анонсировала новый бессенсорный контроллер трехфазного бесщеточного двигателя	№ 12
Из миллиарда отверстий можно сделать аккумулятор	№ 12
Vishay Intertechnology выпустила низкопрофильные PIN-фотодиоды с большой фоточувствительной областью	№ 12
Программируемый переключатель нагрузки компании Diodes повышает надежность систем питания	№ 12
ON Semiconductor представляет новое семейство ультра маломощных прецизионных ОУ	№ 12
АКМ начала производство 32-битных стерео АЦП с лучшим в своем классе динамическим диапазоном 127 дБ	№ 12
Lime Microsystems начала поставку второго поколения программируемых пользователем радиочастотных устройств	№ 12

Статьи

Есть ли у светодиодов «темная сторона»?	№ 1
Hewlett-Packard, Agilent, Avago и Philips Lumileds в истории Кремниевой долины. Часть 1	№ 1
Использование повышающе-понижающих преобразователей с током покоя 1.3 мкА в микромощных приложениях	№ 1
Горячий интерес к новейшим методам охлаждения	№ 1
МАСТЕР-ЛОМАСТЕР+ИСТОРИЯ ЭЛЕКТРОНИКИ. Мелкий ремонт, или путешествие по следам истории	№ 1
Чем отличаются дешевые мультиметры от промышленных	№ 2
Новая технология управления моментом переключения твердотельных реле	№ 2
Малошумящий повышающе-понижающий регулируемый преобразователь напряжения с выходным током 250 мА на основе зарядового насоса	№ 2
MPLAB Harmony: писать программы для PIC32 стало проще	№ 2
Hewlett-Packard, Agilent, Avago и Philips Lumileds в истории Кремниевой долины. Часть 2	№ 2
Как сделать простой, но точный генератор розового шума	№ 2
Разработка USB-аксессуаров с поддержкой AOA для Android-систем. Часть 1	№ 3
Renesas Electronics – история слияний и поглощений. Глава 1 – Mitsubishi. Часть 1	№ 3
Необычные источники электромагнитных помех	№ 3
Последовательные источники опорного напряжения для маломощных устройств	№ 3
Fujitsu научилась моделировать наноустройства размером в 3000 атомов	№ 3
Управление цветовой гаммой мощных RGB светодиодов	№ 3
Дискретизация линейных измерений	№ 4
Разработка USB-аксессуаров с поддержкой AOA для Android-систем. Часть 2	№ 4
IAR visualSTATE: удобный подход к проектированию с помощью конечных автоматов. Часть 1	№ 4
Сложные средства упрощают освоение программно определяемых радиосистем	№ 4
Выходное напряжение четырехквadrантного DC/DC преобразователя плавно переходит из положительного в отрицательное	№ 4

Renesas Electronics – история слияний и поглощений. Глава 1 – Mitsubishi. Часть 2	№ 4
Шумы дифференциального усилителя можно снизить на 6 дБ, а полосу расширить вдвое	№ 4
Будущее электронных ламп	№ 4
Ruggeduino – усовершенствованная Arduino-совместимая платформа	№ 5
Используйте эти магнитные кубики в своем следующем проекте с сенсорным экраном	№ 5
Точный беспроводной датчик температуры сам себя обеспечивает питанием	№ 5
Практика использования ИМС усилителей с АРУ серии SSM21xx. Часть 1	№ 5
IAR visualSTATE: удобный подход к проектированию с помощью конечных автоматов. Часть 2	№ 5
ИСТОРИЯ ЭЛЕКТРОНИКИ. Языку BASIC исполнилось 50 лет	№ 5
Генератор использует человеческое тело в качестве второго электрода зарядного устройства	№ 5
Аккумуляторы для рынка возобновляемых источников энергии	№ 6
Управлять сложной последовательностью включения питания можно очень просто	№ 6
Использование регистров сдвига упрощает схему управления светодиодами	№ 6
Renesas Electronics – история слияний и поглощений. Глава 2 – Hitachi. Часть 1	№ 6
Практика использования ИМС усилителей с АРУ серии SSM21xx. Часть 2	№ 6
Ветряные турбины для низких скоростей ветра преодолевают ограничение закона Беца	№ 6
Сравнение линейных и импульсных регуляторов напряжения в промышленных приложениях с шиной 24 В	№ 7
Стереотелефоны и усилитель: выбираем и проектируем правильно. Часть 1	№ 7
Найдете ли вы недостающую единицу?	№ 7
МАСТЕР-ЛОМАСТЕР. Внутри первых носимых устройств Android: разбираем LG G Watch и Samsung Gear Live	№ 7
Ada 2012 для платформы Cortex-M4	№ 7
Renesas Electronics – история слияний и поглощений. Глава 2 – Hitachi. Часть 2	№ 7
Стеки для организации беспроводной передачи данных на основе устройств STM32W108. Часть 1	№ 7
Gameduino 2: полноценная карманная игровая консоль с открытым кодом	№ 8
С помощью Картона и картона Google превратит ваш Android-смартфон... в очки виртуальной реальности	№ 8
Идеальный диод объединяет шины 200 В	№ 8
Стереотелефоны и усилитель: выбираем и проектируем правильно. Часть 2	№ 8
Renesas Electronics – история слияний и поглощений. Глава 3 – NEC. Часть 1	№ 8
Плавное управление фазой сигнала простого RC генератора	№ 8
Демон Максвелла: совершенный преобразователь энергии	№ 8
Предсказание будущего: взгляд из 1964 года	№ 8
Введение в программируемые дифференциальные усилители	№ 9
Banana Pi. Новый век одноплатных компьютеров	№ 9
ИСТОРИЯ ЭЛЕКТРОНИКИ. 125 лет назад была основана компания Nintendo	№ 9
МАСТЕР-ЛОМАСТЕР. Внутри iPhone 6 Plus	№ 9
Renesas Electronics – история слияний и поглощений. Глава 3 – NEC. Часть 2	№ 9
Стеки для организации беспроводной передачи данных на основе устройств STM32W108. Часть 2	№ 9
МАСТЕР-ЛОМАСТЕР+ИСТОРИЯ ЭЛЕКТРОНИКИ. Программируемый научный калькулятор 1965 года	№ 9
Вакуумный транзистор: устройство, сделанное из ничего	№ 10
Управление двигателями постоянного тока. Часть 1	№ 10
Использование стандартных микросхем NXP для преобразования логических уровней	№ 10
Отладка программ МК AVR и осциллограф. Часть 1	№ 10
ИСТОРИЯ ЭЛЕКТРОНИКИ. 21 октября 1949 г. была запатентована память на магнитных сердечниках	№ 10
В NTU созданы аккумуляторы со сверхмалым временем заряда и сроком службы 20 лет	№ 10
Не так уж прост этот обычный мост	№ 11
Отладка программ МК AVR и осциллограф. Часть 2	№ 11
Управление двигателями постоянного тока. Часть 2	№ 11
Стеки для организации беспроводной передачи данных на основе устройств STM32W108. Часть 3	№ 11
История электроники. 60 лет назад Texas Instruments анонсировала первый транзисторный приемник	№ 11
Плата расширения Arduino для управления мощными электродвигателями	№ 11
Пробудят ли МЭМС закон Мура?	№ 12
Сравнительные испытания ключевых транзисторов разного типа	№ 12
Портирование проекта на 32-разрядную платформу без дополнительных затрат	№ 12
MediaTek Labs: уникальный проект для разработчиков электроники – как любителей, так и профессионалов	№ 12
Коррекция коэффициента мощности повышает эффективность и качество работы систем сбора энергии	№ 12
Перспективные мультимедийные продукты компании Renesas Electronics на платформах EMMA и R-Mobile	№ 12
История электроники. 9 декабря 1906 г. родилась создательница языка COBOL Грейс Мюррей Хоппер	№ 12

Схемы

Разработка Android-контроллера для управления RGB светодиодной лентой. Часть 1	№ 1
Высокоточный измеритель емкости	№ 1
Схема формирует правильную синусоиду из высокочастотных прямоугольных импульсов	№ 1
Драйвер для автоматизированных клапанов и других приложений, управляемый по биполярной токовой петле 20 мА	№ 1
Сдвоенный контроллер с временем реакции 2 мкс и КПД 92% при выходном напряжении 1.5 В	№ 1
Однопроводный интерфейс ЖК-индикатора	№ 1
ГУН на основе микросхемы источника опорного напряжения TL431	№ 2
Разработка Android-контроллера для управления RGB светодиодной лентой. Часть 2	№ 2
Маломощный измерительный усилитель с дифференциальным входом и выходом	№ 2
Простая схема индикации разряда батареи	№ 2
Решения для удаленного предварительного усилителя со сложной АЧХ	№ 3
Синхронный высокоточный понижающий драйвер светодиодов	№ 3
Температурой паяльника управляет мостовая схема	№ 3
Источник тока для светодиодной подсветки микроскопа	№ 3
Новая формула для линеаризации характеристик термисторов	№ 3
Оригинальная схема Q-метра	№ 3
Специализированный драйвер 150-вольтового пьезоэлектрического двигателя на низковольтном операционном усилителе	№ 3
Датчик прикосновения на транзисторе	№ 3
Микромощный изолированный обратногоходовой преобразователь с диапазоном входных напряжений от 6 В до 100 В	№ 4
Усовершенствование генератора на звуковой карте ПК	№ 4
Усовершенствованный автономный драйвер светодиодной цепочки	№ 4
Микроконтроллер имитирует генератор пилообразного напряжения на однопереходном транзисторе	№ 4
Водо- и вандапоустойчивая клавиатура на пьезоэлектрических дисках	№ 4
Автомобильный датчик тока положительной шины питания на дискретных компонентах	№ 5
Сделайте USB-адаптер с функционалом GPS	№ 5
Миниатюрный драйвер улучшает характеристики обратногоходового преобразователя	№ 5
Микроконтроллер решает сложные полиномиальные уравнения	№ 5
Сделайте собственный программируемый широкополосный полосовой RC фильтр	№ 5
Понижающий преобразователь напряжения 65 В с выходным током 500 мА для автомобильных и промышленных приложений	№ 6
Использование высококачественного контроллера однофазного DC/DC преобразователя с цифровым управлением	№ 6
Функциональный генератор звукового диапазона частот	№ 6
Источник тока с большим диапазоном на трех транзисторах	№ 6
Драйвер для 14-битного АЦП работает в широком диапазоне коэффициентов усиления	№ 7
Драйвер нижнего плеча с улучшенной защитой от коротких замыканий	№ 7
Ключ нижнего плеча с быстрым выключением для коммутации индуктивных нагрузок	№ 7
Отладка систем на небольших микроконтроллерах с помощью осциллографа	№ 7
Усилитель класса D для наушников на таймере 555	№ 8
Простой способ реализации расщепленного питания ± 5 В для аналоговых схем	№ 8
Улучшив динамические характеристики оптоизолатора, можно снизить потребление мощности	№ 8
Каскад на одной электронной лампе с усилением 450	№ 8
Универсальный безоптронный изолированный обратногоходовой преобразователь	№ 9
Строблируемый генератор запоминает свой последний уровень	№ 9
Простой пульсоксиметр для носимых мониторов	№ 9
В регулируемом источнике высокого напряжения используется оптрон	№ 9
Беспроводные датчики на основе микросхем NXP 74AXP1G57	№ 10
Высокоэффективный 100-миллиамперный синхронный понижающий преобразователь с диапазоном входных напряжений от 4 В до 150 В	№ 10
Простая схема заменяет программный опрос матричной клавиатуры	№ 10
Схема распознает и восстанавливает зашумленные импульсы	№ 10
Антилогарифмический преобразователь линеаризует датчик углекислого газа	№ 10
Автоматический выключатель обеспечивает защиту от перегрузки по току и точную защиту от перенапряжения	№ 11
Использование параллельного стабилизатора TL431 для ограничения уровня входного напряжения переменного тока	№ 11

Контроль состояния 15 кнопок, подключенных к одному выводу микроконтроллера	№ 11
Схема распознает быстро спадающие сигналы и устраняет влияние шумов	№ 11
В триггере Шмитта использованы два транзистора	№ 11
Контроллер синхронного повышающе-понижающего преобразователя отдает в нагрузку сотни ватт при КПД 99%	№ 12
Универсальные программируемые прецизионные источники тока на основе ЦАП, ОУ и MOSFET	№ 12
Прецизионный двухполупериодный выпрямитель без диодов	№ 12
ИМС параллельного стабилизатора контролирует напряжение на батарее	№ 12
Недорогой преобразователь напряжения в частоту на таймере NE555	№ 12
Простой способ решения проблемы управления затвором MOSFET	№ 12



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!

Решения для удаленного предварительного усилителя со сложной АЧХ



Владимир Рентюк, Запорожье, Украина

В статье предлагается авторский подход к проектированию высокоэффективных, удаленных малозумящих предварительных усилителей со сложной АЧХ и непосредственным питанием по двухпроводной линии связи

На первый взгляд проблема не является сколько-нибудь сложной для решения, как правило, используется однокаскадный (например, в электретных микрофонах) или двухкаскадный усилитель с открытым коллектором и питанием через удаленную кол-

латорную нагрузку. Все это является простым и легко осуществимым, но только до тех пор, пока не встает вопрос обеспечения не просто какого-то приблизительного коэффициента усиления, а определенно заданного, обеспечения его повторяемости в условиях

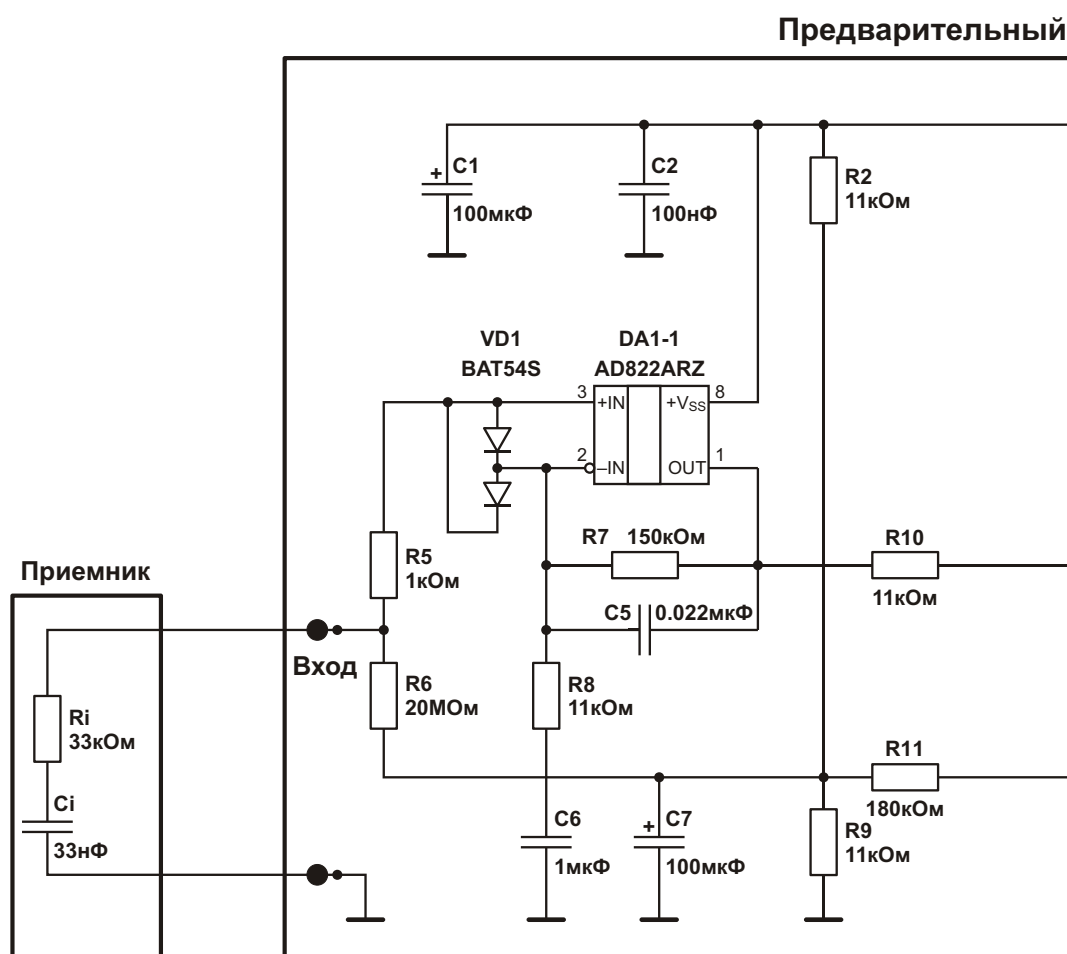
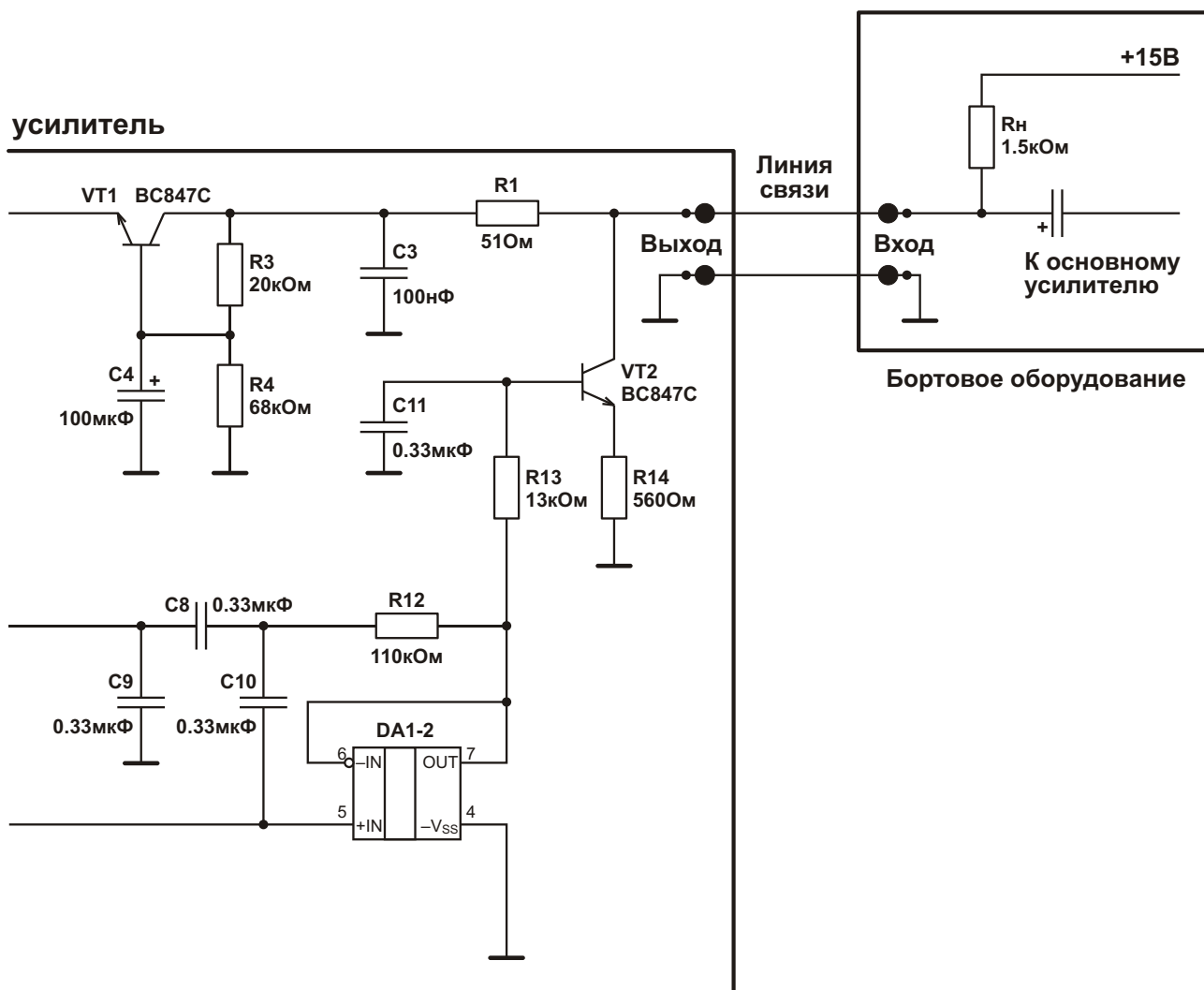


Рисунок 1. Практическая реализация удаленного предварительного усилителя для

серийного производства и стабильности во время эксплуатации изделия. Еще одной проблемой является формирование начальной амплитудно-частотной характеристики. Особенно сложно построить такую схему, когда речь идет о работе с малыми уровнями сигнала при использовании высокоимпедансных датчиков, например, пьезоэлектрических сенсоров. Начальная коррекция АЧХ необходима в случае, если сам сенсор имеет нелинейную чувствительность в диапазоне частот, или имеет место зашумленность в некоторой области частотного спектра, которую нужно компенсировать во избежание перегрузки усилителя. Такая ситуация имеет место, например, для погружаемых усилителей с гидроакустическими сенсорами. Если непосредственно в усилителе не подавить область инфранизких частот, то усилитель будет ими перегружен и, как следствие, неработоспособен.

Можно ли решить подобную задачу с использованием простейших усилителей на дискретных элементах? Однозначно – нет. Во-первых, для получения гарантированного коэффициента усиления необходимо использовать каскады с отрицательной обратной связью по напряжению. Во-вторых, эти каскады должны позволять формировать заданную АЧХ и необходимое входное сопротивление для согласования с импедансом сенсора. Естественно, самым удобным вариантом исполнения такого усилителя будет применение операционных усилителей (ОУ) в интегральном исполнении (ИМС). Еще одной проблемой является необходимость обеспечивать работу через двухпроводную линию связи, что, собственно, и является предметом рассмотрения в данной статье. В ходе исследовательских работ автором статьи были проверены несколько вариантов подачи питания: рассматривался ряд схем-



гидроакустического сенсора.

ных решений на базе параметрических стабилизаторов, стабилизаторов с источниками тока и т.п. Все, казалось бы, очевидные решения на базе стабилизаторов, имели повторяющийся эффект, исключивший их применение. В результате исследований был предложен иной подход к решению данной проблемы – в качестве источника питания входной части схемы усилителя использовался модифицированный транзисторный сглаживающий фильтр Г-типа (такой фильтр описан, например, в [1]). Одно из практических схемотехнических решений усилителя с такой организацией подачи питающего напряжения на его слаботочную часть представлено на Рисунке 1. Впервые в сокращенном варианте указанное решение для усилителя было опубликовано автором в [2].

Использование модифицированного транзисторного сглаживающего фильтра в качестве стабилизатора напряжения (в схеме на Рисунке 1 он выполнен на транзисторе VT1) оказалось возможным ввиду малого собственного тока, потребляемого входным усилителем и фильтром, выполненным на ИМС ОУ серии AD822 [3]. Данная ИМС при питании от однополярного напряжения $V_S = +5$ В имеет собственный ток потребления I_Q не более 1.6 мА при типовом значении $I_{QT} = 1.24$ мкА. Ко всему прочему, ОУ AD822 имеет нормированный уровень шумов в низкочастотной части спектра. Например, в частотном диапазоне 10 Гц спектральная плотность напряжения не превышает 25 нВ/Гц, а двойной размах амплитуды шумов в диапазоне 0.1 Гц – 10 Гц не более 2 мкВ. ИМС AD822 имеет rail-to-rail выход, сверхмалые входные токи, хорошо работает с высокоимпедансными источниками сигнала, и, как уже отмечалось, допускает работу от однополярного источника питания 5 В. Этот выбор идеально подходит для решения поставленной задачи. Как видно из приведенного рисунка, схема достаточно сложна. Кроме стабилизатора напряжения на транзисторе VT1, схема содержит входной усилитель, сложную систему фильтров (фактически, это полосовой фильтр с усилением) и выходной каскад, работающий на удаленную нагрузку. Питание и передача сигнала осуществляются по двухпроводной линии. Входной усилитель на DA1-1 обеспечивает согласование с приемником (выходное сопротивление приемника на частоте 12 Гц более 400 кОм) и начальное

усиление в полосе пропускания. Защиту входного усилителя от бросков напряжения обеспечивает ограничитель на диодах Шоттки VD1, ток диодов защиты ограничивается резистором R5. Выходной каскад усилителя – это транзистор с общим эмиттером и отрицательной обратной связью по напряжению. Усилитель имеет сложную систему фильтров. Во-первых, это непосредственно входной усилитель, работающий как полосовой фильтр. Во-вторых, это фильтр низких частот первого порядка на элементах R10, C9; фильтр высоких частот второго порядка на ИМС DA1-2; еще один фильтр низких частот первого порядка на элементах R13, C11. Полоса пропускания предварительного усилителя по уровню –3 дБ составляет 8 Гц – 35 Гц, подавление частот 1 Гц и 200 Гц – примерно по 45 дБ, что соответствовало техническому заданию. АЧХ предварительного усилителя с учетом влияния выходного импеданса приемника представлена на Рисунке 2.

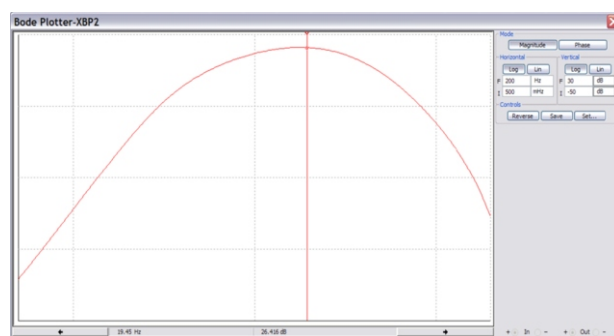


Рисунок 2. АЧХ предварительного усилителя с частотной коррекцией.

Рассмотрим работу схемы питания усилителя и методику его расчета по цепям постоянного тока. Искусственная средняя точка обеспечивается делителем на элементах R2, R9, C7 (заметьте, $R_2 = R_9$). Делитель задает смещение $0.5V_S$ (в рассматриваемом варианте это 2.5 В) для обоих ОУ ИМС DA1. Таким образом обеспечивается максимальный динамический диапазон низковольтной части предварительного усилителя. Положим напряжение питания ИМС DA1 равным +5 В. Как отмечалось выше, собственный ток потребления DA1 в этом режиме составляет не более 1.6 мА. Исследования, проведенные автором статьи, показали, что для достижения максимального динамического диапазона выходного напряжения ток покоя коллектора выходного транзистора VT2 (ток при

отсутствии сигнала) должен в несколько раз превышать собственный ток потребления каскадов низковольтной части усилителя (в данном случае AD822 и делителя R2, R9). Величину тока коллектора транзистора VT1 устанавливает резистор R14. Следовательно

$$R14 = \frac{\frac{V_S}{2} - V_{EB}}{I_Q} = \frac{\frac{5}{2} - 0.68}{1.6} = 1.14 \text{ кОм.}$$

(Примечание: $V_{EB} = 0.68 \text{ В}$ – это типичное напряжение база-эмиттер V_{EB} для маломощных кремниевых транзисторов в активном режиме [4]).

Пусть $R14 = 560 \text{ Ом}$. В этом случае ток коллектора I_C выходного транзистора равен

$$I_C = \frac{\frac{V_S}{2} - V_{EB}}{R14}.$$

Такое утверждение справедливо, так как ток базы транзистора VT2 будет пренебрежимо мал (коэффициент усиления по току h_{FE} для BC847C не менее 420 [4]). Таким образом,

$$I_C = \frac{\frac{5}{2} - 0.68}{560} = 3.25 \text{ мА.}$$

Для получения необходимого динамического диапазона, а вернее, максимальной необходимой амплитуды сигнала на удаленной нагрузке R_H , необходимо, чтобы напряжение на коллекторе VT2 при отсутствии сигнала было не менее

$$V_S + V_S + V_A,$$

где

V_S – разность напряжений коллектор-эмиттер VT1, при которой каскад на транзисторе еще может выполнять функцию стабилизатора напряжения,

V_A – максимально необходимая амплитуда выходного сигнала усилителя.

Как отмечалось выше, каскад на транзисторе VT1 остается работоспособным при $V_S > 1.6 \text{ В}$. Если принять максимальное

выходное напряжение для тестового синусоидального сигнала 0.775 В (0 дБ), то

$$V_A = 0.775\sqrt{2} = 1.09 \text{ В.}$$

Таким образом, напряжение на коллекторе транзистора VT2 не должно быть менее чем

$$V_{OUT} = 5 + 1.6 + 1.09 = 7.5 \text{ В.}$$

Для обеспечения технологического запаса положим величину напряжения на коллекторе VT2 равной $V_{OUT} = 7.8 \text{ В}$. Таким образом, сопротивление в цепи нагрузки выходного каскада усилителя будет равно

$$R_H = \frac{V_{EXT} - V_{OUT}}{I_{MAX}},$$

где

I_{MAX} – полный ток потребления усилителя,

V_{EXT} – напряжение на удаленной нагрузке, которое лучше выбирать на уровне $2V_{OUT}$.

Полный ток потребления можно узнать, закончив проектирование каскада на транзисторе VT1.

Необходимое выходное напряжение каскада на транзисторе VT1 обеспечивает резистивный делитель R3, R4. Оно может быть рассчитано как

$$V_S = \frac{V_{OUT}}{R3} \frac{R4}{R4} - V_{EB}.$$

Таким образом,

$$V_S = \frac{7.8}{20} \frac{68}{68} - 0.68 = 5.3 \text{ В.}$$

Это ожидаемый результат, а в реальной ситуации V_S будет несколько ниже, поскольку формула не учитывает базовый ток транзистора VT1. Это важное замечание, для минимизации влияния базового тока необходимо, чтобы ток через делитель R3, R4 превышал базовый ток транзистора VT1, как минимум, в 10 раз. Для рассматриваемой схемы базовый ток транзистора VT1 будет равен

$$I_B = \frac{I_Q}{h_{FE}}$$

и составит, соответственно, $1.6/400 = 4 \text{ мкА}$.

Минимальный ток через делитель R3, R4 будет равен

$$\frac{V_s}{R3} \frac{V_s}{R4}.$$

Проверка показала, что каскад на транзисторе VT1 остается работоспособен при V_s не менее (1.4 – 1.6) В. Таким образом, ток делителя

$$I_D \frac{5}{20} \frac{1.6}{68} = 75 \text{ мкА}.$$

Условие, оговоренное выше, выполнено. Ток через удаленную нагрузку R_H (размещенную в бортовом оборудовании) без сигнала будет равен

$$I_C + I_{QT} + I_D + I_B = 3.25 + 1.24 + 0.075 + 0.004 = 4.7 \text{ мА}.$$

Переменная составляющая напряжения на коллекторе VT1 блокируется конденсатором C4. Величина емкости этого конденсатора зависит от наименьшей рабочей частоты усилителя. Так, частота среза фильтра $1/2 R3C4$ должна быть не менее чем в 10 раз ниже наименьшей рабочей частоты предусилителя. Резистор R1 и конденсатор C3 необязательны, но они дают некоторый позитивный эффект, так как образуют фильтр низких частот на входе стабилизатора напряжения. Рекомендуемая величина резистора R1 – 51 Ом, конденсатора C3 – 100 нФ.

Поскольку максимальный ток потребления уже известен, вычислим оптимальное для рассматриваемого варианта сопротивление нагрузки выходного каскада предусилителя. Как отмечалось выше,

$$R_H \frac{V_{EXT}}{I_{MAX}} \frac{V_{OUT}}{I_{MAX}}.$$

Таким образом,

$$R_H \frac{15}{4.7} \frac{7.8}{1.53} = 1.53 \text{ кОм}.$$

Номинал резистора R_H выбран 1.5 кОм.

Представленное автором техническое решение было проверено на опытной партии

из 28 предварительных усилителей разных типов, и результаты проверки полностью совпали как с расчетами, так и с их компьютерными моделями. При внешней нагрузке 1.5 кОм коэффициент усиления в полосе пропускания составил 26 дБ. Напряжение на коллекторе VT2 составило 7.8 ± 0.05 В, ток потребления при отсутствии сигнала был в пределах 4.8 мА, максимальная амплитуда выходного сигнала превысила ожидаемую, и составила 2 В. Подавление сигнала с частотой 10 Гц по цепи питания V_s – не менее 40 дБ. Напряжение питания ОУ было в пределах (4.96 – 5.15) В. Усилитель оказался практически нечувствительным к емкости нагрузки и устойчиво работал при испытании в реальных условиях через двухпроводную линию связи длиной 120 метров. При этом отношение сигнал/шум намного превышало аналогичные результаты имевшегося прототипа, который использовался ранее в подобном оборудовании. Уровень шумов на выходе усилителя был на уровне разрешающей способности доступных средств измерения, и определялся исключительно схемным решением входного усилителя; цепь питания не оказывала сколь-нибудь заметного влияния на этот параметр.

Если рассматривать предлагаемое схемное решение без дополнительных фильтров, то АЧХ такого усилителя линейна в широком диапазоне частот и определяется частотными свойствами входного усилителя на DA1-1 (Рисунок 3). Для схемы, приведенной на Рисунке 1, с минимальной частотной коррекцией ($C5 = 47$ пФ, фильтр третьего порядка на DA1-2 исключен, база транзистора VT2 подключен непосредственно к выходу каскада на DA1-1), полоса пропускания по уровню –3 дБ составляет от 14 Гц до 20 кГц (Рисунок 3).

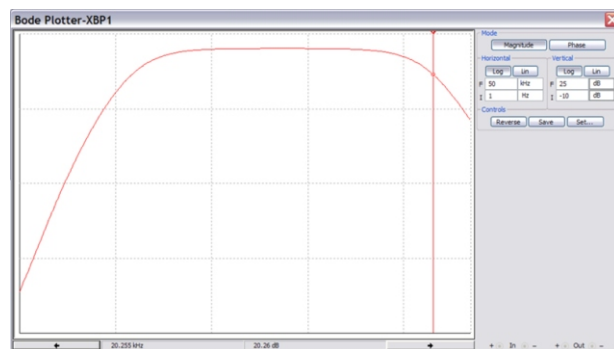


Рисунок 3. АЧХ предварительного усилителя с минимальной частотной коррекцией.

Изменение емкости конденсатора С3 от 1 нФ до 330 нФ, также как и изменение емкости нагрузки от 0 пФ до 330 нФ, практически не оказывает в данной полосе частот влияния на верхнюю частоту среза усилителя. Таким образом, можно утверждать, что предлагаемый усилитель может быть использован с коаксиальными или экранированными кабелями, имеющими, как известно, большую погонную емкость. **РЛ**

Литература

1. Векслер Г.С., Штильман В.И. Транзисторные сглаживающие фильтры. М. Энергия. 1979г
2. Vladimir Rentyuk. Two-wire remote sensor preamp // EDN, January 13, 2014
3. AD822 «Single-Supply, Rail-to-Rail Low Power FET-Input Op Amp.» Rev.1 2010, Analog Devices, Inc. 4. BC846 thru BC849 Small Signal Transistors (NPN) Vishay Semiconductors 09-May-02

Сравнение линейных и импульсных регуляторов напряжения в промышленных приложениях с шиной 24 В

Rich Nowakowski, Robert Taylor, Texas Instruments

Analog Applications Journal

Линейные регуляторы окружали нас на протяжении многих лет. Некоторые разработчики до сих пор используют в новых проектах линейные стабилизаторы напряжения, разработанные более двух десятилетий назад. А кто-то создал собственные схемы на дискретных компонентах. По простоте и дешевизне линейные регуляторы не имеют себе равных в сфере преобразователей напряжения. Однако в слаботочных приложениях с питанием от шины 24 В, используемой, например, в средствах промышленной автоматизации или в системах отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха, при слишком большом падении напряжения могут возникнуть проблемы, связанные с

выделением тепла. К счастью, разработчикам теперь доступны разнообразные компактные, высокоэффективные импульсные регуляторы с широким диапазоном входных напряжений.

В предлагаемой статье сравниваются три различных подхода к созданию стабилизатора напряжения с выходным напряжением 5 В и максимальным током нагрузки 100 мА, получающего питание от шины 24 В. Синхронный понижающий преобразователь сравнивается с интегральным линейным регулятором и с линейным регулятором на дискретных элементах. Сравнение размеров, КПД, тепловых характеристик, переходных характеристик, шумов, сложности схемы и ее стоимости

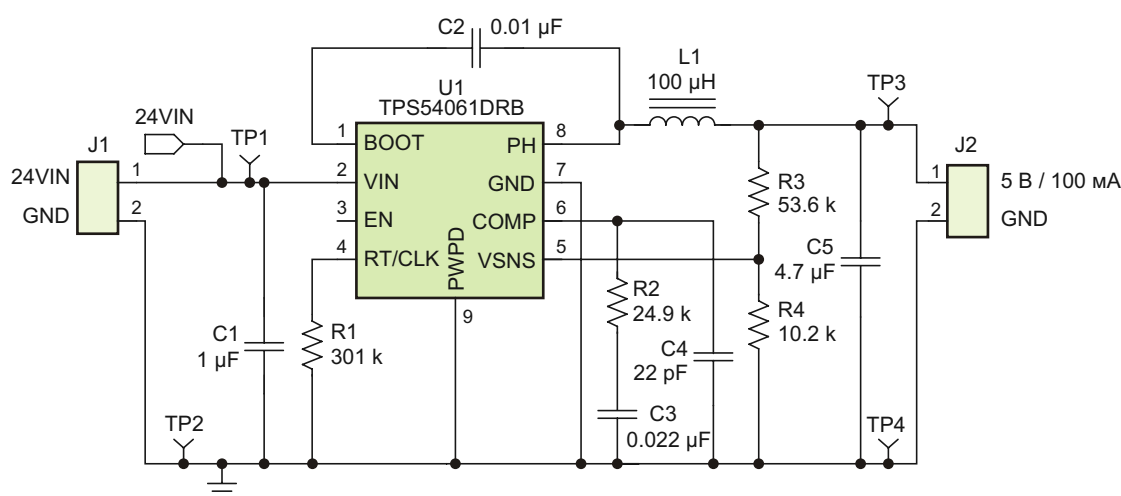


Рисунок 1. Импульсный понижающий регулятор с интегрированными MOSFET.

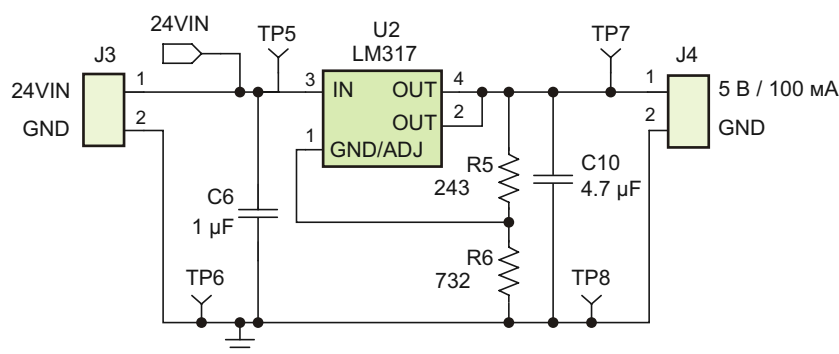


Рисунок 2. Интегральный линейный регулятор с широким диапазоном входных напряжений.

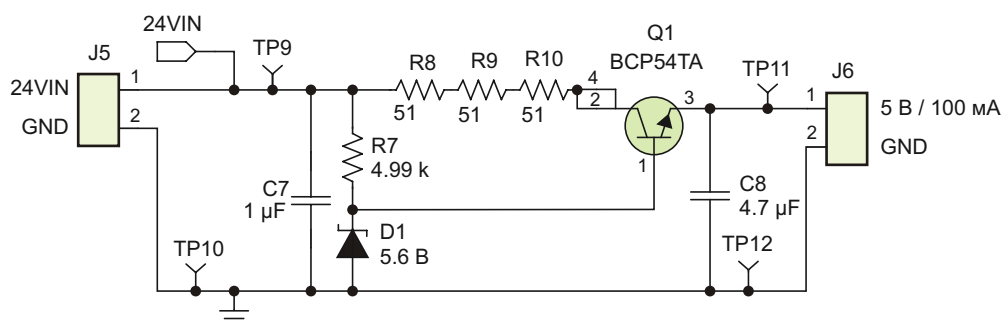


Рисунок 3. Дискретный линейный регулятор.

поможет конструкторам сделать выбор варианта, наилучшим образом отвечающего требованиям конкретного приложения.

Условия сравнения

Напряжение 5 В требуется в большинстве промышленных приложений, использующих шину 24 В, для питания, например, логических схем и низковольтных микропроцессоров. Ток 100 мА был выбран как достаточный для большинства подобных нагрузок. Однако на принятие решения о выборе импульсного или линейного регулятора может повлиять уровень рассеиваемой мощности. Изображенные на Рисунках 1, 2 и 3 схемы собраны на общей печатной плате с использованием абсолютно одинаковых конденсаторов емкостью 1 мкФ на входе и 4.7 мкФ на выходе.

В схеме на Рисунке 1 используется выпускаемый Texas Instruments синхронный понижающий преобразователь TPS54061 с интегрированными силовыми MOSFET. Заметим, что этой схеме не требуется фиксирующий диод, но нужны индуктивность, пять конденсаторов и четыре резистора, часть из которых устанавливается в цепь частотной компенсации петли ОС. Схема настроена таким

образом, чтобы в ней можно было использовать такие же входные и выходные конденсаторы, как и в линейных схемах, изображенных на Рисунках 2 и 3.

Конструкция, изображенная на Рисунке 2, основана на популярном, давно ставшем стандартом отрасли линейном стабилизаторе LM317 с широким диапазоном входных напряжений и выходным током до 1.5 А. В схеме использованы два внешних резистора и два конденсатора. Существенное различие между входным и выходным напряжениями и, соответственно, большая рассеиваемая мощность, требуют использования микросхемы в корпусе с низким тепловым сопротивлением (DDPak).

Для реализации схемы на дискретных приборах, показанной на Рисунке 3, требуются транзистор, стабилитрон, два внешних конденсатора и четыре резистора. Стабилитрон с напряжением пробоя 5.6 В подключен к базе NPN транзистора. Падение на переходе база-эмиттер уменьшает выходное стабилизированное напряжение примерно до 5 В. Внешние резисторы принимают на себя рассеяние части избыточной мощности, облегчая тепловой режим транзистора.

Таблица 1. Площадь платы и количество компонентов

Тип регулятора	Площадь платы (см ²)	Количество компонентов	Сложность
Импульсный (TPS54061)	0.9	11	Высокая
Линейный интегральный (LM317)	14.5	5	Низкая
Линейный дискретный (Стабилитрон/Транзистор)	14.5	8	Средняя

Таблица 1 позволяет сравнить три конструкции по количеству используемых компонентов и необходимой площади печатной платы.

Вследствие необходимости обеспечения надлежащего температурного рельефа на печатной плате, линейные регуляторы требуют большей площади. При максимальной нагрузке каждый линейный регулятор должен рассеивать мощность порядка 2 Вт. Согласно эмпирическому правилу, каждый ватт мощности, рассеиваемый на участке печатной платы размером 1–2 дюйма, повышает ее температуру на 100 °С. Линейные регуляторы конструируются таким образом, чтобы их перегрев не превышал 40 °С. Безусловно, при ограниченной площади печатной платы предпочтительным будет синхронный понижающий преобразователь, даже, несмотря на увеличенное количество внешних компонентов и сложность расчетов схемы частотной компенсации цепи обратной связи и величины индуктивности.

Тепловые характеристики

Термограмма на Рисунке 4 показывает температурный профиль каждой из трех схем, размещенных на печатной плате.

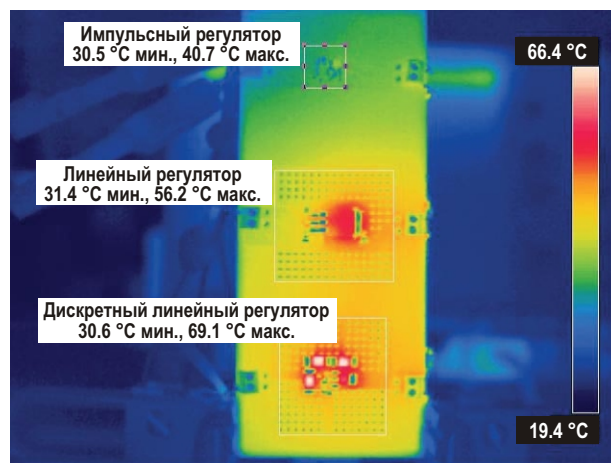


Рисунок 4. Тепло, выделяемое каждой схемой (белый цвет соответствует наиболее высокой температуре).

Плата сконструирована таким образом, чтобы ни одна схема не влияла на тепловые характеристики соседней схемы. Из Таблицы 2 видно, что импульсный регулятор работает с наименьшим перегревом, равным 11 °С. Вследствие большой разницы между входными и выходными напряжениями, импульсный регулятор с синхронным выпрямлением по эффективности превосходит любую из линейных схем (Таблица 3). Обратите вни-

Таблица 2. Сводка тепловых характеристик

Тип регулятора	Температура перегрева (°C)	Максимальная температура (°C)	Корпус
Импульсный	11	40.7	VSON 3–3 мм
Линейный интегральный	27	56.2	DDPak
Линейный дискретный	40	69.1	SOT-23, SOT223

Таблица 3. Эффективность и потери мощности

Тип регулятора	С максимальной нагрузкой(%)		Без нагрузки
	КПД (%)	Потери мощности (Вт)	Собственный ток потребления (мА)
Импульсный	84.5	0.093	0.5
Линейный интегральный	20.0	2.06	5.5
Линейный дискретный	20.1	2.02	4

мание, перегрев схемы интегрального линейного регулятора отличается от перегрева дискретной линейной схемы. Это связано с тем, что корпус интегрального регулятора (DDPak) крупнее, и рассеиваемое им тепло распределяется по большей площади. Используемые в дискретной линейной схеме корпуса SOT-23 и SOT223 меньше, чем DDPak, что делает отвод тепла более сложным.

Сравнение эффективности

Тепловые характеристики каждого регулятора непосредственно связаны с его КПД. Сравнить КПД трех схем позволяет Рисунок 5. Как и следовало ожидать, импульсный регулятор здесь вне конкуренции – и при легких нагрузках, и при максимальных. При облегченных нагрузках доминируют потери переключения и собственный ток потребления, чем и объясняется снижение КПД при малых выходных токах. При легких нагрузках лучше

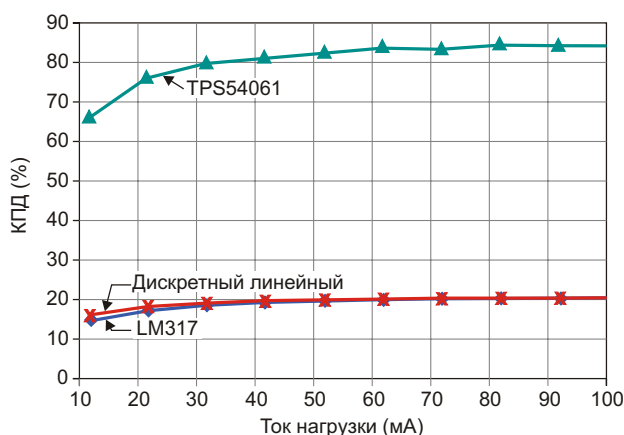


Рисунок 5. Зависимость КПД от тока нагрузки.

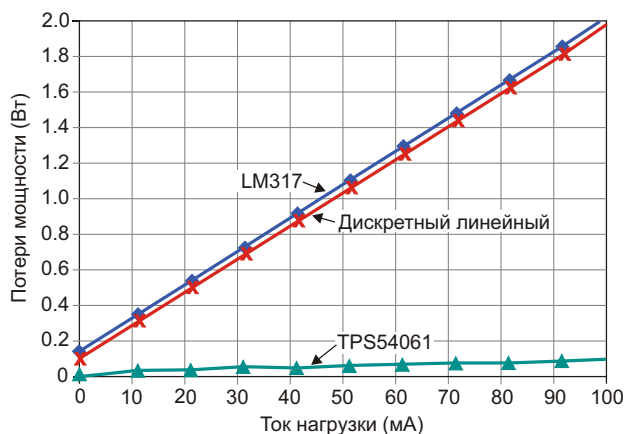


Рисунок 6. Зависимость мощности потерь от тока нагрузки.

рассматривать графики потерь мощности (Рисунок 6), чем КПД, поскольку двукратное различие в КПД при токе 10 мА выглядит слишком большим. В то же время, величина тока, потребляемого нагрузкой, очень мала. При входном напряжении 24 В и выходном токе 10 мА потери мощности в импульсном регуляторе составляют 2.8 мВт, а в интегральном линейном – 345 мВт. При максимальной нагрузке измеренные потери мощности равны 0.093 Вт для импульсного регулятора и 2.06 Вт для линейного.

В Таблице 3 собраны результаты измерений КПД и потерь мощности для всех трех схем. Можно заметить, что собственный ток потребления дискретного линейного регулятора меньше, чем у его интегрального аналога. Интегральный линейный регулятор содержит больше расходующих энергию внутренних цепей, но при этом он выполняет больше функций, чем дискретный.

Выходные характеристики

Аналоговые схемы могут быть чувствительными к пульсациям питания, а цифровые процессоры – к точности поддержания напряжения питания ядра. Поэтому важно сравнить наши схемы по таким параметрам, как пульсации на выходе, точность стабилизации напряжения и реакция на скачкообразное изменение нагрузки. Линейные регуляторы по самой своей природе отличаются малыми пульсациями, и часто используются для удаления шумов импульсных преобразователей. Пульсации напряжения обеих схем линейных регуляторов при максимальной нагрузке не превышают 10 мВ. В долях от выходного напряжения это лучше, чем 0.2%. С другой стороны, пульсации импульсного преобразователя достигают 75 мВ, или 1.5% от выходного напряжения. Уменьшить пульсации в схеме импульсного регулятора позволяет низкое эквивалентное последовательное сопротивление выходного керамического конденсатора.

При сравнении точности стабилизации выходных напряжений во всем диапазоне нагрузок выигрывает импульсный регулятор. Из справочных данных на использованные компоненты видно, что источник опорного напряжения (ИОН) импульсного преобразователя характеризуется наилучшей точностью. Импульсные регуляторы являются отно-

Таблица 4. Сводка характеристик выходного напряжения

Тип регулятора	Максимальные пульсации выходного напряжения (мВ)	Выброс на выходе при скачке тока нагрузки от 50 до 100 мА (мВ)	Погрешность регулирования при скачке тока нагрузки от 0 до 100 мА (мВ)
Импульсный	75	250	1.5
Линейный интегральный	<10	40	0.7
Линейный дискретный	<10	40	21.8

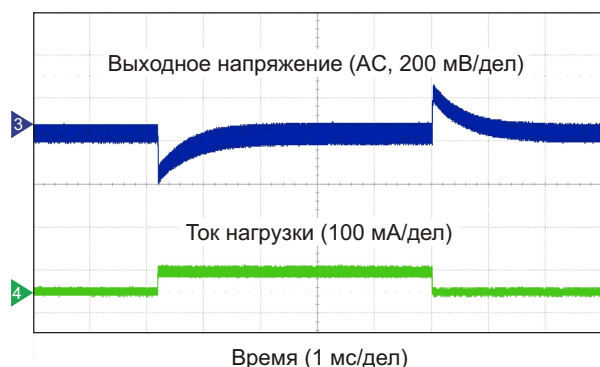


Рисунок 7. Переходный режим в импульсном регуляторе при изменении нагрузки.

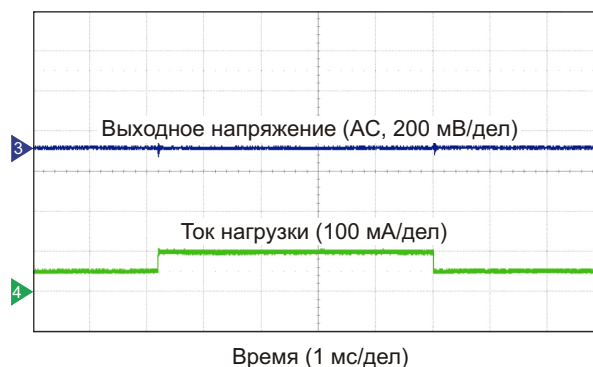


Рисунок 8. Переходный режим в линейном регуляторе при изменении нагрузки.

сительно новыми интегральными схемами, и качество их ИОН постоянно улучшается. Дискретная линейная схема, в которой использован простейший метод стабилизации выходного напряжения, имеет наихудшие характеристики. Однако часто от источника 5 В и не требуется высокой точности, особенно, если это напряжение является входным для регуляторов следующего уровня.

Осциллограммы выходных напряжений и токов в переходных режимах можно увидеть на Рисунках 7-9. Хотя точность поддержания напряжения у импульсного регулятора высока, его переходные характеристики намного хуже, чем у линейных схем. Измеренный от пика до пика отклик импульсного регулятора на скачок тока нагрузки от 50 до 100 мА составляет 250 мВ, или 5% от выходного напряжения, против 40 мВ у линейных схем. Уменьшить выбросы напряжения на нагрузке импульсного регулятора можно с помощью дополнительного выходного конденсатора, однако это приведет к росту цены и размеров. Следует отметить, что дискретная линейная схема не рассчитана на стабилизацию выходного напряжения во время переходных процессов в нагрузке. Кроме того, простота схемы не позволяет реализовать функции ограничения тока или защитного отключения при перегреве.

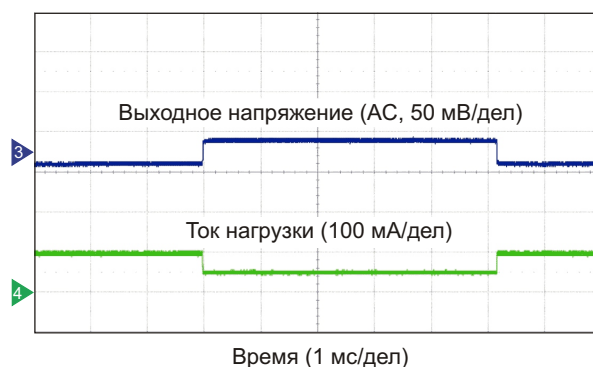


Рисунок 9. Переходный режим в дискретном линейном регуляторе при изменении нагрузки.

В Таблице 4 собраны характеристики выходного напряжения для трех схем регуляторов.

Сравнение стоимости

Большинство используемых в схемах внешних компонентов — это пассивные

Таблица 5. Стоимость материалов

Тип регулятора	Стоимость компонентов в партиях из 10,000 шт. (долл. США)
Импульсный	1.80
Линейный интегральный	0.32
Линейный дискретный	0.26

Таблица 6. Характеристики регуляторов 5 В/100 мА при входном напряжении 24 В

Тип регулятора	Стоимость компонентов в партиях из 10,000 шт. (долл. США)	Пульсации выходного напряжения (мВ)	КПД при полной нагрузке (%)	Площадь платы (см ²)	Сложность
Импульсный	1.80	75	84.5	0.9	Высокая
Линейный интегральный	0.32	<10	20.0	14.5	Низкая
Линейный дискретный	0.26	<10	20.1	14.5	Средняя

резисторы и конденсаторы, стоящие намного меньше \$0.01. Самыми дорогими во всех трех схемах являются кремниевые приборы. Приведенные в Таблице 5 данные по стоимости комплектующих для всех вариантов схемы собраны в США по каналам дистрибуции на основе розничных цен, рекомендованных для партий из 10,000 компонентов. Как видим, оба линейных регулятора намного дешевле импульсного. К сожалению, для импульсного регулятора необходима внешняя индуктивность, которая может стоить порядка \$0.10, однако дополнительные расходы могут быть оправданы улучшением КПД и габаритных характеристик. Разница в ценах линейных схем составляет всего лишь \$0.06! При выборе между интегральным и дискретным линейным регулятором первый может оказаться предпочтительнее вследствие наличия встроенных цепей защиты.

Заключение

В распоряжении разработчиков источников питания имеется большой выбор технических решений. Какое будет лучшим – зависит от требований, предъявляемых к конкрет-

ному приложению. Системы управления питанием, потребляющие меньше энергии и занимающие меньше места на плате, позволяют разработчикам сделать их продукты более индивидуальными и привлекательными для рынка. Синхронные понижающие преобразователи радикально отличаются от линейных регуляторов эффективностью и компактностью. Если на первое место выдвигается цена решения, возможно, будет целесообразным использование дискретного линейного регулятора, однако платой за это станут более плохие характеристики, отсутствие защитных функций и, вполне вероятно, дополнительные затраты на теплоотвод.

Полный набор характеристик всех трех регуляторов, необходимых разработчику для выбора варианта, наилучшим образом отвечающего требованиям создаваемого им приложения, приведен в Таблице 6. **РЛ**

Ссылки

1. "3-terminal adjustable regulator," LM317 Datasheet. Available: www.ti.com/slvs044-aaj
2. "Wide input 60V, 200mA synchronous step-down DC-DC converter with low IQ," TPS54061 Datasheet. Available: www.ti.com/slvsbb7-aaj

Вакуумный транзистор: устройство, сделанное из ничего



Jin-Woo Han, Меууа Меууаррап

IEEE Spectrum

Этот любопытный гибрид электровакуумной лампы и MOSFET однажды заменит традиционный кремний

В сентябре 1976 года, в самый разгар Холодной войны, Виктор Иванович Беленко, советский пилот, недовольный условиями своей жизни, выполняя на МиГ-25 тренировочный полет над Сибирью, ушел с курса, на малой высоте с большой скоростью пересек Японское море и посадил самолет в гражданском аэропорту Хоккайдо с остатком топлива на 30 секунд. Его драматическое дезертирство стало подарком для американских военных аналитиков, впервые получивших возможность вблизи изучить этот высокоскоростной истребитель, который, как они думали, был одним из самых совершенных самолетов в мире. Увиденное поразило их.

С одной стороны, корпус был изготовлен намного более грубо, чем у современных самолетов США, и сделан не из титана, а, в основном, из стали. Но еще большее удивление вызвало то, что секции авионики самолета оказались заполнены оборудованием, основанном не на транзисторах, а на электронных лампах. Заключение экспертов развеяло прежние страхи; оказалось, что даже самые передовые технологии Советского Союза смехотворно отставали от Запада.

Как-никак, в США вакуумные лампы уступили дорогу более миниатюрным и менее прожорливым твердотельным устройствам на два десятилетия раньше, вскоре после того, как Уильям Шокли, Джон Бардин и Уолтер Браттейн изготовили первый транзистор

в Bell Laboratories в 1947 году. Единственные электровакуумные приборы, которые вы могли обнаружить в западной электронике в середине 1970-х, были глубоко спрятаны в недрах определенного вида специализированной аппаратуры, не считая, конечно, вездесущих кинескопов телевизоров. Сегодня исчезли даже и они, оставив вымершей технологии электровакуумных приборов лишь несколько специфических ниш. Поэтому, возможно, будет неожиданностью узнать, что некоторые, очень небольшие, изменения в технологиях, используемых сегодня для производства интегральных схем, могут вдохнуть в вакуумную электронику новую жизнь.

На протяжении последних пяти лет мы работаем в Исследовательском центре Эймса (отделение агентства NASA) над созданием транзисторов с вакуумным каналом. Мы находимся все еще на ранней стадии исследований, но прототипы уже подтверждают, что эти новаторские устройства имеют экстраординарную перспективу. Транзисторы с вакуумным каналом в десять раз быстрее, чем обычные кремниевые транзисторы, и, в конечном итоге, смогут работать на терагерцовых частотах, недостижимых для любых твердотельных устройств. К тому же, они значительно более устойчивы к высокой температуре и радиации. Чтобы понять почему, надо немного вспомнить устройство старой доброй радиолампы.



Вакуумные лампы, являясь потомками обычных ламп накаливания, своим развитием обязаны исследованиям Томаса Эдисона, показавшего способность нагретых нитей испускать электроны. Эта первая усиленная лампа, изобретенная в 1906 году и названная Аудион, демонстрирует близкое сходство с лампой накаливания, хотя нить, давно сгоревшая в этом конкретном экземпляре, нам не видна. Эта нить одновременно служила катодом, из которого электроны летели к аноду, расположенному в середине стеклянной трубки. Током, идущим от катода к аноду, можно управлять, изменяя напряжение, приложенное к сетке – зигзагообразной проволоке, которую можно видеть ниже анода.

Пальчиковые радиолампы, усиливавшие сигналы в бесконечном множестве радио- и телевизионных приемников первой половины двадцатого столетия, на первый взгляд, не имеют ничего общего с полевыми транзисторами структуры металл-оксид-кремний (MOSFET), регулярно поражающими нас своими возможностями в современной цифровой электронике. Но во многих отношениях они очень похожи. Начиная с того, что оба прибора являются трехэлектродными. Напряжение, прикладываемое к одному из электродов – сетке в случае простого вакуумного триода, или затвору в случае MOSFET – управляет количеством тока, протекающего между двумя остальными электродами: между катодом и анодом у лампы, и между истоком и стоком у MOSFET. Такое свойство позволило этим устройствам выполнять функции усилителей, или, при достаточно энергичном управлении, – ключей.

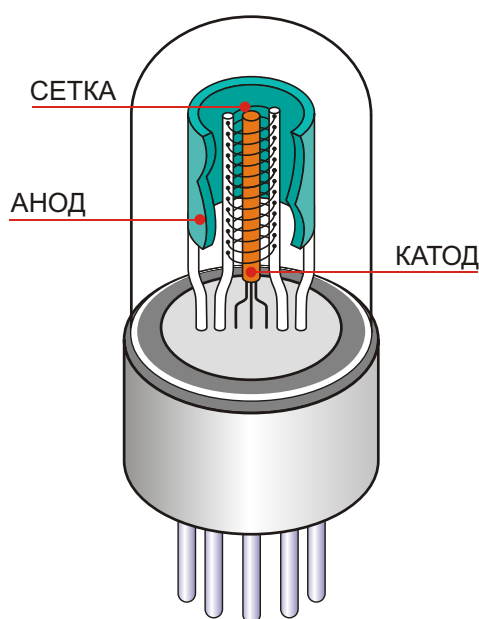
Впрочем, ток в вакуумной лампе течет совсем не так, как в транзисторе. В основе работы лампы лежит процесс, называемый термоэлектронной эмиссией: нагревание

катода заставляет его испускать электроны в окружающий вакуум. Причинами возникновения тока в транзисторе являются дрейф и диффузия электронов (или «дырок» – мест, в которых отсутствуют электроны) между истоком и стоком через разделяющий их твердый полупроводящий материал.

Почему электронные лампы много десятилетий назад уступили дорогу твердотельной электронике? Потому, что полупроводники отличаются от ламп меньшей стоимостью, несоизмеримо меньшими размерами, недостижимым для ламп сроком службы, прочностью, надежностью и структурной однородностью. Несмотря на эти преимущества, если рассматривать приборы исключительно как среду для переноса заряда, лампы выигрывают у полупроводников. Электроны свободно распространяются через пустоту вакуума, тогда как в твердом теле им препятствуют столкновения с атомами. (Этот процесс называется рассеянием кристаллической решеткой). Кроме того, вакуум не подвержен каким-либо радиационным повреждениям, поражающим полупроводники, а также производит меньше шума и искажений, чем твердотельные материалы.

Недостатки вакуумных ламп раздражали не так уж сильно, если речь шла о вашем радио- или телевизионном приемнике. Но в более сложных схемах они доставляли настоящие неприятности. К примеру, компьютер ENIAC, построенный в 1946 году с использованием 17,468 электронных ламп, потреблял мощность 150 киловатт, весил более 27 тонн и занимал площадь 200 квадратных метров. К тому же, он постоянно ломался из-за того, что каждые один-два дня в нем выходила из строя очередная лампа.

Транзисторная революция положила конец таким неприятностям. Но последующие глобальные изменения в мире электроники произошли не столько благодаря собственным преимуществам полупроводников, сколько потому, что инженеры получили возможность массового производства транзисторов, объединенных в интегральные схемы, научившись с помощью технологий химической гравировки или травления создавать нужные рисунки на кремниевой пластине. По мере развития технологии производства интегральных схем на одном чипе умещалось все больше и больше транзисторов, делая каждое следующее их поколение более сложным, чем предыдущее. Важно и



Простейшим электровакuumным прибором, способным усиливать сигналы, является триод, названный так по числу имеющихся у него электродов: катода, анода и сетки. Типичная конструкция триода обладает цилиндрической симметрией и имеет катод, окруженный сеткой, которая, в свою очередь, окружена анодом. По принципу работы триод похож на полевой транзистор: напряжение, приложенное к сетке, управляет током, текущим между остальными двумя электродами. (Электровакuumные триоды часто имеют пять выводов, два из которых дополнительно выделены для питания нити накала).

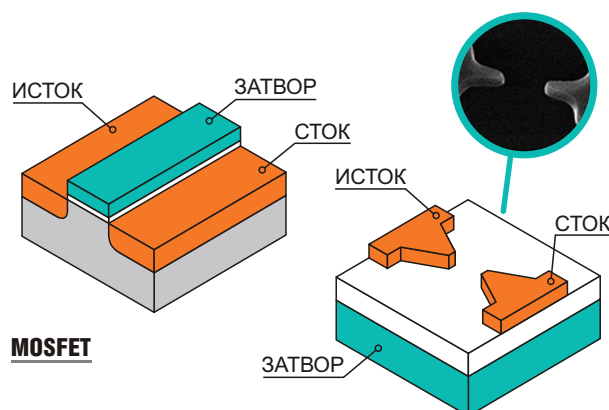
то, что, электроника становилась быстрее, не становилась дороже.

Этот рост скорости обусловлен тем, что по мере уменьшения размеров транзисторов, путь, который необходимо преодолевать электронам между истоком и стоком, постоянно сокращается, позволяя каждому транзистору включаться и выключаться быстрее. С другой стороны, вакуумные лампы всегда были большими и громоздкими, и изготавливались индивидуально с использованием механической обработки. Несмотря на то, что на протяжении многих лет лампы постоянно совершенствовались, говорить о чем-либо, хоть отдаленно напоминающем закон Мура, применительно к лампам никогда не приходилось.

Однако после четырех десятилетий последовательного уменьшения размеров транзисторов толщина оксидного слоя, изолирующего электрод затвора типичного MOSFET, достигла нескольких нанометров, а

исток и сток разделяют всего несколько десятков нанометров. Двигаться дальше по пути миниатюризации обычных транзисторов практически стало некуда. Тем не менее, поиски более быстрых и энергоэффективных решений в области твердотельной электроники продолжают. Какой будет следующая технология изготовления транзисторов? Интенсивно развиваются нанопроводники, углеродные нанотрубки и графен. Возможно, что-то из этого преобразит электронную промышленность. А может быть, все эти технологии ждут фиаско.

Мы работаем над созданием еще одного кандидата для замены MOSFET – прибора, к которому исследователи проявляли и теряли интерес на протяжении многих лет: транзистора с вакуумным каналом. Это результат союза традиционной технологии электронных ламп и технологии производства современных полупроводников. Этот необычный гибрид, объединяющий лучшие свойства



ТРАНЗИСТОР С ВАКУУМНЫМ КАНАЛОМ

Транзистор с вакуумным каналом очень напоминает обычный металлооксидный полевой транзистор (MOSFET, на рисунке слева). В MOSFET величина напряжения, приложенного к затвору, определяет уровень электрического поля в находящемся под ним материале. Это поле, в свою очередь, управляет переносом зарядов в канале между областями истока и стока, то есть, контролирует величину протекающего тока. Через затвор, изолированный от подложки оксидным слоем, не течет никакой ток. В разработанном авторами транзисторе с вакуумным каналом (справа) аналогичным образом используется тонкий слой диэлектрика для изоляции затвора от катода и анода, резко сужающихся на концах для увеличения напряженности электрического поля.

вакуумных ламп и транзисторов, может быть сделан таким же миниатюрным и дешевым, как любое твердотельное устройство. Именно возможность сделать их маленькими избавляет от хорошо известных недостатков электронных ламп.

Для нагрева катода до температуры, достаточной для эмиссии электронов, в вакуумной лампе используется электрический нагреватель, похожий на нить лампы накаливания. Именно поэтому для разогрева электровакуумных ламп требуется определенное время, и именно поэтому они потребляют такую большую мощность. По этой же причине они часто сгорают (нередко вследствие ничтожной утечки в стеклянной колбе устройства). Но транзисторам с вакуумным каналом не требуется нить накала или горячий катод. При достаточно малых размерах устройства электрического поля вполне достаточно для эффективного переноса электронов от истока посредством процесса, известного как автоэлектронная эмиссия. Отсутствие необходимости в накале дает возможность исключить громоздкий нагревательный элемент, сократить площадь, занимаемую каждым прибором, и сделать новый тип транзисторов очень экономичным.

Еще одним слабым местом ламп является требование поддержания в них глубокого вакуума, типичный уровень которого соответствует тысячным долям атмосферы, чтобы исключить столкновения электронов с молекулами газа. При столь низком давлении положительные ионы, выбиваемые из молекул остаточного газа и ускоряемые электрическим полем, бомбардируют катод, создавая на нем измеряемые нанометрами выступы, которые приводят к деградации и, в конечном счете, полному разрушению катода.

Эти давние проблемы вакуумной электроники не являются непреодолимыми. Что если расстояние между катодом и анодом будет меньше среднего расстояния, преодолеваемого электроном до соударения с молекулой газа, известного как средняя длина свободного пробега? Тогда вам не придется беспокоиться по поводу столкновения электронов с молекулами газа. Например, средняя длина свободного пробега электронов в воздухе при нормальном атмосферном давлении составляет порядка 200 нм, что в масштабах сегодняшних транзисторов довольно много. Используйте гелий вместо воздуха, и средняя длина свободного пробега прибли-

зится примерно к 1 мкм. Это означает, что для электрона, проходящего через гелий путь в 100 нм, вероятность столкновения с молекулой газа будет всего лишь порядка 10%. Сделайте зазор меньше, и вероятность столкновений станет еще ниже.

Но даже при невысокой вероятности столкновения многие электроны все же будут сталкиваться с молекулами газа. Если в результате соударения из молекулы газа выбивается электрон, она превращается в положительно заряженный ион, который под действием электрического поля отправляется к катоду. Бомбардировка положительными ионами приводит к деградации катода. Таким образом, очевидно, что влияние этого эффекта надо стремиться свести к абсолютному минимуму.

По счастью, если напряжение будет низким, у электрона никогда не хватит энергии для ионизации гелия. Поэтому, если размеры вакуумного транзистора существенно меньше длины свободного пробега электронов, что сделать несложно, а рабочее напряжение достаточно низкое (что также просто обеспечить), устройство сможет прекрасно работать при обычном атмосферном давлении. То есть, фактически, вам вообще не нужно заботиться о поддержании какого-либо вакуума в устройстве, которое номинально считается кусочком «вакуумной» электроники.

Но как вы будете включать и выключать этот новый вид транзистора? В случае электровакуумного триода протекающим через него током вы управляете, меняя напряжение, приложенное к сетке – электроду, расположенному между катодом и анодом. Чем ближе сетка размещена к катоду, тем выше качество электростатического управления, но одновременно увеличивается и текущий в сетку ток. В идеале через сетку вообще не должен протекать какой-либо ток, являющийся источником лишних потерь энергии, а иногда даже и причиной выхода лампы из строя. Но на практике небольшой сеточный ток всегда присутствует.

Для преодоления этих проблем, током, протекающим через наш вакуумный транзистор, мы управляем точно также, как в обычном MOSFET, используя электрод затвора, изолированный от токового канала диэлектрическим материалом (диоксидом кремния). Диэлектрический изолятор не препятствует электрическому полю, но не пускает ток в затвор.



Транзисторы с вакуумным каналом открывают перспективы использования частотного диапазона, расположенного между СВЧ и инфракрасными волнами – области спектра, иногда называемой «терагерцовым провалом» из-за трудности использования в ней большинства полупроводниковых приборов. К перспективным приложениям для терагерцового диапазона относятся средства направленных высокоскоростных коммуникаций и детекторы опасных материалов.

Итак, вы видите, что вакуумно-канальный транзистор совсем не сложен. Напротив, принцип его работы намного проще, чем у любого типа транзисторов, созданных к настоящему времени.

Мы находимся еще на самой ранней стадии исследований, но верим, что последние усовершенствования, внесенные нами в конструкцию транзистора с вакуумным каналом, в один прекрасный день смогут оказать колоссальное влияние на электронную индустрию, прежде всего в части технологий, для которых первостепенное значение имеет скорость. Сделав лишь первые шаги, мы уже сумели создать устройство, способное работать на частоте 460 ГГц и превзошедшее лучшие кремниевые транзисторы по быстродействию, грубо говоря, в 10 раз. Это делает транзисторы с вакуумным каналом очень перспективным прибором для работы в области, называемой «терагерцовый провал», – части электромагнитного спектра между СВЧ и инфракрасными волнами.

Эти частоты, занимающие диапазон от 0.1 до 10 ТГц, полезны, например, для обнаружения опасных материалов и обеспечения скрытности высокоскоростных коммуникаций. Сфера возможных применений, конечно же, не ограничивается парой приведенных примеров. Но воспользоваться преимуществами терагерцовых волн очень сложно из-за

неспособности обычных полупроводников к генерации или усилению сигналов на таких частотах. Вакуумные транзисторы могут, извините за выражение, заполнить эту дыру. Эти транзисторы также могут найти свое место в будущих микропроцессорах, ведь технология их производства полностью совместима с технологией обычных КМОП схем. Но, прежде чем это произойдет, нужно будет решить несколько проблем.

Прототип нашего вакуумного транзистора работает при напряжении 10 В, что на порядок больше напряжения, используемого в современных КМОП схемах. Но исследователям из Питтсбургского университета удалось сделать вакуумные транзисторы с рабочими напряжениями всего 1 или 2 вольта, хотя и ценой существенных компромиссов в отношении гибкости конструкции. Мы абсолютно уверены, что тоже сможем снизить требования к питанию нашего устройства до таких же уровней, сократив расстояние между анодом и катодом. Кроме того, степень заостренности этих электродов определяет концентрацию электрического поля, а от состава материала катода зависит величина поля, необходимого для извлечения из него электронов. Таким образом, мы могли бы снизить требуемое напряжение за счет конструкции электродов, сделав их более острыми на концах, а также за счет выбора

более подходящего химического состава с меньшим барьером для выходящих из катода электронов. Несомненно, это будет своего рода эквилибристикой, поскольку изменения, направленные на снижение рабочего напряжения, могут поставить под угрозу долговременную стабильность электродов и результирующий срок службы транзистора.

Следующим важным для нас шагом будет размещение большого количества вакуумных транзисторов в интегральной схеме. Для этого мы должны быть в состоянии использовать множество существующих средств компьютерного проектирования и моделирования, разработанных для конструирования КМОП микросхем. Но прежде чем мы попытаемся это сделать, нам придется изменить наши компьютерные модели для этого нового транзистора и выработать определенные правила проектирования для соединения множества транзисторов в одну схему. Кроме того, мы будем должны придумать соответствующие методы корпусирования этих

устройств, наполненных гелием под давлением в одну атмосферу. Скорее всего, технологии, используемые в настоящее время для герметизации различных МЭМС датчиков, таких как акселерометры и гироскопы, вполне успешно смогут быть применены и к схемам на транзисторах с вакуумным каналом.

Правда, прежде чем мы сможем предложить рынку коммерческий продукт, нам предстоит еще проделать очень большую работу. Но когда она будет, в конце концов, закончена, это новое поколение вакуумной электроники удивит нас многими своими возможностями. Ждите этого. В противном случае вы можете испытать нечто немного похожее на чувства тех военных аналитиков, которые обследовали советский МиГ-25 в Японии в 1976 году. Позже они поняли, что основанная на вакууме авионика может противостоять электромагнитному импульсу ядерного взрыва лучше, чем все, что имелось на самолетах Запада. Только тогда они начали осознавать ценность небольшого небытия. **РЛ**



Jin-Woo Han



Meeyu Meeyarpan

Простая схема заменяет программный опрос матричной клавиатуры



Rick Malley, Independent Designs LLC

Electronic Design

Эта схема, использующая восемь цифровых входов, упрощает декодирование мембранной клавиатуры с матрицей кнопок 4 × 4 и делает ненужным традиционное сканирование рядов или колонок. Схема может работать с любой X-Y матрицей переключателей, входящей в состав какого-либо устройства.

В схеме использованы восемь цифровых транзисторов — четыре NPN и четыре PNP. При нажатии на выбранную кнопку два транзистора включаются токами, протекающими через их внутренние резисторы. Сгенерированный в результате код, который будет уникальным для каждого ключа, можно считать с помощью простой команды ввода байта.

Если разрешить прерывания по изменению состояния всех восьми входов, программа декодирования клавиатуры будет полностью управляться прерываниями.

Эти восемь линий можно также подключить к сдвиговому регистру и сократить количество используемых линий ввода/вывода микроконтроллера до двух или трех, необходимых для управления сдвигом и чтением.

В простейшем варианте все выводы 8-битного порта конфигурируются как входы, а внутренние резисторы подтягиваются к питанию в разрядах 0-3, и к «земле» в разрядах 4-7 (Рисунок 1). Следует сразу оговориться, что такие гибкие настройки поддерживают далеко не все микроконтроллеры.

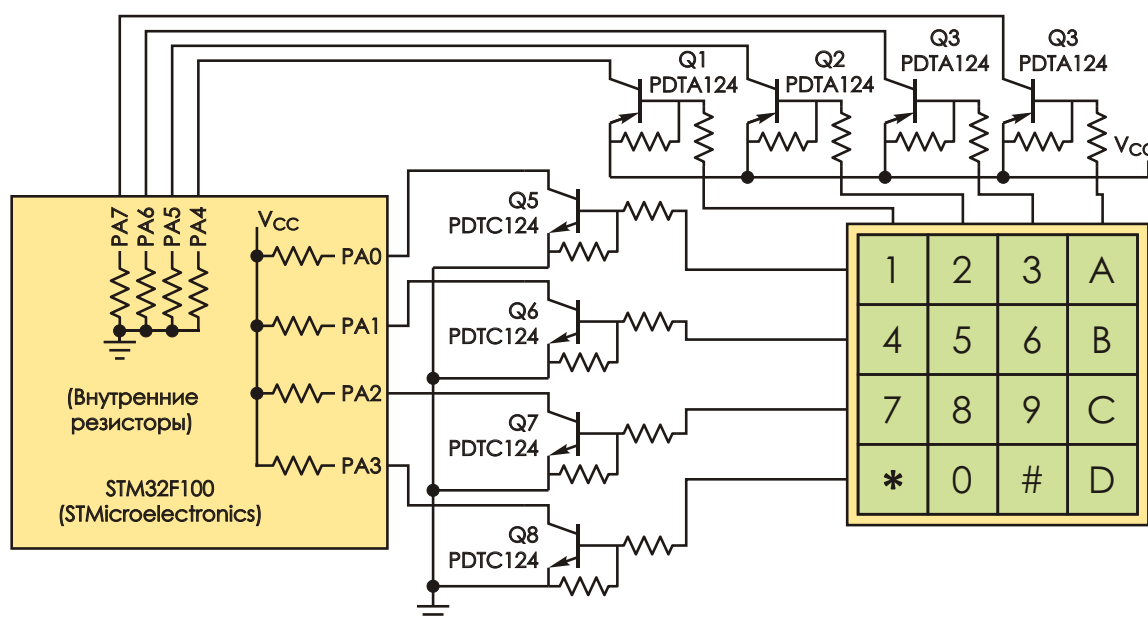


Рисунок 1. Для упрощения декодирования матрицы кнопок 4 × 4 выводы 8-битного порта сконфигурированы входами, которые подтягиваются к питанию и к «земле» с помощью внутренних резисторов.

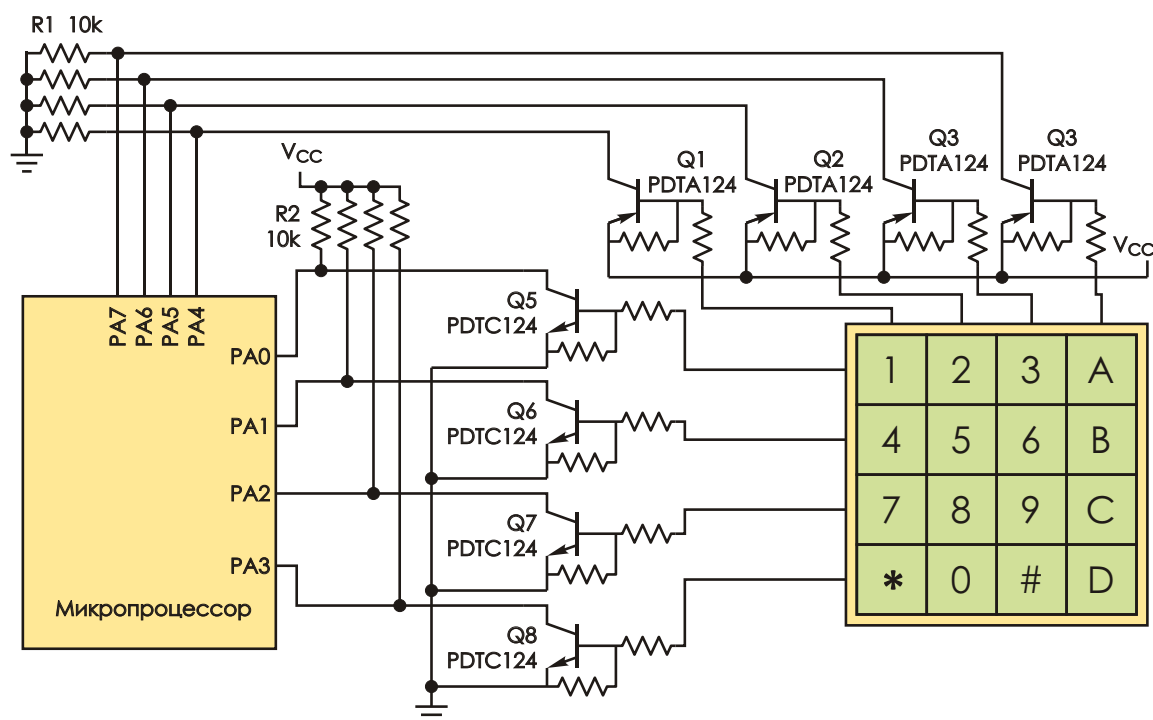


Рисунок 2. Альтернативная схема, в которой используются внешние матрицы резисторов.

Одним из подобных приборов является STM32F100 компании STMicroelectronics, на котором и был собран прототип схемы, показавший отличные результаты.

В схеме на Рисунке 2 используются внешние резисторы. Лучше всего взять пару широко распространенных четырехэлементных резисторных матриц – они компактны, недороги, и добавляют к перечню элементов всего

два компонента. В большинстве случаев подойдут матрицы с сопротивлением 10 кОм.

Конечно же, при одновременном нажатии двух клавиш также будут генерироваться уникальные коды. Но эта ситуация не создает никаких дополнительных сложностей; любая комбинация, в которой две клавиши не имеют общей строки или столбца, может быть программно декодирована. **РЛ**

Схема распознает и восстанавливает зашумленные импульсы

Vladimir Rentyuk

EDN

Предлагаемая схема появилась в результате решения следующей задачи: требовалось сформировать импульс определенной длительности из «грязных» входных импульсных всплесков, которые могли меняться по амплитуде в диапазоне до 60 дБ. Также требовалось обеспечить минимальное время задержки между входными и выходными импульсами, так что автор не мог использовать интегратор или другие обычные в этом случае схемные решения. Описываемая схема используется в радиолокационном дальномере, поэтому малая и постоянная по времени задержка между входными и выходными импульсами является определяющей. Предлагаемое решение прошло практическую проверку и показало отличную работу.

Схема, представленная на Рисунке 1, генерирует импульсы строго заданной длительности из любых входных «грязных» импульсов. Это могут быть, например, пачки импульсов гармонических колебаний (радиоимпульсы), импульсные всплески, импульсы неопределенной длительности и т. д. с амплитудами от 10 мВ до 5 В. Выход схемы – это чистые импульсы с контролируемой длительностью и логическими уровнями положительной полярности.

Входные импульсы поступают на неинвертирующий вход компаратора IC1 через дифференциальную цепочку C4, R5, постоянная времени которой должна быть выбрана минимально приемлемой для вашего приложения. Подстроечным резистором R6 устанавливается порог компаратора, который в

нашем случае может изменяться в пределах от 13 мВ до 60 мВ. В конкретном практическом применении порог компаратора должен быть установлен на минимально допустимый уровень входного сигнала.

Ждущий мультивибратор, выполненный на IC2-1, генерирует выходные импульсы. Второй ждущий мультивибратор, выполненный на IC2-2, формирует защитный интервал или «слепую» временную зону, в которой входные импульсы не будут запускать генерацию выходных импульсов. Этот интервал (его длительность устанавливается элементами R10, C7) должен быть больше, чем длительность выходных импульсов, но короче, чем минимальный ожидаемый период следования входных «полезных» импульсов, несущих информацию.

Когда уровень входных импульсов падает ниже установленного порога компаратора IC1, логический уровень на его выходе меняется с высокого на низкий. (Примечание: начальная установка для IC2-2 – логическая единица на выводе 12). При этом ждущий мультивибратор на IC2-1 генерирует импульсы по отрицательному фронту на входе запуска (вывод 1). Положительный фронт его выходных импульсов запускает ждущий мультивибратор на IC2-2 (через вход запуска положительным фронтом, вывод 10), формирующий защитный интервал. В течение всего этого интервала времени выход с открытым коллектором компаратора принудительно будет удерживаться в низком логическом состоянии. Временная диаграмма этого процесса представлена на Рисунке 2.

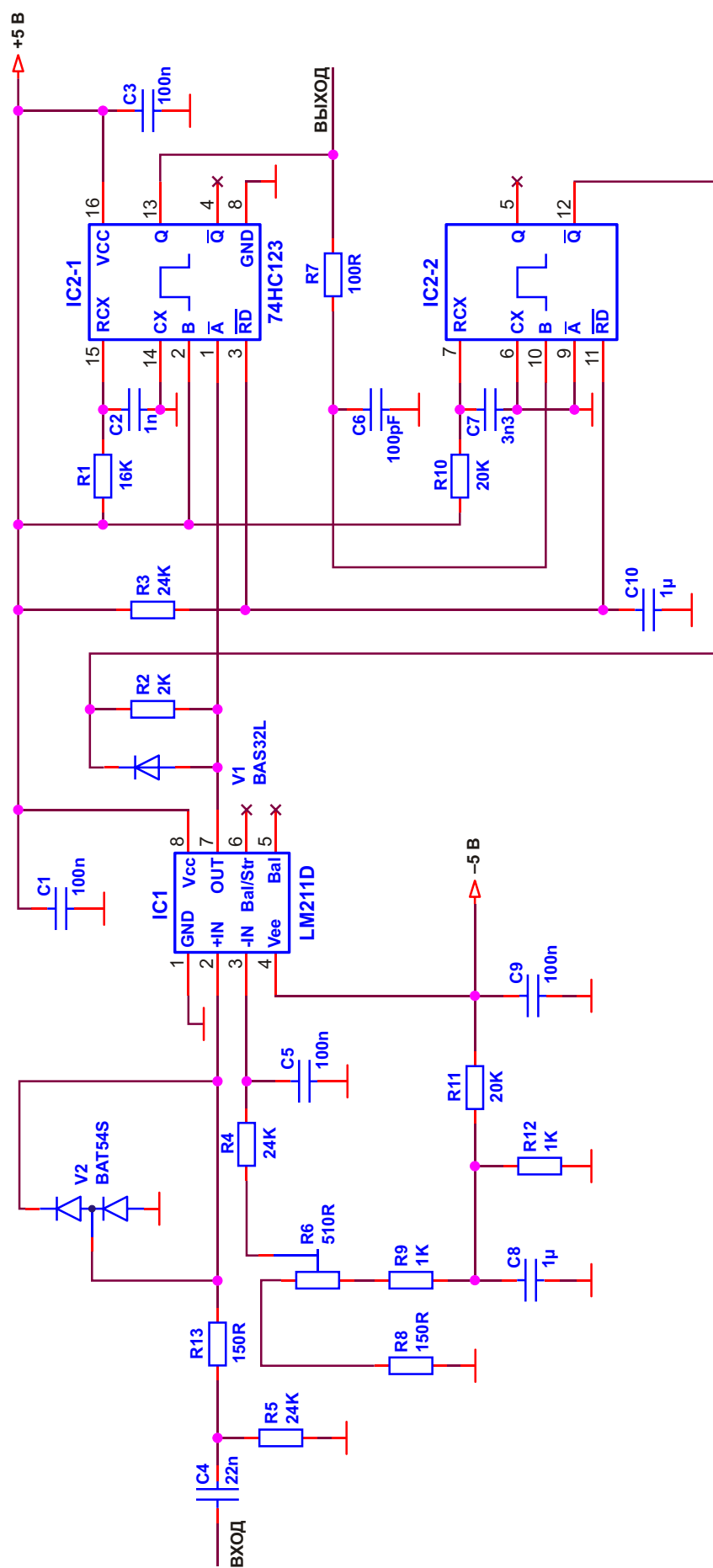


Рисунок 1. Дискриминатор.

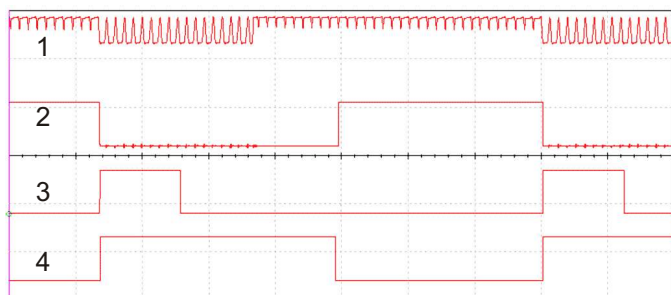


Рисунок 2. Временная диаграмма импульсов дискриминатора, 5 мкс/дел.

Осциллограммы:

1 – Входной «грязный» сигнал с шумом (заполнение 1.5 МГц, длительность радиоимпульса 12 мкс, период пакета 34 мкс);

2 – Выходной сигнал компаратора (вывод 7 IC1);

3 – Выходной импульс, 6 мкс (вывод 13 IC2-1);

4 – Защитный интервал, 17 мкс (вывод 12 IC2-2).

Время задержки схемы, представленной на Рисунке 1, составляет около 120 нс, и может быть уменьшено путем выбора более быстродействующих ИМС. Динамический диапазон устройства более 60 дБ.

Элементы R3 и C10 предназначены для начальной установки обоих ждущих мультивибраторов при включении питания, а цепочка R7, C6 обеспечивает стабильность их запуска. Без нее импульс запуска будет иметь длительность всего несколько наносекунд. Диод V1 служит для быстрого разряда всех паразитных емкостей, соединенных с выходом компаратора IC1.

Как можно видеть, никакие дополнительные входные импульсы не смогут запускать IC2-1. Элементы R13 и V2 являются обязательными, они защищают вход компаратора от сигналов с амплитудами, выходящими за пределы ± 5 В. Естественно, что предлагаемое схемотехническое решение может быть использовано и в случае, если входные импульсы имеют положительную полярность. Для этого нужно изменить подключение входов компаратора. **РЛ**

Антилогарифмический преобразователь линеаризует датчик углекислого газа



Jordan Dimitrov

EDN

Несмотря на то, что для определения концентрации углекислого газа чаще всего используются инфракрасные датчики, электромеханические аналоги составляют им серьезную конкуренцию благодаря высокой чувствительности, широкому диапазону измерений и дешевизне. Электромеханические датчики подключаются к микроконтроллеру, как правило, через буферный усилитель со сверхмалым входным током (менее 1 пА). Усилитель необходим для линеаризации логарифмического отклика датчика. Хорошим примером такого решения может служить модуль SEN-000007 компании Sandbox Electronics, в котором используется датчик CO₂ MG-811, выпускаемый компанией Hanwei Electronics. К сожалению, в [1] приведены подробные схемы датчика и программные коды, но ни слова не сказано о его точности.

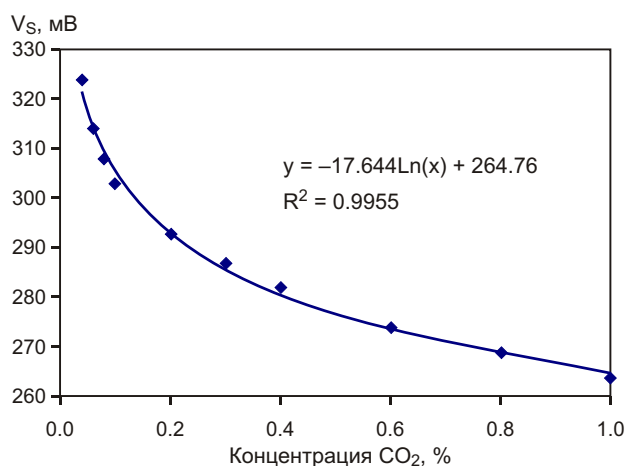


Рисунок 1. Датчик имеет логарифмическую характеристику со смещением 265 мВ.

В статье представлено чисто аппаратное решение проблемы линеаризации, основанное на недорогой схеме, легко подстраиваемой и обеспечивающей хорошую точность. Выходной сигнал можно напрямую подключать к щитовому прибору или микроконтроллеру, причем сигнал не требует никакой сложной обработки, связанной с вычислениями логарифмов или антилогарифмов.

Датчик MG-811 измеряет концентрацию CO₂ в диапазоне от 400 до 10,000 ppm (от 0.04% до 1%). На Рисунке 1 изображена передаточная характеристика датчика. Точки на графике взяты из технического описания MG-811 [1]. Аппроксимирующая кривая и уравнение подобраны с помощью Microsoft Excel.

Схема представлена на Рисунке 2. В ней использованы счетверенный операционный усилитель и согласованная пара транзисторов. Цепь нормализации на микросхемах IC2A и IC2B обеспечивает высокое входное сопротивление для датчика, вычитает из сигнала датчика постоянное смещение 265 мВ и усиливает результирующий сигнал. Конечной целью является преобразование отклика датчика, изначально имеющего логарифмический характер $V_S = \ln C$ (C – концентрация CO₂), к виду, обеспечивающему линейную связь выходного сигнала V_{OUT} с концентрацией CO₂. Для этого на микросхемах IC2C, IC2D и паре согласованных транзисторов Q1, Q2 [2] сделан антилогарифмический преобразователь, реализующий функцию $e^{\ln C} = C$. Микросхема TGS4161 источника опорного

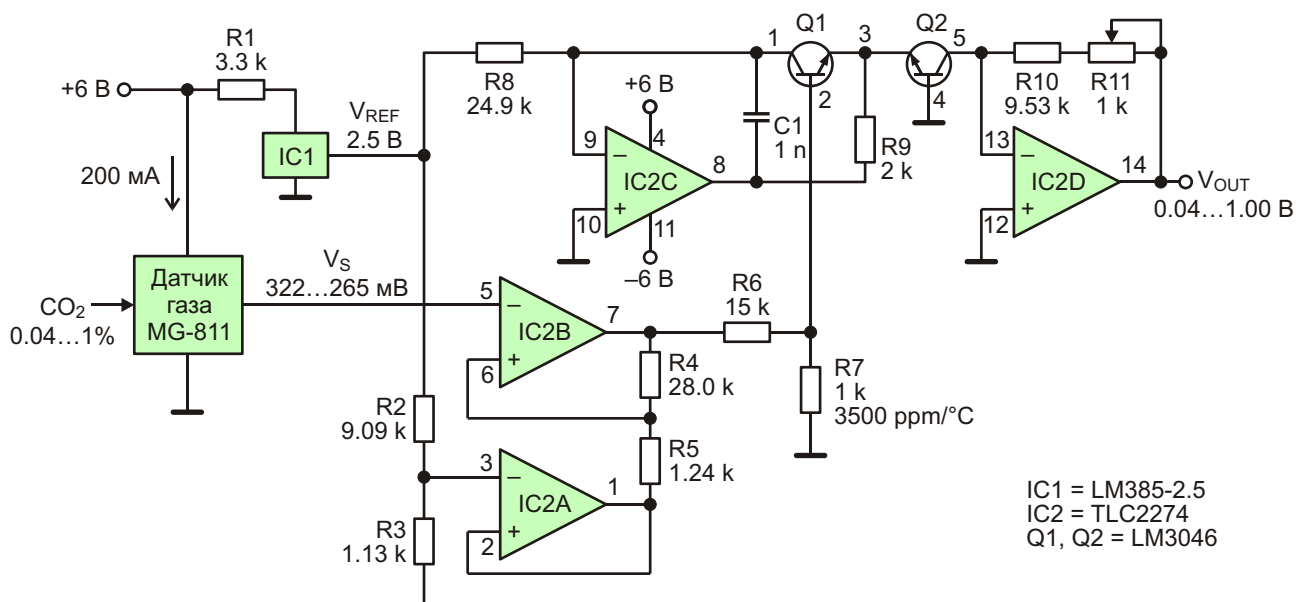


Рисунок 2. Счетверенный операционный усилитель и согласованная пара транзисторов позволяют просто и с минимальными затратами линеаризовать характеристику датчика. R7 это стандартный компенсирующий резистор, такой например, как приборы серий AT35 или ST35, выпускаемые компанией PRC.

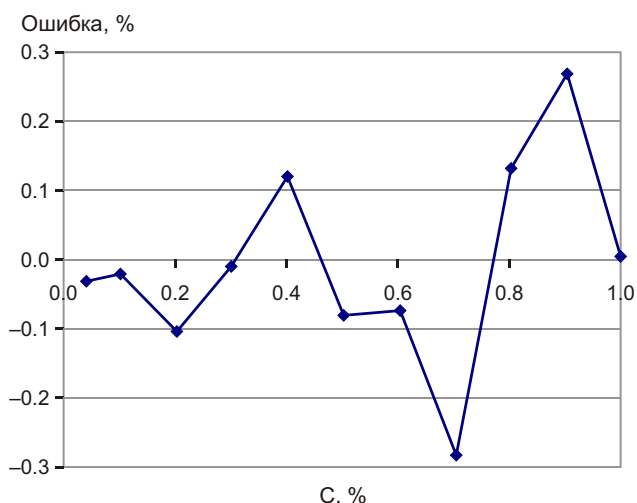


Рисунок 3. Такой точности достаточно для 3.5-разрядного цифрового измерительного прибора.

напряжения 2.5 В позволяет использовать в схеме другие газовые датчики, например, TGS4161 компании Figaro [3], для которого

требуется источник питания не 6 В, а 5 В. Не забывайте, что датчик потребляет весьма существенный ток.

Для настройки схемы не требуется ничего, кроме калибровки полной шкалы с помощью подстроечного резистора R11. Точность $\pm 0.3\%$ (см. Рисунок 3) соответствует параметрам 3.5-разрядного цифрового измерительного прибора. Это намного лучше того, что можно было бы ожидать от датчика такого типа. **РЛ**

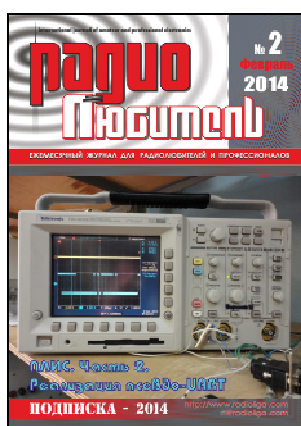
Ссылки

1. MG-811 CO2 Sensor Module – <http://sandboxelectronics.com/?p=147>
2. AN-30 Log Converters, National Semiconductor (TI) – <http://www.ti.com/analog/docs/litabs/multiplefilelist.tsp?literatureNumber=snoa641b&docCategoryId=1&familyId=57>
3. TGS4161 Carbon Dioxide detector – http://www.datasheet-pdf.com/datasheet-html/T/G/S/TGS4161_Figaro.pdf.html

радиоПлюсмен

ЕЖЕМЕСЯЧНЫЙ ЖУРНАЛ ДЛЯ РАДИОЛЮБИТЕЛЕЙ И ПРОФЕССИОНАЛОВ

www.radioliga.com



Содержание журнала «Радиолюбитель» за 2014 год

01 / 2014

ГОРИЗОНТЫ ТЕХНИКИ

2 Новости от C-NEWS

6 Новости от Cisco Systems

ОТ ПЕРВОГО ЛИЦА

8 Юрий Белобородов (R5ZB). Едем, плаваем, летаем и эфир не забываем!

АВТОМАТИКА

12 Владимир Науменко. Звуковой сигнализатор превышения уровня мёда в приемной емкости при откачке

14 Василий Мельничук (UR5YW). Простое охранное устройство по радиоканалу в FM диапазоне

15 Владимир Коновалов, Александр Вантеев. Быстродействующая защита от перегрузки

18 Сергей Абрамов. Транзисторный регулятор частоты вращения вентилятора

19 Игорь Горский. Контроллер для управления биполярным шаговым двигателем

ВОЗВРАЩАЯСЬ К НАПЕЧАТАННОМУ

55 Андрей Савченко. Светодиодная ЦМУ (“РЛ”, №1/2013, с. 12-14)

55 Андрей Савченко. ИК подсветка (“РЛ”, №4/2013, с. 11)

АУДИОТЕХНИКА

20 Владимир Степанов. Захват звука средствами WIN API

24 Андрей Савченко. Ионифон на UC3845BN

ИСТОЧНИКИ ПИТАНИЯ

27 Александр Маньковский. Ремонт и усовершенствование промышленных релейных стабилизаторов сетевого напряжения

ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

30 Елена Бадло, Сергей Бадло. Год 2013: отвечая на письма читателей...

36 Елена Бадло, Сергей Бадло. Преобразователь интерфейсов USB/RS-232 в задачах малой автоматизации. Часть 3 или...
Расширяем порт

МАСТЕР КИТ

44 Р.В. Басалаев, В.А. Рублев (UA4LOU). Светодиодный “стрелочный” индикатор MP1054 для современного усилителя мощности звуковой частоты

29 MP1242A - Предварительный усилитель, 5-полосный графический эквалайзер (TEA6360). Расширение для ARDUINO

35 MP1093 - Два валкодера с ручками. Модуль-расширение для Arduino

43 MP327 - Беспроводные модули 433,92 МГц. Расширение для Arduino

46 SN21YK - Инфракрасный датчик приближения (дальномер) до 80 см

РАДИОПРИЕМ

47 Василий Гуляев. Реорганизация с оптимизацией

“РЛ” - НАЧИНАЮЩИМ

КЛАССИЧЕСКАЯ СХЕМОТЕХНИКА

52 Александр Маньковский. Генераторы линейно изменяющихся напряжений

РАДИОСВЯЗЬ

54 Владимир Кучин. Спирально-вибраторные антенны

ТЕХНОЛОГИИ

56 Сергей Воронков. Намоточный станок своими руками

КНИЖНАЯ ЛАВКА

53 Левченко С.В. Изобретателям и открывателям.

РЕСПУБЛИКАНСКАЯ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ БИБЛИОТЕКА

60 Радиodelo

60 Электроника

61 Компьютерные технологии

63 КУПЛЮ, ПРОДАМ, ОБМЕНЯЮ

64 “РЛ” - ИНФО

02 / 2014

ГОРИЗОНТЫ ТЕХНИКИ

2 Новости от C-NEWS

6 Новости от Cisco Systems

АУДИОТЕХНИКА

8 Алексей Браницкий. Двухголосый стилофон

12 Владимир Степанов. Захват звука средствами WIN API

АВТОМАТИКА

16 Игорь Горский. Простой универсальный термостат

17 Василь Урманчеев. Микропотребляющий датчик магнитного поля

18 Владимир Коновалов, Александр Вантеев. Автоматическое включение сумеречного освещения

ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

20 Елена Бадло, Сергей Бадло. Год 2013: отвечая на письма читателей...

27 Елена Бадло, Сергей Бадло. ПЛИС. Часть 2. Реализация псевдо-UART

ИСТОЧНИКИ ПИТАНИЯ

43 Василий Мельничук (UR5YW). Об использовании малогабаритных трансформаторов с частотой питающей сети 400 Гц. Преобразователь напряжения.

МАСТЕР КИТ

46 Семён Петухов. Акустическое реле NF241

47 SN18B20 - Датчик температуры DS18B20 в водонепроницаемом исполнении

47 SN02YK - Инфракрасный датчик приближения (дальномер) до 150 см

“РЛ” - НАЧИНАЮЩИМ

КЛАССИЧЕСКАЯ СХЕМОТЕХНИКА

48 Александр Маньковский. Генераторы синусоидального напряжения

РАДИОПРИЕМ

50 Василий Гуляев. Радио в стране розовых тюльпанов и желтых нарциссов

РАДИОСВЯЗЬ

54 Владимир Кучин. Изготовление спирально-вибраторной антенны для радиосвязи

ТЕХНОЛОГИИ

56 Сергей Воронков. Намоточный станок своими руками

58 Владимир Науменко. Поплавковый сигнализатор уровня жидкости

КНИЖНАЯ ЛАВКА

49 Левченко С.В. Изобретателям и открывателям

РЕСПУБЛИКАНСКАЯ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ БИБЛИОТЕКА

60 Мир электроники

63 КУПЛЮ, ПРОДАМ, ОБМЕНЯЮ

64 “РЛ” - ИНФО

03 / 2014

ГОРИЗОНТЫ ТЕХНИКИ

2 Новости от C-NEWS

6 Новости от Cisco Systems

АУДИОТЕХНИКА

8 Андрей Савченко. Ионофон на K1156EY2

10 Алексей Браницкий. Двухголосый стилфон

АВТОМАТИКА

14 Андрей Гальченко. Нижний нагреватель для пайки BGA на примере инфракрасного нагревателя Tornado

17 Александр Маньковский. Аппаратура управления насосными станциями

20 Сергей Абрамов. Трехфазный низкочастотный ШИМ регулятор мощности нагревательного элемента

АВТОЛЮБИТЕЛЮ

22 Игорь Горский. Блок управления центральным замком

ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

23 Елена Бадло, Сергей Бадло. ПЛИС. Часть 3 или... Цифровая фильтрация. Сглаживание и борьба с импульсными помехами

ИСТОЧНИКИ ПИТАНИЯ

30 Владимир Коновалов, Александр Вантеев. Зарядное устройство для ноутбука

32 Владимир Науменко. Простой индикатор состояния разряда аккумулятора

33 Олег Белоусов. Генератор на микросхеме ТТЛ логики

МИКРОКОНТРОЛЛЕРЫ

34 Валерий Бабанин. Схемотехника HV программаторов

МАСТЕР КИТ

36 Олег Деточкин. Беспроводный сабвуфер для LED телевизора

13 BM8009GL - Спутниковая система контроля и управления GPS/ГЛОНАСС

РАДИОПРИЕМ

41 Александр Сергеев. Простой универсальный высокочувствительный радиоприемник

44 Василий Гуляев. О малоизвестном

“РЛ” - НАЧИНАЮЩИМ

КЛАССИЧЕСКАЯ СХЕМОТЕХНИКА

48 Александр Маньковский. Точное преобразование переменного напряжения в постоянное

50 Олег Белоусов. Экономичный генератор световых импульсов

РАДИОСВЯЗЬ

52 Владимир Кучин. Изготовление спирально-вибраторной антенны для сотовой связи

ТЕХНОЛОГИИ

54 Сергей Воронков. Намоточный станок своими руками

ПУБЛИКУЕТСЯ ДЛЯ ОБСУЖДЕНИЯ

- 56 Михаил Бараночников. Осторожно: медприборы индивидуального применения!
58 Роман Абраш. Необычные часы
[КНИЖНАЯ ЛАВКА](#)
РЕСПУБЛИКАНСКАЯ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ БИБЛИОТЕКА
60 Источники питания
60 Электроника
61 Радиодело
63 [КУПЛЮ, ПРОДАМ, ОБМЕНЯЮ](#)
64 [“РЛ” - ИНФО](#)

04 / 2014

[ГОРИЗОНТЫ ТЕХНИКИ](#)

- 2 Новости от C-NEWS
6 Новости от Cisco Systems
[АВТОМАТИКА](#)
8 Александр Маньковский. Блоки логики для расшифровки состояния цепочки компараторов
11 Владимир Коновалов, Александр Вантеев. Охранное переговорное устройство
13 Николай Хлюпин (RA4NAL). Металлоискатель
16 Владимир Науменко. Электронный сигнализатор поклевки

[АУДИОТЕХНИКА](#)

- 18 Сергей Суров. Терменнот, или терменвокс на микроконтроллере
[АВТОЛЮБИТЕЛЮ](#)

- 22 Александр Сергеев. Охранная автомобильная радиосигнализация
[ИСТОЧНИКИ ПИТАНИЯ](#)

- 25 Святослав Бабын (UR5YDN). Устройство заряда и подзаряда аккумуляторов
26 Олег Белоусов. Зарядное устройство для Ni-Cd аккумуляторов

[ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ](#)

- 28 Елена Бадло, Сергей Бадло. ПЛИС. Часть 4 или... Формирователь кодограммы. Реализация приема в синхронном и асинхронном режимах

[МАСТЕР КИТ](#)

- 38 Сергей Тишков. Детектор приближения на ИК лучах NF441
[“РЛ” - НАЧИНАЮЩИМ](#)

КЛАССИЧЕСКАЯ СХЕМОТЕХНИКА

- 40 Александр Маньковский. Частотные фильтры
[РАДИОСВЯЗЬ](#)

- 43 Владимир Кучин. Изготовление спирально-вибраторной антенны для радиосвязи
45 Дмитрий Казанцев. Сверхэкономичный генератор

[РАДИОПРИЕМ](#)

- 46 Василий Гуляев. Расписание работы радиостанций, вещающих на русском языке
50 Владимир Подольский (UA4HLQ). Ностальгирующий круглошкалик

[ТЕХНОЛОГИИ](#)

- 54 Сергей Воронков. Намоточный станок своими руками
[КНИЖНАЯ ЛАВКА](#)

- РЕСПУБЛИКАНСКАЯ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ БИБЛИОТЕКА
60 Источники питания
60 Пресс-релиз
61 Бараночников М.Л. Микромагнитоэлектроника. Том 2
63 [КУПЛЮ, ПРОДАМ, ОБМЕНЯЮ](#)
64 [“РЛ” - ИНФО](#)

05 / 2014

[ГОРИЗОНТЫ ТЕХНИКИ](#)

- 2 Новости от C-NEWS
6 Новости от Cisco Systems
[АУДИОТЕХНИКА](#)
8 Андрей Савченко. Ионофон на ГУ-50
[АВТОМАТИКА](#)

- 10 Ирина Соколова. Детекторно-тиристорный регулятор частоты вращения эл.машин переменного тока с последовательным возбуждением
14 Владимир Науменко. Микрофонный усилитель пчеловода

- 15 Олег Белоусов. Генератор импульсов большой длительности на микросхеме ТТЛ логики
- 16 Вячеслав Калашник. Электронное реле
- 18 Владимир Коновалов, Александр Вантеев. Импульсное освещение рассады
ИСТОЧНИКИ ПИТАНИЯ
- 20 Святослав Бабын (UR5YDN). Блок питания - зарядное устройство с автоматическим выключением
- 23 Сергей Шашарин. Переключаемый трансформатор с выпрямителем (ПЕТРА)
ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ
- 24 Елена Бадло, Сергей Бадло. ПЛИС. Часть 5 или... Формирователь псевдослучайной последовательности
АВТОЛЮБИТЕЛЮ
- 34 Игорь Горский. Простой автомобильный вольтметр
МАСТЕР КИТ
- 35 Константин Морозов. Аудиопроцессор 2.1 (стерео + сабвуфер) NT1217
- 33 МР1054 - Цифровой индикатор мощности УНЧ
МИКРОКОНТРОЛЛЕРЫ
- 38 Валерий Бабанин. Модуль индикации для микроконтроллеров
“РЛ” - НАЧИНАЮЩИМ
- КЛАССИЧЕСКАЯ СХЕМОТЕХНИКА**
- 41 Александр Маньковский. Цифровые фильтры
РАДИОСВЯЗЬ
- 44 Николай Хлюпин (RA4NAL). Антенный анализатор VNA на Arduino Uno
РАДИОПРИЕМ
- 50 Василий Гуляев. Новости радиовещания
ТЕХНОЛОГИИ
- 54 Сергей Воронков. Намоточный станок своими руками
ВОЗВРАЩАЯСЬ К НАПЕЧАТАННОМУ
- 55 Николай Ивашин. Неликвиды - в жизнь (“РЛ”: №11/2013, стр. 58)
ТЕЛЕФОНИЯ
- 56 Александр Маньковский. Прибор для наладки аппаратуры АТС по срабатыванию на обычную и междугороднюю посылки вызова
КНИЖНАЯ ЛАВКА
- РЕСПУБЛИКАНСКАЯ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ БИБЛИОТЕКА**
- 60 Компьютерные технологии
- 61 Связь: технологии будущего
- 61 Современная радиоэлектроника
- 63 **КУПЛЮ, ПРОДАМ, ОБМЕНЯЮ**
- 64 **“РЛ” - ИНФО**

06 / 2014

- ГОРИЗОНТЫ ТЕХНИКИ**
- 2 Новости от C-NEWS
- 5 Новости от Cisco Systems
АВТОМАТИКА
- 8 Сергей Воронков. Шаговые двигатели и управление ими
- 13 Андрей Гальченко. Upgrade Aoуue 2900 или Паяльная станция с жалами T12
- 17 Олег Белоусов. Релаксационный генератор на транзисторах
- 18 Владимир Науменко. Таймер для стерилизатора инструментов
АВТОЛЮБИТЕЛЮ
- 20 Святослав Бабын (UR5YDN). Зарядное устройство автомобильных аккумуляторов - два в одном
- 23 Игорь Горский. Контроллер подсветки приборной панели
ИСТОЧНИКИ ПИТАНИЯ
- 24 Николай Хлюпин (RA4NAL). Сетевой блок питания шуруповерта
- 27 Максим Илюшкин. USB-розетка для ноутбука
- 30 Василий Мельничук (UR5YW), Сергей Григоряк. Переделка компьютерного блока питания под зарядное устройство. Обо всем по порядку.
ИЗМЕРЕНИЯ
- 34 Сергей Шуткин. Измеритель напряжения, уровня и частоты
- 37 Александр Саволук. Простой цифровой карманный осциллограф
МАСТЕР КИТ
- 39 Федор Воеводин. Цифровой усилитель Т-класса 90 Вт стерео (технология Tripath) NT1290
ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ
- 42 Елена Бадло, Сергей Бадло. Обновление своего ПО из Интернет без программирования
РАДИОПРИЕМ

- 47 Василий Гуляев. Точное время по радио
[“РЛ” - НАЧИНАЮЩИМ](#)
 КЛАССИЧЕСКАЯ СХЕМОТЕХНИКА
- 50 Александр Маньковский. Цифровые фильтры
[РАДИОСВЯЗЬ](#)
- 52 Владимир Кулагин (RD7M). УКВ антенна “Коловорот” RD7M
[ТЕЛЕФОНΙΑ](#)
- 56 Александр Маньковский. Прибор для наладки аппаратуры АТС по срабатыванию на обычную и междугороднюю посылки вызова
[КНИЖНАЯ ЛАВКА](#)
 РЕСПУБЛИКАНСКАЯ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ БИБЛИОТЕКА
- 60 Компьютерные технологии
- 63 [КУПЛЮ, ПРОДАМ, ОБМЕНЯЮ](#)
- 64 [“РЛ” - ИНФО](#)

07 / 2014

- [ГОРИЗОНТЫ ТЕХНИКИ](#)
- 2 Новости от C-NEWS
- 5 Новости от Cisco Systems
[С МЕСТА СОБЫТИЙ](#)
- 8 “RADEL 2014”: инновации, технологии, решения.
[АУДИОТЕХНИКА](#)
- 9 Илья Липавский. Взвешивающий фильтр для аудио измерений
- 12 Олег Шаманков (Prophetmaster). Усилитель мощности в классе А со сверхбыстродействующей ООС
[АВТОМАТИКА](#)
- 16 Алексей Филипович. Управляемый выключатель для системы “Sokol SHC-15”
- 18 Игорь Горский. Выносной пульт управления цифровыми устройствами
- 20 Сергей Воронков. Шаговые двигатели и управление ими
[АВТОЛЮБИТЕЛЮ](#)
- 25 Андрей Гальченко. Управление обогревом сидений в автомобиле
[ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ](#)
- 26 Елена Бадло, Сергей Бадло. Панорамный анализатор спектра на основе RTL_POWER и DVB-тюнера за 9 баксов. Часть 1
[ВИДЕОТЕХНИКА](#)
- 37 Дмитрий Пухаев. Телевизор “Электроника - 409” еще послужит и при переходе на цифровое телевидение
[МАСТЕР КИТ](#)
- 38 Федор Воеводин. Цифровой усилитель Т-класса NT1291 (технология Tripath), 2x15 Вт
[ИЗМЕРЕНИЯ](#)
- 40 Святослав Бабын (UR5YDN). Генератор низкой частоты - индикатор короткозамкнутых витков трансформаторов
[ИСТОЧНИКИ ПИТАНИЯ](#)
- 42 Демьян Иванов. Регулируемый стабилизатор тока для питания мощных светодиодов
- 44 Василий Мельничук (UR5YW), Сергей Григоряк. Переделка компьютерного блока питания под зарядное устройство. Обо всем по порядку.
[РАДИОПРИЕМ](#)
- 47 “Радиовещание на русском языке”
- 48 Василий Гуляев. Трагедия последнего мастодонта времен “холодной войны”
[РАДИОСВЯЗЬ](#)
- 50 Владимир Кулагин (RD7M). УКВ антенна “Коловорот” RD7M
[“РЛ” - НАЧИНАЮЩИМ](#)
 КЛАССИЧЕСКАЯ СХЕМОТЕХНИКА
- 52 Александр Маньковский. Цифро-аналоговые преобразователи
[ТЕХНОЛОГИИ](#)
- 55 Святослав Бабын (UR5YDN). Приспособление для ускорения травления печатных плат
[ЭЛЕКТРОННЫЕ КОМПОНЕНТЫ](#)
- 56 Юрий Петропавловский. Развитие и достижения компании NXP. Элементная база плоскопанельных телевизоров
[КНИЖНАЯ ЛАВКА](#)
- 60 Бараночников М.Л. Микромагнитоэлектроника. Том 2
 РЕСПУБЛИКАНСКАЯ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ БИБЛИОТЕКА
- 61 Компьютерные технологии
- 63 [КУПЛЮ, ПРОДАМ, ОБМЕНЯЮ](#)
- 64 [“РЛ” - ИНФО](#)

08 / 2014

ГОРИЗОНТЫ ТЕХНИКИ

2 Новости от C-NEWS

4 Новости от Cisco Systems

АУДИОТЕХНИКА

8 Олег Шаманков (Prophetmaster). Усилитель мощности в классе A со сверхбыстродействующей ООС

АВТОМАТИКА

13 Алексей Филипович. Управляемый выключатель для системы "Sokol SHC-15"

15 Сергей Шашарин. Автоматика водонагревателя или О народной экономии электричества

18 Олег Белоусов. Электронная кнопка - 2

АВТОЛЮБИТЕЛЮ

20 Святослав Бабын (UR5YDN). Устройство для проверки свечей зажигания

ВИДЕОТЕХНИКА

22 Валерий Орлов. Телевизионные антенны

22 Телевизионная антенна дециметрового диапазона

23 Телевизионная антенна метрового диапазона

ИЗМЕРЕНИЯ

24 Демьян Иванов. Миниатюрное устройство для проверки целостности электрических соединений печатных плат, содержащих интегральные микросхемы

ИСТОЧНИКИ ПИТАНИЯ

26 Владимир Науменко. Звуковой сигнализатор разряда аккумулятора

ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

28 Елена Бадло, Сергей Бадло. Панорамный анализатор спектра на основе RTL_POWER и DVB-тюнера за 9 баксов. Часть 2

МИКРОКОНТРОЛЛЕРЫ

37 Валерий Бабанин. Светодиодные индикаторы микроконтроллеров

МАСТЕР КИТ

40 Константин Феколкин. Световой эффект "Хамелеон". Набор для самостоятельной пайки NN101

19 NN103 - Контроллер доступа iButton

27 MP18B20 - Модуль цифрового термодатчика DS18B20, удаленное подключение

27 MP220R - Модуль силового реле для управления нагрузкой до 4 кВт

36 3D-принтер MC3

"РЛ" - НАЧИНАЮЩИМ

КЛАССИЧЕСКАЯ СХЕМОТЕХНИКА

42 Александр Маньковский. Цифро-аналоговые преобразователи

РАДИОПРИЕМ

44 Василий Гуляев. Радио в стране тореадоров, идадьго и фламенко

47 "Радиовещание на русском языке"

РАДИОСВЯЗЬ

48 Владимир Кулагин (RD7M). УКВ антенна "Коловорот" RD7M

ТЕЛЕФОНИЯ

51 Святослав Бабын (UR5YDN). Простое переговорное устройство

ТЕХНОЛОГИИ

54 Николай Ивашин. Ремонт пылесоса LG Turbo (VC20262HU)

55 Николай Синюк. Еще один способ восстановления контактов клавиатуры

ЭЛЕКТРОННЫЕ КОМПОНЕНТЫ

56 Юрий Петропавловский. Развитие и достижения компании NXP. Элементная база плоскопанельных телевизоров

КНИЖНАЯ ЛАВКА

РЕСПУБЛИКАНСКАЯ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ БИБЛИОТЕКА

60 Вычислительная техника

61 Радиолюбительские схемы

КУПЛЮ, ПРОДАМ, ОБМЕНЯЮ

64 "РЛ" - ИНФО

09 / 2014

ГОРИЗОНТЫ ТЕХНИКИ

2 Новости от C-NEWS

5 Новости от Cisco Systems

АВТОМАТИКА

8 Владимир Науменко. Электропривод для медогонки с двумя технологическими режимами

АВТОЛЮБИТЕЛЮ

12 Игорь Горский. Устройство плавного гашения света в салоне с тахозависимой подстветкой ручек дверей

ВОЗВРАЩАЯСЬ К НАПЕЧАТАННОМУ

- 13 Федор Бросалин. Доводчик стекол автомобиля ("РЛ", №5/2013, с. 11)
- 13 Святослав Бабын (UR5YDN). Приспособление для ускорения травления печатных плат ("РЛ", №7/2014, с. 55)
- [АУДИОТЕХНИКА](#)
- 14 Андрей Савченко. История одного усилителя
- 17 Сергей Воронков. Усилители низкой частоты на лампах
- [ИЗМЕРЕНИЯ](#)
- 23 Александр Саволук. Ультразвуковой уровнемер повышенной точности с температурной компенсацией
- [ИСТОЧНИКИ ПИТАНИЯ](#)
- 26 Вячеслав Калашник. Преобразователь напряжения с синусоидальным выходом
- 28 Александр Хмуренко. Автоматическое зарядное устройство для гаража, удаленного от дома
- [МАСТЕР КИТ](#)
- 32 Константин Феколкин. Программируемый индикатор уровня напряжения из набора NN102
- [ОБЗОРЫ. ПРАКТИКА](#)
- 34 Елена Бадло, Сергей Бадло. Элементы умного дома. Wi-Fi розетка
- [РАДИОСВЯЗЬ](#)
- 41 Николай Гусев (UA1ANP). Коротковолновый усилитель мощности с комбинированной ВКС
- ["РЛ" - НАЧИНАЮЩИМ](#)
- 46 Святослав Бабын (UR5YDN). Металлоискатель на доступных деталях
- [КЛАССИЧЕСКАЯ СХЕМОТЕХНИКА](#)
- 49 Александр Маньковский. Аналого-цифровые преобразователи
- [РАДИОПРИЕМ](#)
- 52 Василий Гуляев. Поход по другому пути
- 55 Святослав Бабын (UR5YDN). Прием радиовещания в диапазонах 65,8...73 МГц, 88...106 МГц на телевизионные приемники
- [ТЕХНОЛОГИИ](#)
- 58 Василий Мельничук (UR5YW). Педаль для управления режимом прием-передача трансивера и (или) усилителя мощности
- [КНИЖНАЯ ЛАВКА](#)
- [РЕСПУБЛИКАНСКАЯ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ БИБЛИОТЕКА](#)
- 60 Радиосвязь
- 61 Источники питания
- 63 [КУПЛЮ, ПРОДАМ, ОБМЕНЯЮ](#)
- 64 ["РЛ" - ИНФО](#)

10 / 2014

[ГОРИЗОНТЫ ТЕХНИКИ](#)

- 2 Новости от C-NEWS
- 5 Новости от Cisco Systems
- [ОТ ПЕРВОГО ЛИЦА](#)
- 8 Виктор Эйрих. Молодые чемпионы Карагандинского государственного технического университета
- [АВТОМАТИКА](#)
- 10 Елена Бадло, Сергей Бадло. Элементы умного дома. Часть 2... или прогрызаем VPN тоннели
- 16 Олег Терентьев. Программируемый таймер ТМ-002
- 18 Павел Севастьянов. Календари в часах
- 20 Святослав Бабын (UR5YDN). Приставка для питания электроламп постоянным током
- 22 Олег Белоусов. Триггер на транзисторных оптронах
- [АВТОЛЮБИТЕЛЮ](#)
- 23 Владимир Науменко. Блок автоматики для дистанционного управления прожектором
- 24 Игорь Горский. Устройство сигнализации перегрева и затянутого ручника
- [АУДИОТЕХНИКА](#)
- 26 Андрей Савченко. УНЧ с нестандартным использованием радиоламп
- 29 Сергей Воронков. Усилители низкой частоты на лампах
- [ВИДЕОТЕХНИКА](#)
- 32 Валерий Орлов. Широкополосный вибратор для ТВ
- [ИСТОЧНИКИ ПИТАНИЯ](#)
- 33 Вячеслав Калашник. Стабилитрон на полевом транзисторе
- [ИЗМЕРЕНИЯ](#)
- 34 Дмитрий Дмитренко. Особенности применения комбинированных измерителей влажности-температуры
- [МАСТЕР КИТ](#)
- 38 Константин Феколкин. Контроллер доступа iButton на основе набора NN103
- ["РЛ" - НАЧИНАЮЩИМ](#)
- 40 Александр Маньковский. "Аварийное" освещение и электронные звонки в квартире

КЛАССИЧЕСКАЯ СХЕМОТЕХНИКА

- 42 Александр Маньковский. Аналого-цифровые преобразователи
РАДИОПРИЕМ
- 46 Василий Гуляев. Увага! Гаворыць Мінск!
- 49 Василий Колотуша. “Виртуальная шарманка”
РАДИОСВЯЗЬ
- 50 Василий Мельничук (UR5YW). Автоматика усилителя мощности. Секвенсор и таймер для накала лампы ГУ-81М.
ТЕХНОЛОГИИ
- 53 Алексей Браницкий. Светодинамические очки
ТЕЛЕФОНИЯ
- 58 Святослав Бабын (UR5YDN). Устройство дублирования вызова стационарного телефонного аппарата
КНИЖНАЯ ЛАВКА
- РЕСПУБЛИКАНСКАЯ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ БИБЛИОТЕКА
- 60 Радиотехника
- 60 Электроника
- 63 **КУПЛЮ, ПРОДАМ, ОБМЕНЯЮ**
- 64 **“РЛ” - ИНФО**

11 / 2014

ГОРИЗОНТЫ ТЕХНИКИ

- 2 Новости от C-NEWS
- 5 Новости от Cisco Systems
ОТ ПЕРВОГО ЛИЦА
- 8 Юрий Белобородов (R5ZB, ex RX3ZB; UA3ZBQ). Как мы усовершенствовали интеллектуального робота
С МЕСТА СОБЫТИЙ
- 10 Пресс-релиз 18-й Международной выставки электронных компонентов и комплектующих “ЭкспоЭлектроника”
АУДИОТЕХНИКА
- 11 Сергей Воронков. Усилители низкой частоты на лампах
- 14 Андрей Савченко, Ринат Ермолин. Усилитель на лампах 6Ж8, 6А7, 6П36С
АВТОМАТИКА
- 16 Елена Бадло, Сергей Бадло. Элементы умного дома. Часть 3... или контроль Wi-Fi розетки из своих приложений
- 23 Владимир Коновалов, Александр Вантеев. Датчик разбития стекла
- 25 Павел Севастьянов. Ремонт часов
- 26 Вячеслав Калашник. Старт асинхронного генератора
ВОЗВРАЩАЯСЬ К НАПЕЧАТАННОМУ
- 25 Павел Севастьянов. Календари в часах. (“РЛ”, №10/2014, с. 18-19)
АВТОЛЮБИТЕЛЮ
- 28 Игорь Горский. Многофункциональный контроллер света в салоне автомобиля со светомузыкальным “неоном”
ИЗМЕРЕНИЯ
- 30 Семен Шкарупо (RK9UBA). Частотомер - цифровая шкала
ВОЗВРАЩАЯСЬ К НАПЕЧАТАННОМУ
- 31 Дмитрий Дмитренко. Особенности применения комбинированных измерителей влажности-температуры (“РЛ”, №10/2014, с. 34-37)
ИСТОЧНИКИ ПИТАНИЯ
- 32 Александр Маньковский. Сетевые стабилизаторы (нормализаторы) напряжения на базе промышленных релейных стабилизаторов
- 36 Дмитрий Пухаев. Встроенная зарядка Li-ion аккумулятора в доработанном китайском фонаре
АНТЕННЫ
- 38 Анатолий Бобков. Электрическая или магнитная антенна?
МАСТЕР КИТ
- 41 Евгений Сапунов. Электронная игра “Драм-машина Мастер Кит” NN111
“РЛ” - НАЧИНАЮЩИМ
- 44 Святослав Бабын (UR5YDN). Фототир, высокочувствительное фотореле
КЛАССИЧЕСКАЯ СХЕМОТЕХНИКА
- 46 Александр Маньковский. Аналого-цифровые преобразователи
РАДИОПРИЕМ
- 48 Святослав Бабын (UR5YDN). Конвертер для приема радиостанций FM диапазона на радиоприемники с УКВ диапазоном 64,5...73 МГц
- 48 Василий Гуляев. Расписание работы радиостанций, вещающих на русском языке
РАДИОСВЯЗЬ
- 54 Василий Мельничук (UR5YW), Игорь Бойчук (UR5YGA). УКВ усилитель мощности на транзисторе КТ931
ТЕХНОЛОГИИ

- 56 Владислав Находов. Регулятор напряжения для пирографа
ВОЗВРАЩАЯСЬ К НАПЕЧАТАННОМУ
- 58 Николай Ивашин. Считалочка-3: наборные азбуки ("РЛ", №4/2009, с. 48-50; "РЛ", №7/2009, с. 29)
[КНИЖНАЯ ЛАВКА](#)
РЕСПУБЛИКАНСКАЯ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ БИБЛИОТЕКА
- 60 Телефонная связь
- 60 Видеотехника
- 63 [КУПЛЮ, ПРОДАМ, ОБМЕНЯЮ](#)
- 64 "РЛ" - ИНФО

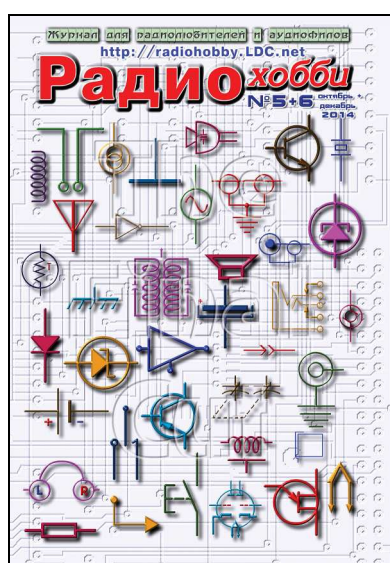
12 / 2014

- [ГОРИЗОНТЫ ТЕХНИКИ](#)
- 2 Новости от C-NEWS
- 5 Новости от Cisco Systems
- [С МЕСТА СОБЫТИЙ](#)
- 8 Специализированная выставка «PCB-EXPO: печатные платы и монтаж»
- [АВТОМАТИКА](#)
- 9 Елена Бадло, Сергей Бадло. Элементы умного дома. Часть 4... или голосовой контроль Wi-Fi розетки
- 20 Святослав Бабын (UR5YDN). Простое фотореле
- 21 Олег Белоусов. Мультивибратор с одним времязадающим конденсатором
- [АНТЕННЫ](#)
- 22 Анатолий Бобков. Электрическая или магнитная антенна?
- 25 Валерий Орлов. Антенны для GSM (900 МГц - 1800 МГц)
- [АУДИОТЕХНИКА](#)
- 26 Илья Липавский. Передача сигнала SPDIF по инфракрасному каналу
- 28 Святослав Бабын (UR5YDN). Передатчик и приемник звука инфракрасными лучами
- [ВИДЕОТЕХНИКА](#)
- 30 Юрий Петропавловский. Состояние эфирного цифрового телевидения и производство абонентского оборудования. Современная элементная база для цифровых телевизоров и приставок компаний NXP и Renesas.
- [ИСТОЧНИКИ ПИТАНИЯ](#)
- 34 Александр Сургучёв. Аккумуляторная электростанция с синусоидальным напряжением 220 В 50 Гц
- 38 Вячеслав Калашник. Универсальный выпрямитель
- [МАСТЕР КИТ](#)
- 39 Юрий Садиков. "Умный кран" спасет дачный водопровод от замерзания
- ["РЛ" - НАЧИНАЮЩИМ](#)
- КЛАССИЧЕСКАЯ СХЕМОТЕХНИКА
- 40 Александр Маньковский. Аналого-цифровые преобразователи
- 43 Николай Ивашин. Вечный новый год
- [РАДИОПРИЕМ](#)
- 44 Василий Гуляев. Мир радио: завершая год
- [ТЕХНОЛОГИИ](#)
- 48 Сергей Воронков. Гальваническое наращивание проводников: возвращаясь к напечатанному
- 52 Владислав Находов. Регулятор напряжения для пирографа. Часть 2
- [РАДИОЛЮБИТЕЛЬ - 2014](#)
- 56 Содержание журнала "Радиолучитель" за 2014 год
- [КНИЖНАЯ ЛАВКА](#)
РЕСПУБЛИКАНСКАЯ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ БИБЛИОТЕКА
- 61 "Энергетическая политика Республики Беларусь и пути развития энергетики в мире"
- 61 "Энергетика. Электротехника. Энергоэффективность"
- 63 [КУПЛЮ, ПРОДАМ, ОБМЕНЯЮ](#)
- 64 "РЛ" - ИНФО

Журнал для радиолюбителей и пользователей ПК

Радио хобби

www.radiohobby.ldc.net



Доступны для заказа DVD:

«Весь Радиолюбби 1998-2014»

«Весь Сухов 1979-2014»

Как-то один из наших авторов на заседании редколлегии "Радиолюбби" посетовал: - "Говорите громче, я 15 лет работал звукорежиссером". Сегодня настало время, когда аналогичную грустную шутку предьявляет мне моё зрение. И это не удивительно, ведь на протяжении уже 37 лет глаза верой и правдой служили мне важным звеном входящей и исходящей информации при написании и редактировании статей. Много ли их было, судите сами.

Первую краткую заметку в журнал "Радио" я написал еще в 1977 году, будучи студентом-выпускником Радиотехнического факультета Киевского политехнического института. Она была опубликована в апрельском номере журнала за 1979 год. С тех пор до июля 1998 года, когда была опубликована моя последняя статья для "Радио", общее число авторских статей в этом журнале достигло 33 (некоторые из них были признаны лучшими публикациями года), а с учетом заметок в рубрики "За рубежом", "Патенты", "Наша консультация" - 80. Кроме "Радио", я с 1993 по 1997 год был одним из активнейших авторов журнала "Радиаматор", а с 1995 по 1997 год - еще и его директором. Всего за 6 лет в этом журнале было опубликовано 29 моих авторских статей, а с учетом материалов рубрик "Дайджест", "В блокнот схемотехника" и "BBS info" - 78 публикаций. Даже спустя 6 лет после моего ухода из "Радиаматора" на хлеба свои в "Радиолюбби", издательство "Радиаматор" наградило меня дипломом "как наиболее популярного автора по итогам десятилетия 1993-2002 гг.". Наконец, за время существования журнала "Радиолюбби" с 1998 по 2014 год общий



Всегда ваши, главред Николай Сухов

КОЛОНКА РЕДАКТОРА

объем опубликованных в нём материалов достиг 6432 страниц, это эквивалент десяти томов «Большой советской энциклопедии». И в этом журнале я, кроме учредителя и главного редактора, выполнял функции автора (кроме своих собственных статей, моему «перу» принадлежит также большая часть «Дайджеста» и «Новой техники и технологии», каждый абзац которых был «выжимкой» сути из нескольких страниц первоисточников), верстальщика, художника-дизайнера, корректора, директора и др. Вполне очевидно, что скучать не приходилось, и нагрузка на хрусталики, глазные мышцы и сетчатку часто зашкаливала за разумные пределы. А ведь был еще и десяток книг... В общем, вряд ли найдется еще кто-то из авторов радиотехнического профиля с таким же длительным и объемным «послужным списком» (подать что-ли заявку в «Книгу рекордов Гиннесса»? - Шучу.), и, надеюсь, вы не будете возражать против того, чтобы отпустить мои глаза ☺ на действительно заслуженный отдых после десятилетий напряженного труда «от зари до зари без праздников и выходных».

Сказанное означает, что **вы держите в руках последний номер «Радиолюбби»**. Я прекращаю редакционно-издательскую деятельность и **в 2015-м году журнал выходит уже не будет**. Решение непростое и грустное, обусловленное не только субъективными проблемами с моим зрением, но и объективной реальностью «отмирания» традиционной прессы. В наступивший цифровой век бумажная периодика является если и не анахронизмом, то делом бесперспективным ввиду перемещения читательской аудитории и рекламодателей в Интернет. Так еще в 2012-м году объявил о прекращении выпуска бумажного варианта крупнейший американский еженедельник Newsweek, выходявший более 80 лет рекордными тиражами свыше 3 миллионов экземпляров, а двумя годами раньше аналогичное решение объявила и энциклопедия Britannica, выходявшая регулярно в течение 244 лет. Добавьте и локальные для Украины форсмажоры - значительное падение курса гривны и провал подписной кампании всей периодики на второе полугодие в Крыму и Донецкой, Луганской областях, из-за чего типографская (бумага, краска, другие расходники - все импорт в долларах) гривневая себестоимость журнала выросла настолько, что мы вынуждены впервые за всю историю Радио-любби выпустить спаренный номер.

Благодарю всех постоянных читателей и подписчиков журнала за вашу преданность, которая сделала возможным выход журнала на протяжении почти двух десятилетий без спонсоров и гипертрофии рекламодателей. Авторам и просто активистам-самодельщикам отдельное спасибо за ваш труд и общение, приносившие моральную поддержку и вдохновение, без которых был бы невозможен творческий подход к информационному наполнению журнала. Выражаю глубокую признательность членам редколлегии, поддерживавшим на общественных началах нелегкую работу главного редактора своими советами и рекомендациями, а особенно Георгия Божко UT5ULB и Георгия Члиянца UY5XE, без эффективной непрерывной помощи которых были бы просто невозможными рубрики CQ HAMRADIO и QUA-UARL.

В заключение последней «Колонки редактора» к грустным новостям хочу все же добавить хорошую. В связи с тем, что с уходом на пенсию в начале следующего года у меня, надеюсь, появится немного свободного времени, к середине лета 2015 я надеюсь скомпоновать DVD «Весь Радиолюбби 1998-2014». Скорее всего, это будет двухслойный DVD (8,5 ГБ), т.к. объем информации на нем будет довольно значительным: кроме высококачественных и цветных (даже на внутренних страницах, в отличие от черно-белых страниц бумажного варианта) редакционных Pdf-файлов всех номеров журнала за все годы издания будут приложены файлы даташитов большинства упомянутых в статьях радиокомпонентов, рисунки печатных плат, схемных файлов, прошивок микроконтроллеров и программ, упомянутых в авторских статьях и рубриках «Дайджест» и «Новая техника и технология» и др. Для читателей-подписчиков бумажного варианта «Радиолюбби» диск будет доступен ориентировочно с июля 2015 года по льготной цене, примерно равной цене однослойного DVD аналогичных изданий с их содержанием за несколько лет (а для остальных читателей-неподписчиков «Радиолюбби» - примерно вдвое дороже). Для заказа DVD «Весь Радиолюбби 1998-2014» по льготной цене

заполните бланк предварительного заказа на с.54, вырежьте его и отправьте вместе с подписной квитанцией на 2014-й год обычным письмом в адрес редакции до 15.03.2015 г. К концу будущего года я также планирую подготовить двухслойный DVD (или даже два диска, если этого потребует объем информации) «Весь Сухов 1979-2014», в котором будут материалы всех моих статей во всех журналах, научно-популярных и научно-технических сборниках, а также книг (анонс этого диска и варианты его заказа будут на диске «Весь Радиолюбби 1998-2014»).

Мне остается только попрощаться с вами и пожелать удачи и всего наилучшего!

Ваш Николай Сухов

P.S. Рубрика «Дайджест» этого номера «Радиолюбби» заметно сокращена по сравнению с типичным её объемом. Сделано это для того, чтобы на страницах 47-60 стала возможной публикация моего своеобразного «Литературно-технического бенефиса», в котором отражены некоторые ключевые статьи, сегодня ставшие уже далекой историей и поэтому малодоступные читателям молодого поколения. Это статьи из того времени, когда Интернета еще не было, а единственным журналом для радиолюбителей-самодельщиков был «Радио». Отмечаю с удовлетворением, что пик моей активности как автора этого журнала совпадает с периодом его максимального ежемесячного тиража, в конце 80-х годов прошлого века державшегося на уровне 1 500 000 экземпляров (причем многие современники помнят, что подписка на «Радио» не была свободной, а спускалась «по разнарядке» передовикам производства и активистам-общественникам). Сегодня в XXI веке бумажные тиражи научно-популярных технических изданий исчисляются уже не миллионами, а тысячами. Удивительно, но факт: общий тираж всех номеров «Радиолюбби», вышедших за 1998-2014 годы, не дотягивает до тиража одного номера «Радио» в конце 80-х прошлого века.

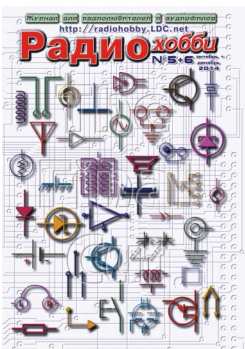
На с. 47 - моя первая даже не статья, а краткая заметка в «Обмен опытом», написанная еще в студенческие годы. Тогда операционники в звукотехнике были в диковинку, а через десятилетия в наступившей High-End эре «случайно оказалось», что K1UT401, он же 140UD1, он же $\mu A702$ является чуть ли не единственным ОУ с однотактным выходным каскадом, работающим в режиме класса А.

На с. 48-51 - статья, совершенно неожиданно для меня признанная лучшей публикацией 1981 года. С высоты сегодняшних представлений схемотехника этого винил-корректора уникальна в том, что благодаря высокому выходному сопротивлению каскада на транзисторе V5, к которому подключена цепочка частотно-зависимой RIAA-коррекции АЧХ, пропорциональными импедансу этой цепочки оказываются как АЧХ всего винил-корректора (с замкнутой ООС), так и коэффициент усиления каскада на V5 с разомкнутой ООС. Это значит, что глубина частотозадающей общей ООС оказывается практически постоянной во всем звуковом диапазоне, что уникально благоприятно как с точки зрения отсутствия самовозбуждения на высоких частотах, так и с точки зрения минимума нелинейных искажений на низких частотах.

На с. 52-54 - самый простой в мире детонатор. После публикации в 1981-82 гг. «измерительного» цикла моих статей с описанием «Генератора тональных посылок», «Среднеквадратичного милливольтметра» и «Детонатора», коллеги (разработчики детонаторов 19И и 23И) из отдела Главного метролога НИИ ЭМП, в котором я тогда работал, поспорили, что я не смогу еще сильнее упростить детонатор («Детонатор», опубликованный в «Радио» №1 и №2 за 1982 г., был на порядок проще, чем 23И, но превосходил его по точности измерений). В результате я выиграл спор, продемонстрировав на одном и том же столе «Простой детонатор», который был проще, чем 23И, уже на два порядка, и который при параллельных испытаниях реального «Маяка-201» показывал практически те же результаты измерения.

На с. 55-61 - легендарный УМЗЧ ВВ. Основная его «фишка» - компенсация фазовой задержки «медлительных» транзисторов VT15, VT16 выходного каскада путём применения внутриспетлевой ускоряющей цепочки R6C6. Лет через десять аналогичный результат был описан Дугласом Селфом после применения т.н. двухполосной частотной компенсации (также в виде дополнительной RC-цепочки, но в местной ООС каскада УН), ставшей впоследствии атрибутом высококачественных транзисторных УМЗЧ с общей ООС.

СОДЕРЖАНИЕ ЖУРНАЛА ЗА 2014-й ГОД



СОДЕРЖАНИЕ ВСЕХ НОМЕРОВ ЖУРНАЛА «РАДИОХОББИ» ЗА 2014-й ГОД

Первое число после названия статьи обозначает номер журнала, второе (через знак дроби) - номер начальной страницы.

Материалы рубрики «Дайджест» включены в соответствующие тематические разделы содержания

СQ HAMRADIO

Новые преусилители LNA 600, LNA 200 и LNA 70 от SSB-Electronic для использования в EME, M2, Авроре и DX Тторо	1/25
Алписто DX-SR9T является гибридом аналогового и цифрового SDR трансивера и перекрывает все любительские диапазоны от 160 м до 10 м	1/22
Проволочная вертикальная антенна CrankIR фирмы SteppIR для работы в полевых условиях и в DX экспедициях	1/23
Монитор сигнала (измерительный делитель) передатчика мощностью до 1500 Вт Бада Колкоу (K1LC) для низкочастотных диапазонов	1/37
Конструкция укороченного вертикального диполя Джона Портона (W6NBC)	1/39
Спирально-вибраторная антенна для радиосвязи и сотовой связи	1/40
RIGblaster Blue фирмы West Mountain Radio позволяет управлять приемопередатчиком через двусторонний протокол Bluetooth® на расстоянии до 10 м с помощью ПК, ноутбука, планшета или смартфона, а также использовать беспроводную Bluetooth гарнитуру	2/13
Трансивер FT-252 фирмы YAESU - компактный водонепроницаемый переносной FM приемопередатчик с выходной мощностью до 5 Вт для работы в радилюбительском диапазоне 2 метра	2/13
Закончился очередной этап по созданию украинского варианта трансивера прямой оцифровки сигнала в приемнике и прямого синтеза радиосигналов передатчика DUCSI.VD	2/13
Новый коротковолновый усилитель мощности HPA-8000B фирмы Hilberling обеспечивает 1 кВт выходной мощности в режимах (FM / AM / SSB / CW) и собран всего на двух мощных LDMOSFET транзисторах	2/14
Трансивер PIC-a-STAR Хеннинга-Кристофа Веггиды (DL5LV) с двусторонним усилителем ПЧ, который работает как в режиме приема, так и передачи	2/32
Телеграфный QRP трансивер MAS для 80-метрового диапазона конструкции Вольфганга Вилпермана (DG0SA)	2/33
Укороченная вертикальная антенна Кристофа Кунзе (DK6ED) для DX-связей на низкочастотных диапазонах 75 и 160 метров	2/34
Простая в изготовлении направленная антенна (K4ZLE) для диапазона 10 метров в виде двухэлементной антенны Моксона	2/36
Изготовление спирально-вибраторной антенны для радиосвязи	2/40
Анализатор антенн и линий Site Master G331L от Anritsu с диапазоном от 2 МГц до 4 ГГц	3/21
Релейно-управляемая компактная автоматическая настраиваемая коротковолновая антенна AH-740 от Icom	3/21
Оптимизированный по к.п.д. УКВ усилитель мощности BlueLine ECO750 от SSB-Electronic является единственным усилителем мощности в любительском секторе, который основан на принципе Догерти	3/22
Твердотельный линейный усилитель для KB любительских диапазонов HAL1200 Atlantic итальянской компании GB Hardware & Software с выходной мощностью 1,2 кВт	3/22
SDR трансивер FLEX-6300™ от компании FlexRadio Systems	3/22
Радиочастотный (до 100 МГц) генератор Уима Кноффена на прямом цифровом синтезаторе AD9913	3/40
Ганс-Йоахим Питц (DJ6HR) разработал простой манипулятор весом всего 25 г, который можно крепить к любой удобной поверхности обычным скотчем	3/41
Антенный тюнер Ли Дженнинга (ZL2AL) на основе схемы Дина Строу (N6BV), но с высококачественными вакуумными конденсаторами	3/41
Пятидиапазонная антенна Барри Стрикленда (AB4QL) предназначена для использования в полевых условиях, имеет малый вес и простую конструкцию	3/42
Двойной квадрат Питта Риммеля (N8PR) для 6-метрового диапазона и работы в полевых днях	3/43
Заметки о Базуке	3/52
Установка для тестирования радиостанций Rohde & Schwarz R&S CMA180	4/20
Новый SDR трансивер FDM-DUO итальянской фирмы ELAD может работать в двух режимах: в автономном и под управлением компьютера с фирменным ПО SW-2	4/21
Транзисторный усилитель мощности HLV-1000 фирмы BeKo-elektronik с выходной мощностью 1000 Вт для проведения связей на большие расстояния в 2-метровом диапазоне	4/21
Активная магнитная рамочная приемная антенна с электростатическим экраном RF PRO-18B американской фирмы InLogic для приема сигналов в диапазоне от 50 кГц до 30 МГц	4/21
Манипулятор к электронному телеграфному ключу DK6ED на специализированных микросхемах датчиков приближения и касания	4/36
Простое устройство защиты экранной сетки Владимира Тонко (EU2SH) обезопасит работу и продлит срок службы мощных тетродов в высокочастотных усилителях мощности	4/37
Широкополосный SDR приемник от 10 кГц до 1,8 ГГц Клауса Восу (DG0KW)	4/37
В качестве излучателя своей пятидиапазонной вертикальной антенны Глен Дибодеекс (KF5FNP) решил использовать металлическую ленту измерительной рулетки	4/39
Изготовление спирально-вибраторной (СВ) антенны для сотовой связи и направленной СВ антенны для радиосвязи, общие рекомендации по эксплуатации СВ антенны	4/41
Электронный аппаратный журнал DXtreme Station Log - Multimedia Edition™ фирмы DXtreme	5/6/17
Новый трансивер FT-991 фирмы Yaesu	5/6/18
Одноразовая антенна Вильяма Алсала (N6XMMW) для 20-метрового диапазона на основе двусторонней антенны Цепелли с двумя коллинеарными рефлекторами	5/6/28
Двойной квадрат Мартина Стера (DK7ZB) для 2-метрового диапазона	5/6/28
Автоматика усилителя мощности. Секвенсор и таймер для накала лампы ГУ-81М	5/6/29
Антенна для нас на 145,5 МГц	5/6/32
Широкополосные симметрирующие трансформаторы для KB и УКВ	5/6/33
Педаль для управления режимом прием-передача трансивера и (или) усилителя мощности	5/6/34

QUA-UARL

Календарный план соревнований Украины на 2014 г., рейтинг соревнований по цифровым видам связи. Любовь Шевцова - радистка-разведчица	1/39
EM1U	2/37
Новые нормы транслитерации	2/38
Командное первенство мира по радиоспорту WRTC-2014	3/56
От RA56 до UT7UZA	3/56
SK UT5BW	3/57
Итоги командного первенства мира по радиоспорту WRTC-2014	4/40

Audio

Billboard: популярность виниловых пластинок за 2013-й год выросла на 31,9%	1/15
Ламповый УМЗЧ Мишеля Тер Бурга на триод-пентодах PCL86	1/24
Гибридный усилитель М. Шушнова для стереонаушников	1/25
Высококачественный винил-корректор Джорджа Нтанавароса для работы с MC головками звукозаписывающей аппаратуры	1/27
Вариант использования интергального таймера 555 в стереоУМЗЧ класса D	1/29
«Эмиттерно-катодный» гибридный в High-End усилитель для наушников	1/50
Внимание, подделка! Настоящий и «китайский» ZSC2921: как отличить?	1/51
Триампинг в мультимедийной акустической системе Edifier R2700	1/52
Композитный сверхмощный УМЗЧ класса Н V.2013 PRO	1/57, 2/47

Уникальная особенность ИМС MAX98090 - наличие в одной микросхеме УМЗЧ сразу трех классов работы: D, AB и H	2/11
Классику подхода к проектированию современного лампового высококачественного УМЗЧ продемонстрировали Уим де Хаан и Кис Хувелман своим новым двухтактником на пентодах EL519	2/17
Высококачественный УМЗЧ Альфреда Розенкранца для активной АС	2/15
УМЗЧ с микрофонными преусилителями «Champion» Николаса Вайнена	2/19
Беспроводной сабвуфер для LED телевизора	2/54
Профессиональная ретросхемотехника в УМЗЧ 1948 г. с выходной мощностью 5000 Вт	2/58
Алдейт лампового «Футермана», выполненный итальянцами Фабио Каморани и Марко Пагонья спустя 60 лет после публикации	3/23
Оригинальная схема В. Ефремова для стабилизации смещения транзисторов выходного каскада двухтактного УМЗЧ в режиме класса АВ	3/24
Мощный автомобильный УМЗЧ Ю. Игнатьева с нестабилизированным преобразователем напряжения 12 В в двухполярное ±24 В на основе ИМС TL494	3/25
Миниаудиомодуль Росса Тестера и Николаса Вайнена с автономным питанием от 3-вольтовой «пуговички» CR2032	3/27
Луис Флеминг предложил оригинальный гибридный - активный трансформаторный сглаживающий фильтр для мощных одноклапчатых аудио УМЗЧ, характеризующийся минимальным падением напряжения при отличном сглаживании пульсаций	3/29
Эмиль ван де Логт предложил каскадное соединение шести LM3915, обеспечивающее профессиональный диапазон индикации уровня от 0 дБ до -60 дБ с шагом 1 дБ	3/30
Схематехника аудиосинтезаторов УНИКУМ с исчезающе малыми искажениями ниже -120 дБ	3/58, 4/53
Внешний ЦАП + усилитель для наушников Sabre DA8 с отношением сигнал/шум 135 дБ китайской Y Long обходит аналоги от Asus и Creative	4/15
ИМС 8-канальной ЦАП ESS Technology ESS9018 работает с 32-разрядными звуковыми данными и частотой дискретизации до 384 кГц	4/15
Алдейт гибридного лампово-транзисторного УМЗЧ MuGen активным генератором тока на ИМС фирмы IXYS IXP-10M45S	4/22
Профессиональный FM-стерео кодек Джорджа Адамидиса на основе прямых цифровых синтезаторов	4/23
Воспроизведение DSD файлов на компьютере	4/50
Усилитель для наушников без петли общей обратной связи	4/54
Псевдодвухтактные выходные каскады класса А	4/57
Hi-Fi фонограф Capehart-Farnsworth 52PH56M	4/63
Asus выпустила Xonar Essence STX II / STX II 7.1 - второе поколение звуковых карт под PCI Express класса Hi-End	5/6/13
Аудиофильский плеер OPPO BDP-105D, изодинамические наушники OPPO Digital PM-1 и усилитель OPPO HA-1	5/6/14
Sony разработала профессиональные наушники с полосой воспроизводимых частот до 100 кГц - MDR-75 и MDR-1ABDC/S	5/6/15
Транзистор импеданса современного конденсаторного микрофона Neumann M147	5/6/19
Профессиональный микрофонный преусилитель Roll Music Systems RMS5A7 на основе асимметричного двойного триода ECC832	5/6/20
Микрофонный преусилитель Aphex Dual RPA 500 на идее Reflected Plate Amplifier (RPA) - «усилителя с отраженным анодом»	5/6/20
Два варианта УМЗЧ Герхарда Хааса с выходными каскадами на лучевых тетрадах Tung-Sol KT120	5/6/21
Николас Вайнен предложил конструкцию усилителя для Hi-Fi наушников	5/6/22
Стереодинамик уровня звукового сигнала с запоминанием пиковых уровней (VU peak hold)	5/6/26
Транзисторная альтернатива ламповому одноклапчатому	5/6/38
Усилитель-корректор	5/6/47
Высококачественный преусилитель-корректор	5/6/48
УМЗЧ высокой верности	5/6/55

Компьютеры

Микросар 11 - первый схемный симулятор, разработанный специально под 64-разрядную ОС, способен работать с ОЗУ объемом до 192 Гб и схемами, содержащими до 10 миллионов компонентов	1/6
«Application Simulator» - онлайн сервис разработчика приложений серии ИМС импульсных преобразователей напряжения	1/9
Microsoft: финальная точка Windows 7 будет поставлена 31 октября 2014 года	1/13
Исследователи из Технического института физики и химии в Пекине предложили технологию формирования электрических цепей при помощи струйного принтера и специальных металлических «чернил»	1/13
Инновационная технология формирования печатных плат методом струйной печати особыми «чернилами» на основе наночастиц серебра, которыми может быть заменен самый обыкновенный картридж от струйного принтера	1/13
XYZprinting представила новый 3D-принтер Da Vinci 1.0 ценой до \$500	1/14
ОЗУ DDR4 появятся раньше, чем предполагалось	1/15
Погодный регистратор Weather Logger K. Нираса	1/30
SIMPLIS - схемный симулятор, в котором мощные коммутационные транзисторы, работающие в ключевом режиме, моделируются кусочно-линейными сегментами, а не системой нелинейных уравнений	2/6
SiMetrix Technologies Ltd. предложила полноценный SPICE-симулятор смешанных (аналого-цифровых) схем SiMetrix, характеризующийся улучшенной сходимостью итераций по Ньютону-Рафсону и впервые использованному алгоритму «Pseudo transient analysis» - псевдопереходного анализа с условной фиксацией/изоляция «невывчисляемых» узловых потенциалов	2/7
Sony и Panasonic сообщили, что у эволюции CD/DVD/BD скоро появится новый виток - Archival Disc с емкостью до 1 ТБ	2/9
Схема «линеаризации» термистора двумя постоянными резисторами и электронная таблица Excel для автоматизации расчета оптимально линейного режима	2/32
Visual Analyser - виртуальный осциллограф / спектроанализатор / генератор сигналов / RLCEFORM-метр на основе звуковой карты ПК с программным ЦАПом для корректного отображения формы сигнала с частотой, близкой к половине частоты дискретизации	3/7
Новый релиз Proteus 8.1 SP1 - пакета программ для автоматизированного проектирования (САПР) электронных схем от компании Labcenter Electronics с уникальными возможностями: USBCONN - этот инструмент позволяет вашему виртуальному устройству подключиться к реальному USB порту компьютера, а COMPIRM - к реальному COM-порту вашего ПК	3/11
Pioneer и Memory-Tech при техническом содействии Mitsubishi Kagaku Iodine Co., Ltd. совместно модифицировали структуру оптического Blu-ray Disc™ (BD), обеспечив емкость в одностороннем варианте 256 Гб, а в двухстороннем 512 Гб	3/11
IBM сумела на одном квадратном дюйме магнитной ленты записать 85,9 млрд бит, что в 62 раза превосходит показатель ленты в картриджах LTO6 и позволяет увеличить емкость одного картриджа до 154 Тб	3/12
Sony удалось создать новую магнитную ленту с поверхностной плотностью записи 148 Гб/кв. дюйм, что позволяет в формфакторе картриджа LTO6 записать 185 Тб (или в 74 раза больше) информации	3/12
Semiconductor Engineering Laboratory, Advanced Film Device и Sharp продемонстрировали прототип OLED дисплея диагональю 13,3 дюйма разрешением 7680 x 4320 с плотностью пикселей 663 на дюйм	3/13
Matter and Form, Inc. начала прием заказов на 3-D сканер по цене \$579	3/13

СОДЕРЖАНИЕ ЖУРНАЛА ЗА 2014-й ГОД

TrueRTA разработки True Audio® - еще один из множества программных генераторов-осциллографов-спектральных анализаторов на основе звуковых карт компьютера	4/10
Теперь умными очками Google Glass можно будет управлять даже ... силой мысли	4/11
Американские физики создали уникальное устройство - настольный «принтер» микросхем, позволяющий «печатать» сложные полупроводниковые приборы и наноструктуры буквально у себя дома	4/14
28-дюймовые мониторы с разрешением 4K (3840 x 2160 пикселей) перешли в ценовую категорию «до \$1000» - ViewSonic VX2800m1 и Iiyama ProLite B2888UHSU-B1	4/14
Axis Communications выпустила первую камеру сетевого видеонаблюдения с разрешением 4K Ultra HD AXIS P1428-E	4/15
Игровая мышка AORUS Thunder M7 с шестнадцатью кнопками	4/15
Интерфейсная плата Фрэнча-Питера Зантиса после подключения к ПК через USB порт позволяет управлять несколькими цифровыми и аналоговыми устройствами, а также индцировать состояние как цифровых, так и аналоговых входов	4/29
Воспроизведение DSD файлов на компьютере	4/50
«Яндекс» представила демонстрационное приложение для распознавания речи «Яндекс.Диктовка», работающее на технологии Яндекс SpeechKit	5+6/5
Microsoft представила первую сборку новой ОС - Windows 10	5+6/5

INTERNet, FidoNet

«Application Simulator» - онлайн сервис разработчика приложений серии ИМС импульсных преобразователей напряжения	1/9
«Облако Mail.ru» предлагает 1 ТБ облачного хранилища «бесплатно и навсегда»	1/12
Китайские бесплатные облачные хранилища Tencent Weiyun и Yunnan 360 предлагают до 10 ТБ и до 36 ТБ соответственно	1/12
Устройство Incapnet для доступа в интернет из салона автомобиля поддерживает технологию агрегирования интернет-каналов	1/18
«Билайн» начала оказание услуг беспроводного широкополосного доступа на базе технологии LTE (4G)	1/18
«Li-Fi» - новая технология, обещающая надежный и дешевый способ подключения к интернету практически из любого места с помощью специальных светодиодов	2/9
Ученые из Массачусетского технологического института в сотрудничестве с инженерами NASA разработали технологию лазерной связи Lunar Laser Communication Demonstration, которая позволяет на высокой скорости передавать с Земли на Луну большие объемы данных	4/7
Alcatel-Lucent передала по стандартным телефонным проводам данные со скоростью 10 Гб/с (G.fast) 4/7 Гибридный модем EnVerv EV8600 обеспечивает передачу данных как по электропроводке, так и беспроводному каналу	4/8
Новый сервис Skype Translator - синхронный онлайн перевод разговора на любой из 150 языков Language Line	4/8
О пятнадцати «неожиданных» расширенных возможностях Google и Яндекс	4/9

Схемные идеи

Вариант использования интегрального таймера 555 в стереоУМЗЧ класса D	1/29
Операционный усилитель из КМОП инверторов-буферов CD4049UBE	1/29
Схема «линеаризации» термистора двумя постоянными резисторами и электронная таблица Excel для автоматизации расчета оптимально линейного режима	2/32
Луис Флеминг предложил оригинальный гибридный - активный трансформаторный сглаживающий фильтр для мощных одноканальных аудио УМЗЧ, характеризующийся минимальным падением напряжения при отличном сглаживании пульсаций	3/29

Профессиональная схемотехника

Микросар 11 - первый схемный симулятор, разработанный специально под 64-разрядную ОС, способен работать с ОЗУ объемом до 192 Гб и схемами, содержащими до 10 миллионов компонентов	1/6
«Application Simulator» - онлайн сервис разработчика приложений серии ИМС импульсных преобразователей напряжения	1/9
Триамплин в мультимедийной акустической системе Edifier R2700	1/52
SIMPLIS - схемный симулятор, в котором мощные коммутирующие транзисторы, работающие в ключевом режиме, моделируются кусочно-линейными сегментами, а не системой нелинейных уравнений	2/6
SIMetrix Technologies Ltd. предложила полноценный SPICE-симулятор смешанных (аналого-цифровых) схем SIMetrix, характеризующийся улучшенной сходимостью итераций по Ньютону-Рафсону с упорной использованному алгоритму «Pseudo transient analysis» - псевдопереходного анализа с условной фиксацией/изоляция «невывисляемых» узловых потенциалов	2/7
Профессиональная ретросхемотехника в УМЗЧ 1948 г. с выходной мощностью 5000 Вт	2/58
Visual Analyser - виртуальный осциллограф / спектроанализатор / генератор сигналов / RLCESTR-метр на основе звуковой карты ПК с программным ЦАПом для корректного отображения формы сигнала с частотой, близкой к половине частоты дискретизации	3/7
Схемотехника аудиосимulators УНИКУМ с исчезающе малыми искажениями ниже -120 дБ	3/58, 4/53
Hi-Fi фонограф Carphart-Farnsworth 52PH56M	4/63
Транслятор импеданса современного конденсаторного микрофона Neumann M147	5+6/19
Профессиональный микрофонный предусилитель Roll Music Systems RMS5A7 на основе асимметричного двойного триода ECC832	5+6/20
Микрофонный предусилитель Aphex Dual RPA 500 на идее Reflected Plate Amplifier (RPA) «усилителя с отраженным анодом»	5+6/20

Минисправочник

Аналоговый микроэлектромеханический микрофон InvenSense ICS-40720 обеспечивает беспрецедентно малый уровень шумов -70 дБ «аудиофильских» диодов Шоттки на основе карбида кремния JRC MUSE7001	1/15
КМОП ОУ JRC NJ77806 с рекордно низким уровнем шумов 5,5 нВ/√Гц	1/16
Маломощные биполярные ОУ серии SoundPlus OPA1664 выпущены фирмой Texas Instruments для аудиосистем применений	1/16
NXP BC847QAPN - пара n-p-n и p-n-p транзисторов в корпусе размерами 1,3x1,3x0,37 мм	1/16
Display Elektronik GmbH начала выпуск серии графических индикаторов на основе электронной бумаги E-Paper по технологии Active Matrix Electrophoretic Display с нулевым статическим энергопотреблением	1/17
N-канальные МОП транзисторы Advanced Linear Devices ALD210800 с нулевым напряжением порога	1/17
Уникальная особенность ИМС MAX98090 - наличие в одной микросхеме УМЗЧ сразу трех классов работы: D, AB и H	2/11
Высокоинтегрированный чип Ams AS8506 для мониторинга и балансировки элементов литиевых аккумуляторов батарей электровелосипедов и т.п.	3/15
Linear Technology выпустила ИМС LTC3355 - однокиповый бесперебойный преобразователь постоянного напряжения, обеспечивающий кратковременное аварийное питание от резервного источника (суперконденсатора или никель-металлгидридного аккумулятора)	3/16
ИМС Linear Technology LTC4353 - двухканальный регулятор «идеального диода»	3/17
Сверхточный микроконтроллер КМОП ОУ STMicroelectronics TS2121 для сенсорных интерфейсов, портативной электроники с батарейным питанием и т.п.	3/18
N-канальные маломощные МОП транзисторы Rohm Semiconductor RV3C002UN с двумя интегрированными защитными диодами имеют габариты 0,6 x 0,4 x 0,36 мм и являются самыми миниатюрными в электронной промышленности	3/19
Новый силовой N-канальный транзистор семейства DirectFET®2 International Rectifier AUIRF8736M2 выдерживает импульсный ток 565 А	3/19
Infineon Technologies AG анонсировала выпуск 500-ваттного полевого LDMOS транзистора PTVAI27002EV для мощных передатчиков УКВ и L-диапазона	3/20
Уникальность детекторной ИМС Analog Devices ADL5511 заключается в одновременном детектировании как среднеквадратических (RMS) значений, так и гибкой модулированного сигнала в частотном диапазоне от 0 до 6 ГГц	3/20
ИМС 8-канальный ЦАП ESS Technology ESS9018 работает с 32-разрядными звуковыми данными и частотой дискретизации до 384 кГц	4/15
Ультравысокочастотный MaxLinear Technologies BCAP400 P285 K04/05 с рекордной емкостью 3400 фарад	4/16
Высокоточный гальванически изолированный датчик тока Infineon Technologies AG TL14970	4/17
Maxim Integrated Products, Inc. выпустила два высокоскоростных SerDes (сериализатор/десериализатор) чипсета MAX9273/MAX9272 и MAX9271/MAX9272 для систем видеонаблюдения	4/17
ИМС Linear Technology LT1256 может служить очень удобным аналоговым ядром звуковых и радиочастотных электрических перестраиваемых фильтров, корректоров, модуляторов, АРУ и т.п. узлов	4/18
ИМС Linear Technology LTC1968 с патентованной архитектурой true RMS преобразователя на основе Δ-Σ модулятора второго порядка	4/19
ОУ Rohm Semiconductor BA2904YF и BA2902YF сохраняют работоспособность вплоть до синфазного напряжения на входах, которое ниже земного (при однопольном питании) на 0,3 В	4/20

Измерения

Погодный регистратор Weather Logger K. Нираса	1/30
Автоматический определитель выводов и основных параметров транзисторов и диодов	1/32
Свин-генератор Роберта Риды с диапазоном от 2 до 180 МГц	1/33
Измеритель емкости от 0 пФ до 50 мкФ с дискретностью 0,01 пФ	1/35
Монитор сигнала (измерительный делитель) передатчика мощностью до 1500 Вт Бада Колклоу (KILC)	1/36
Джим Роу разработал первый в своем роде недорогой сверхточный частотомер, а также внешний	

GPS-модуль к нему, которые в совокупности обеспечивают точность измерения частоты и периода на «атомном» уровне ±3 · 10 ⁻¹¹	2/24
Схема «линеаризации» термистора двумя постоянными резисторами и электронная таблица Excel для автоматизации расчета оптимально линейного режима	2/32
Visual Analyser - виртуальный осциллограф / спектроанализатор / генератор сигналов / RLCESTR-метр на основе звуковой карты ПК с программным ЦАПом для корректного отображения формы сигнала с частотой, близкой к половине частоты дискретизации	3/7
LCR/ESR-измеритель Smart Tweezers Colibri ST5-S	3/15
Эмиль ван де Логт предложил каскадное соединение шести LM3915, обеспечивающее профессиональный диапазон индикации уровня от 0 дБ до -60 дБ с шагом 1 дБ	3/30
Прецизионный лабораторный регулируемый генератор тока со встроенным высокоомным вольтметром Генри Моризо	3/31
Универсальный термометр-термостат диапазона от -55 до +125 °C	3/33
Прибор Вольфганга Борста для измерения отклонения частоты сетевого напряжения от номинальной - своего рода «детонатор» для оценки качества электроосветительной сети аудио-филами-меломанами	3/33
Малогобаритный комбинированный измерительный прибор А. Савченко включает в себя цифровой запоминающий осциллограф, двухканальный запоминающий анализатор цифровых сигналов, а также генератор сигналов на базе микроконтроллера ATmega256A3U	3/37
Радиочастотный (до 100 МГц) генератор Уима Кюеффа на прямом цифровом синтезаторе AD9913	3/40
TrueRTA разработки True Audio® - еще один из множества программных генераторов-осциллографов-спектральных анализаторов на основе звуковых карт компьютера	4/10
ИМС Linear Technology LTC1968 с патентованной архитектурой true RMS преобразователя на основе Δ-Σ модулятора второго порядка	4/19
Установка для тестирования радиостанций Rohde & Schwarz R&S CMA180	4/20
audioTester V3.0d Build 16 сделала доступный Wow and Flutter measurement и в бесплатной версии	5+6/6
Алексей Никитин предложил оригинальный «программно-аппаратный» метод измерения коэффициента детонации, «аппаратным» звеном в котором является ПК с программой анализа (симулятором) электронных схем LTSpice IV	5+6/7
Программный детонатор WFGUI 6.00 Алекса Фрида	5+6/9
Room EQ Wizard - приложение Java, предназначенное для анализа акустических параметров помещения и получения данных, необходимых для коррекции его частотных характеристик	5+6/10
Генератор цифровых сигналов Altor Audio JK GEN 384-12	5+6/12
Стереодиагностика уровня звукового сигнала с запоминанием пиковых уровней (VU peak hold) 5+6/26	
Выносной пробник для осциллографа, обеспечивающий гальваническую развязку электрической прочностью до 1500 В без ухудшения чувствительности	5+6/27
Простой детонатор	5+6/52

Технологические советы, обмен опытом, ремонт

Операционный усилитель из КМОП инверторов-буферов CD4049UBE	1/29
Автоматический определитель выводов и основных параметров транзисторов и диодов	1/32
Внимание, подделка! Настоящий и «китайский» 2SC2921: как отличить?	1/51
LCR/ESR-измеритель Smart Tweezers Colibri ST5-S	3/15
Простое устройство защиты экранной сетки Владимира Точко (EU2SH) обезопасит работу и продлит срок службы мощных тетродов в высокочастотных усилителях мощности	4/37

Автоматика, бытовая электроника, блоки питания, зарядные устройства

«Application Simulator» - онлайн сервис разработчика приложений серии ИМС импульсных преобразователей напряжения	1/9
Погодный регистратор Weather Logger K. Нираса	1/30
Устройство беспроводной зарядки на основе резонансной системы с емкостной катушкой позволяет заряжать батарею устройств потребительской электроники, находящихся на расстоянии до 5 метров	2/10
Высокоинтегрированный чип Ams AS8506 для мониторинга и балансировки элементов литиевых аккумуляторов батарей электровелосипедов и т.п.	3/15
Определитель номеров проводов кабеля с речевой индикацией В. Аксёнова	3/34
Простое и дешевое зарядное устройство Рона Ньютон для безопасной и полноценной подзарядки от панелей солнечных батарей автомобильных 12-вольтовых свинцово-кислотных аккумуляторов током до 20 А	3/35
Теперь умными очками Google Glass можно будет управлять даже ... силой мысли	4/11
MicroCHIPS разработала электронный контрацептив для женщин, который можно включать и отключать, используя беспроводную связь	4/12
Система С. Полозова для охраны движущихся объектов со спутниковым слежением за координатами и прямо-передатчей сообщений по каналу мобильной связи	4/26
Электронные часы Dice Clock Юста Вагеберта с оригинальной индикацией на светодиодных «игральных костях»	4/31
10-канальный ДУ с дополнением инфракрасного канала маломощным радиоканалом в нелицензируемом диапазоне 433 МГц	4/32
Нефазоимпульсный регулятор напряжения для нагревательных приборов	4/61

ВидеоТВ

Новый релиз DivX 10.1 - поддержка разрешения 4K и высокоэффективного кода HEVC/DivX265 (H.265)	1/10
Беспроводной сабвуфер для LED телевизора	2/54
Maxim Integrated Products, Inc. выпустила два высокоскоростных SerDes (сериализатор/десериализатор) чипсета MAX9273/MAX9272 и MAX9271/MAX9272 для систем видеонаблюдения	4/17

Радиобилети - автолюбителям

Устройство Incapnet для доступа в интернет из салона автомобиля поддерживает технологию агрегирования интернет-каналов	1/18
«Умный» велосипедный замок Skylock с управлением по Bluetooth или Wi-Fi не только блокирует ваш велосипед от кражи, но даже сообщит в ближайшую станцию скорой помощи в случае неудачного падения	3/13
Высокоинтегрированный чип Ams AS8506 для мониторинга и балансировки элементов литиевых аккумуляторов батарей электровелосипедов и т.п.	3/15
Мощный автомобильный УМЗЧ Ю. Игнатова с нестабилизированным преобразователем напряжения 12 В в двухполарное +24 В на основе ИМС TL494	3/25
Простое и дешевое зарядное устройство Рона Ньютон для безопасной и полноценной подзарядки от панелей солнечных батарей автомобильных 12-вольтовых свинцово-кислотных аккумуляторов током до 20 А	3/35
Аудио-визуальный сигнализатор Зафара Даниша для безопасной парковки	3/36
Система С. Полозова для охраны движущихся объектов со спутниковым слежением за координатами и прямо-передатчей сообщений по каналу мобильной связи	4/26

Цифровая техника, микроконтроллеры

Погодный регистратор Weather Logger K. Нираса	1/30
STM32F4Discovery в аудиотехнике	1/42, 2/42, 3/48, 4/45, 5+6/35
Беспроводный сабвуфер для LED телевизора	2/54
Определитель номеров проводов кабеля с речевой индикацией В. Аксёнова	3/34
Малогобаритный комбинированный измерительный прибор А. Савченко включает в себя цифровой запоминающий осциллограф, двухканальный запоминающий анализатор цифровых сигналов, а также генератор сигналов на базе микроконтроллера ATmega256A3U	3/37
Радиочастотный (до 100 МГц) генератор Уима Кюеффа на прямом цифровом синтезаторе AD9913	3/40
Система С. Полозова для охраны движущихся объектов со спутниковым слежением за координатами и прямо-передатчей сообщений по каналу мобильной связи	4/26
Интерфейсная плата Франца-Питера Зантиса после подключения к ПК через USB порт позволяет управлять несколькими цифровыми и аналоговыми устройствами, а также индцировать состояние как цифровых, так и аналоговых входов	4/29
Электронные часы Dice Clock Юста Вагеберта с оригинальной индикацией на светодиодных «игральных костях»	4/31
10-канальная ДУ с дополнением инфракрасного канала маломощным радиоканалом в нелицензируемом диапазоне 433 МГц	4/32
Стереодиагностика уровня звукового сигнала с запоминанием пиковых уровней (VU peak hold) 5+6/26	

Новая техника и технология

Микросар 11 - первый схемный симулятор, разработанный специально под 64-разрядную ОС, способен работать с ОЗУ объемом до 192 Гб и схемами, содержащими до 10 миллионов компонентов	1/6
«Application Simulator» - онлайн сервис разработчика приложений серии ИМС импульсных преобразователей напряжения	1/9
Новый релиз DivX 10.1 - поддержка разрешения 4K и высокоэффективного кода HEVC/DivX265 (H.265)	1/10
«Облако Mail.ru» предлагает 1 ТБ облачного хранилища «бесплатно и навсегда»	1/12
Китайские бесплатные облачные хранилища Tencent Weiyun и Yunnan 360 предлагают до 10 ТБ и до 36 ТБ соответственно	1/12
Microsoft: финальная точка Windows 7 будет поставлена 31 октября 2014 года	1/13
Исследователи из Технического института физики и химии в Пекине предложили технологию формирования электрических цепей при помощи струйного принтера и специальных металлических «чернил»	1/13
Инновационная технология формирования печатных плат методом струйной печати особыми «чернилами» на основе наночастиц серебра, которыми может быть заправлен самый обыкновенный картридж от струйного принтера	1/13

СОДЕРЖАНИЕ ЖУРНАЛА ЗА 2014-й ГОД

XYZprinting представила новый 3D-принтер Da Vinci 1.0 ценой до \$500	1/14
ОЗУ DDR4 появятся раньше, чем предполагалось	1/15
Billboard: популярность виниловых пластинок за 2013-й год выросла на 31,9%	1/15
«Туннельный» полевой транзистор с почти устраненным энергетическим барьером (NBTFET) при напряжении сток-исток всего 0,5 В оказался работоспособным на частотах переключения до 19 ГГц	1/15
Аналоговый микроэлектромеханический микрофон InvenSense ICS-40720 обеспечивает беспрецедентно малый уровень шумов -70 дБ	1/15
Медь вместо алюминия на выводах «аудиофильских» диодов Шоттки на основе карбида кремния JRC MUSES7001	1/16
КМОП ОУ JRC NJU77806 с рекордно низким уровнем шумов 5,5 нВ/√Гц	1/16
Маломощные биопольные ОУ серии SoundPlus OPA1664 выпущены фирмой Texas Instruments для аудиофильских применений	1/16
NXP BC847QAPN - пара n-p-n и p-n-p транзисторов в корпусе размерами 1,3x1,3x0,37 мм	1/16
Display Elektronik GmbH начала выпуск серии графических индикаторов на основе электронной бумаги e-Paper по технологии Active Matrix Electrophoretic Display с нулевым статическим энергопотреблением	1/17
N-канальные МОП транзисторы Advanced Linear Devices ALD210800 с нулевым напряжением порога	1/17
Устройство Incanet для доступа в интернет из салона автомобиля поддерживает технологию агрегирования интернет-каналов	1/18
«Билайн» начала оказание услуг беспроводного широкополосного доступа на базе технологии LTE (4G)	1/18
Самый маленький в мире сотовый телефон Willcom Phone Strap 2 ровно в 4 раза меньше «Яблочного»	1/19
Wi-Fi бустер HyperLink HA2425T обеспечивает в антенне 25 Вт, а параболическая сетчатая Wi-Fi антенна HG2430G имеет коэффициент усиления 30 дБ	1/19
Wi-Fi модуль eSoniaL ECR19D01 размерами 8x8x1,5 мм	1/21
Чипсет Quantenna QSR1000 поддерживает технологию передачи данных одновременно по четырем каналам Wi-Fi MIMO 4x4	1/21
Дешевый однокристальный приемопередатчик Hope RF RFM63W для диапазонов 863-870, 902-928 и 950-960 МГц	1/22
Новые преусилители LNA 600, LNA 200 и LNA 70 от SSB-Electronic для использования в EME, MS, Авроре и DX Торо	1/22
Alinco DX-SR9T является гибридом аналогового и цифрового SDR трансивера и перекрывает все любительские диапазоны от 160 и до 10 МГц	1/22
Проволочная вертикальная антенна CrankIR фирмы SteppIR для работы в полевых условиях и в DX экспедициях	1/23
Под Android-ом посредством приложения EveryCircuit теперь тоже можно проводить более-менее подробный анализ не слишком сложных электронных схем	2/3
SIMPLIS - схемный симулятор, в котором мощные коммутирующие транзисторы, работающие в ключевом режиме, моделируются кусочно-линейными сегментами, а не системой нелинейных уравнений ...	2/6
SIMetrix Technologies Ltd. предложила полноценный SPICE-симулятор смешанных (аналого-цифровых) схем SIMetrix, характеризуемый улучшенной сходимостью итераций по Ньютону-Рафсону и впервые использованному алгоритму «Pseudo transient analysis» - псевдопереходного анализа с условной фиксацией/изоляция «невьчисляемых» узловых потенциалов	2/7
Sony и Panasonic сообщили, что у evolution CD/DVD/BD скоро появится новый виток - Archival Disc с емкостью до 1 ТБ	2/9
«Li-Fi» - новая технология, обещающая надежный и дешевый способ подключения к интернету практически из любого места с помощью специальных светодиодов	2/9
Экспериментальная установка из двух оптических нановолокондов - управляющего и сигнального - формирует оптическое реле со скоростью срабатывания миллион раз в секунду	2/10
Устройство беспроводной зарядки на основе резонансной системы с дипольной катушкой позволяет заряжать батарею устройств потребительской электроники, находящихся на расстоянии до 5 метров	2/10
Уникальная особенность IMC MAX98909 - наличие в одной микросхеме УМЗЧ сразу трех классов работы: D, AB и H	2/11
RiGblaster Blue фирмы West Mountain Radio позволяет управлять приемопередатчиком через двуканальный протокол Bluetooth® на расстоянии до 10 м с помощью ПК, ноутбука, планшета или смартфона, а также использовать беспроводную Bluetooth гарнитуру	2/13
Трансивер FT-252 фирмы YAESU - компактный водонепроницаемый переносной FM приемопередатчик с выходной мощностью до 5 Вт для работы в радиолобительском диапазоне 2 метра	2/13
Завершился очередной этап по созданию украинского варианта трансивера прямой цифровки сигнала в приемнике и прямого сигнала радиосигналов передатчика DUCSLVD	2/13
Новый коротковолновый усилитель мощности FMA-8000B фирмы Hilberling обеспечивает 1 кВт выходной мощности в режимах (FM / AM / SSB / CW) и собран всего на двух мощных LDMOSFET транзисторах	2/14
Visual Analyser - виртуальный осциллограф / спектроанализатор / генератор сигналов / RLCESR-метр на основе звуковой карты ПК с программным ЦАПом для корректного отображения формы сигнала с частотой, близкой к половине частоты дискретизации	3/7
Новый релиз Proteus 8.1 SP1 - пакета программ для автоматизированного проектирования (CAIP) электронных схем от компании Labcenter Electronics с уникальными возможностями: USBCONN - этот инструмент позволяет вашему виртуальному устройству подключиться к реальному USB порту компьютера, а COMPM - к реальному COM-порту вашего ПК	3/11
Pioneer и Memory-Tech при техническом содействии Mitsubishi Kagaku Media Co., Ltd. совместно модифицировали структуру оптического Blu-ray Disc™ (BD), обеспечив емкость в одностороннем варианте 256 Гб, а в двухстороннем 512 Гб	3/11
IBM сумела на одном квадратном дюйме магнитной ленты записать 85,9 млрд бит, что в 62 раза превосходит показатель ленты в картриджах LTO6 и позволяет увеличить емкость одного картриджа до 154 ТБ	3/12
Сонь удалось создать новую магнитную ленту с поверхностной плотностью записи 148 Гб/кв. дюйм, что позволяет в формате картриджа LTO6 записать 185 ТБ (или в 74 раза больше) информации 3/12	
Semiconductor Energy Laboratory, Advanced Film Device и Sharp продемонстрировали прототип OLED дисплея диагональю 13,3 дюйма разрешением 7680 x 4320 с плотностью пикселей 663 на дюйм	3/13
Matter and Form, Inc. начала прием заказов на 3-D сканнер по цене \$579	3/13
«Умный» велосипедный замок Skylock с управлением по Bluetooth или Wi-Fi не только блокирует ваш велосипед от кражи, но даже сообщит в ближайшую станцию скорой помощи в случае неудачного падения	3/13
Bloom Energy разработала новый электрохимический топливный элемент Bloom Box, работающий на биогазе с КПД выше 50% и позволяющий вдвое экономить на оплате электроэнергии	3/14
LCR/ESR-измеритель Smart Tweezers Colibri ST5-S	3/15
Высокоинтегрированный чип Ams AS8506 для мониторинга и балансировки элементов литиевых аккумуляторов батарей электровелосипедов и т.п.	3/15
Linear Technology выпустила IMC LTC3355 - одноканальный бесперебойный преобразователь постоянного напряжения, обеспечивающий кратковременное аварийное питание от резервного источника (суперконденсатора или никель-металлгидридного аккумулятора)	3/16
IMC Linear Technology LTC4353 - двухканальный контроллер «идеального диода»	3/16
Сверхточный микропотребляющий КМОП ОУ STMicroelectronics TSZ121 для сенсорных интерфейсов, портативной электроники с батарейным питанием и т.п.	3/18
N-канальные маломощные МОП транзисторы Rohm Semiconductor RV3C002UN с двумя интегрированными защитными диодами имеют габариты 0,6 x 0,4 x 0,36 мм и являются самыми миниатюрными в электронной промышленности	3/19
Новый силовой N-канальный транзистор семейства DirectFET®2 International Rectifier AUIRF8736M2 выдерживает импульсный ток 565 А	3/19
Infineon Technologies AG анонсировала выпуск 500-ваттного полевого LDMOS транзистора PTV4127002EV для мощных передатчиков УКВ и L-диапазона	3/20
Уникальность детекторной IMC Analog Devices ALD5511 заключается в одновременном детектировании как среднеквадратических (RMS) значений, так и огибающей модулированного сигнала в частотном диапазоне от 0 до 6 ГГц	3/20
Анализатор антенн и линий Site Master S331L от Anritsu с диапазоном от 2 МГц до 4 ГГц	3/21
Релейно-управляемая компактная автоматическая настраиваемая коротковолновая антенна AH-740 от Isom	3/21
Оптимизированный по к.п.д. УКВ усилитель мощности BlueLine ECO0750 от SSB-Electronic является единственным усилителем мощности в любительском секторе, который основан на принципе Дорепти	3/22
Теоретически линейный усилитель для KB любительских диапазонов HAL1200 Atlantic итальянской компании GB Hardware & Software с выходной мощностью 1,2 кВт	3/22
SDR трансивер FLEX-6300™ от компании FlexRadio Systems	3/22
20 июня 2014 года на орбитальную орбиту выведен созданный в Национальном техническом университете Украины «Киевский политехнический институт» первый украинский наноспутник «PolyITAN-1»	4/6
Ученые из Массачусетского технологического института в сотрудничестве с инженерами NASA разработали технологию лазерной связи Lunar Laser Communication Demonstration, которая позволяет на высокой скорости передавать с Земли на Луну большие объемы данных	4/7
Alcatel-Lucent передала по стандартным телефонным проводам данные со скоростью 10 Гб/с (G.fast) 4/7	
Гибридный модем EnVerv EV8600 обеспечивает передачу данных как по электропроводке, так и беспроводному каналу	4/8
Новый сервис Skype Translator - синхронный онлайн перевод разговора на любой из 150 языков Language Line	4/8
О пятнадцати «неожиданных» расширенных возможностях Google и Яндекс	4/9
TrueRTA разработки True Audio® - еще один из множества программных генераторов-осциллографов-спектроанализаторов на основе звуковых карт компьютера	4/10

Теперь умными очками Google Glass можно будет управлять даже ... силой мысли	4/11
MicroCHIPS разработала электронный контрацептив для женщин, который можно включать и отключать, используя беспроводную связь	4/12
Исследователи из университета North Carolina State University разработали новую растягивающуюся антенну	4/13
Matifer SGPS построила новую фотогальваническую электростанцию «Шаргород» мощностью 8 МВт в Винницкой области	4/13
Американские физики создали уникальное устройство - настольный «принтер» микроскопом, позволяющий «печатать» сложные полупроводниковые приборы и наноструктуры буквально у себя дома	4/14
28-дюймовые мониторы с разрешением 4K (3840 x 2160 пикселей) перешли в ценовую категорию «до \$1000» - ViewSonic VX2880ml и Iiyama ProLite B2888UHSU-B1	4/14
Axis Communications выпустила первую камеру сетевого видеонаблюдения с разрешением 4K Ultra HD AXIS P1428-E	4/15
Игровая мышка AORUS Thunder M7 с шестнадцатью кнопками	4/15
Внешний ЦАП + усилитель для наушников Sabre DA8 с отношением сигнал/шум 135 дБ китайской Yu Long обходит аналоги от Asus и Creative	4/15
IMC 8-канальный ЦАП ESS Technology ESS9018 работает с 32-разрядными звукозаписями и частотой дискретизации до 384 кГц	4/15
Ультраконденсатор Maxwell Technologies BCAP3400 P285 K04/05 с рекордной емкостью 3400 Фарад	4/16
Высокочастотный гальванически изолированный датчик тока Infineon Technologies AG TL14970	4/17
Maxim Integrated Products, Inc. выпустила два высокоскоростных SerDes (сериализатор/десериализатор) чипсета MAX9273/MAX9272 и MAX9271/MAX9272 для систем видеонаблюдения	4/17
IMC Linear Technology LT1256 может служить очень удобным аналоговым ядром звуковых и радиочастотных электрически перестраиваемых фильтров, корректоров, модуляторов, АРУ и т.п.	4/18
IMC Linear Technology LTC1968 с патентованной архитектурой true RMS преобразователя на основе А-Σ модулятора второго порядка	4/19
OY Rohm Semiconductor BA2904YF и BA2902YF сохраняют работоспособность вплоть до синфазного напряжения на входах, которое ниже земляного (при однопольном питании) на 0,3 В	4/20
Установка для тестирования радиостанций Rohde & Schwarz R&S CMA180	4/20
Новый SDR трансивер FDM-DUO итальянской фирмы ELAD может работать в двух режимах: в автономном и под управлением компьютера с фирменным ПО SW-2	4/21
Транзисторный усилитель мощности HLV-1000 фирмы Beiko-elektronik с выходной мощностью 1000 Вт для проведения связей на большие расстояния в 2-метровом диапазоне	4/21
Активная магнитная рамочная приемная антенна с электростатическим экраном RF PRO-1B американской фирмы InLogis для приема сигналов в диапазоне от 50 кГц до 30 МГц	4/21
«Яндекс» представила демонстрационное приложение для распознавания речи «Яндекс.Диктовка», работающее на технологии Yandex SpeechKit	5+6/5
Microsoft представила первую сборку новой ОС - Windows 10	5+6/5
audioTester V3.0 Build 16 сделала доступной Wow and Flutter measurement и в бесплатной версии 5+6/6	
Алексей Искандер предложил оригинальный «программно-аппаратный» метод измерения коэффициента детонации, «аппаратным» звеном в котором является ПК с программой анализа (симулятором) электронных схем LTSpice IV	5+6/7
Программный детонатор WFGUI 6.00 Алекса Фрида	5+6/9
Room EQ Wizard - приложение Java, предназначенное для анализа акустических параметров помещения и получения данных, необходимых для коррекции его частотных характеристик	5+6/10
Генератор цифровых сигналов Altor Audio JK GEN 384-12	5+6/12
SanDisk разработала карту памяти Extreme PRO® SDSDXP-512G, вмещающую 512 Гб	5+6/12
Asus выпустила Xonar Essence STX II / STX II 7.1 - второе поколение звуковых карт под PCI Express класса Hi-End	5+6/13
Аудиофильские плеер OPPO BDP-105D, изодинамические наушники OPPO Digital PM-1 и усилитель OPPO HA-1	5+6/14
Sony разработала профессиональные наушники с полосой воспроизводимых частот до 100 кГц - MDR-Z7 и MDR-1ADAC/S	5+6/15
New Japan Radio Co. расширила серию MUSES аудиофильских ОУ биоплярным спаренным низковольтным Rail-to-Rail ОУ MUSES8832	5+6/16
0,7 доллара США и размеры 3 x 3 x 0,85 мм - вот что «выливается» новейший чип Si2151 аналогового и цифрового эфирного и кабельного ТВ тюнера	5+6/16
Высококачественный дифференциальный усилитель Texas Instruments LMH3401	5+6/16
Mini-Circuits представила новые ультраширокополосные усилители GVA-123+ с частотным диапазоном до 12 ГГц	5+6/17
FTDI представила новую ИС FT4222H полноценного моста High/Full Speed USB2.0-to-Quad SPI/PC	5+6/17
Мощные ВЧ транзисторы Freescale Semiconductor MRF6V6P5300NR1 и MRF6V6P5300GNR1 не боятся высокого КСВ	5+6/17
Электронный аппаратный журнал DXtreme Station Log - Multimedia Edition™ фирмы DXtreme	5+6/17
Новый трансивер FT-991 фирмы Yaesu	5+6/18

Wi-Fi, GSM, GPS, мобильная связь, гаджеты, ГГц

Устройство Incanet для доступа в интернет из салона автомобиля поддерживает технологию агрегирования интернет-каналов	1/18
«Билайн» начала оказание услуг беспроводного широкополосного доступа на базе технологии LTE (4G)	1/18
Самый маленький в мире сотовый телефон Willcom Phone Strap 2 ровно в 4 раза меньше «Яблочного»	1/19
Wi-Fi бустер HyperLink HA2425T обеспечивает в антенне 25 Вт, а параболическая сетчатая Wi-Fi антенна HG2430G имеет коэффициент усиления 30 дБ	1/19
Wi-Fi модуль eSoniaL ECR19D01 размерами 8x8x1,5 мм	1/21
Чипсет Quantenna QSR1000 поддерживает технологию передачи данных одновременно по четырем каналам Wi-Fi MIMO 4x4	1/21
Дешевый однокристальный приемопередатчик Hope RF RFM63W для диапазонов 863-870, 902-928 и 950-960 МГц	1/22
Под Android-ом посредством приложения EveryCircuit теперь тоже можно проводить более-менее подробный анализ не слишком сложных электронных схем	2/5
Усовершенствованный Walkie Talkie передатчик Сиджефа Веровена FM Exciter с расширенным звуковым диапазоном от 20 Гц до 100 кГц	2/20
Джим Рой разработал первый в своем роде недорогой сверхточный частотомер, а также внешний GPS-модуль к нему, которые в совокупности обеспечивают точность измерения частоты и периода на «атомном» уровне ±3 · 10 ⁻¹¹	2/24
«Умный» велосипедный замок Skylock с управлением по Bluetooth или Wi-Fi не только блокирует ваш велосипед от кражи, но даже сообщит в ближайшую станцию скорой помощи в случае неудачного падения	3/13
Ученые из Массачусетского технологического института в сотрудничестве с инженерами NASA разработали технологию лазерной связи Lunar Laser Communication Demonstration, которая позволяет на высокой скорости передавать с Земли на Луну большие объемы данных	4/7
Alcatel-Lucent передала по стандартным телефонным проводам данные со скоростью 10 Гб/с (G.fast) 4/7	
Гибридный модем EnVerv EV8600 обеспечивает передачу данных как по электропроводке, так и беспроводному каналу	4/8
MicroCHIPS разработала электронный контрацептив для женщин, который можно включать и отключать, используя беспроводную связь	4/12
Система С. Полозова для охраны движущихся объектов со спутниковым слежением за координатами и приемо-передатчик сообщений по каналу мобильной связи	4/26
Изготовление спирально-вибраторной (СВ) антенны для сотовой связи и направленной СВ антенны для радиосвязи, общие рекомендации по эксплуатации СВ антенн	4/41

Радиостория, радиовещание

Первые сеансы коротковолновой радиосвязи в Арктике	1/2, 2/2
Памяти Рэн Долби	1/46
Ученье, изобретатели и предприниматели - основоположники радио	3/2
От RA58 до UTUZA	3/56
100 лет регенеративному радиоприемнику и другие радиозобретения Эдвина Армстронга	4/2
Профессиональный FM-стерео кодер Джорджа Адамидиса на основе прямых цифровых синтезаторов (DDS)	4/23
ПАО «НИИ ЭМПГ» - 55 лет	5+6/2

Академическая хроника - абитуриентам

Всеукраинская студенческая олимпиада по радиотехнике на базе Винницкого национального технического университета	2/52
IV Всеукраинская олимпиада по радиоэлектронике среди студентов высших учебных заведений I-II уровней аккредитации	3/45

Апрельские тезисы	2/51
-------------------------	------



С
Р
ЕМОНТ
& электронной
ТЕХНИКИ
ЕРВИС



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:

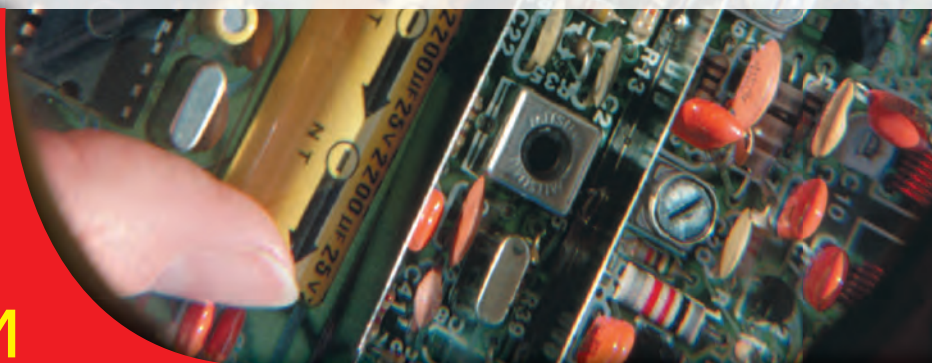
по каталогу Роспечати: на год — 82435,

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 2015 год — 3600 руб.,
на полугодие — 1800 руб.

для юридических лиц
на 2015 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» (ОАО) г. Москва.

КОРР. СЧЕТ 30101810800000000777, БИК 044585777

Материалы, опубликованные в журнале за 2014 год

Новости электронной техники № стр.

Российские ученые получили новые жидкокристаллические материалы	1	2
Transformer Book Trio от компании ASUS	1	3
LG представила линейку телевизоров ULTRA HD на CES 2014	2	2
105-дюймовый изогнутый UHD-телевизор Samsung на выставке CES 2014	2	2
Ноутбук или планшет Transformer Book Duet TD300 с двумя ОС	3	2
Intel представила беспроводную подзарядку на выставке CES 2014	3	2
Intel Edison с размерами SD-карты	3	3
Rambus разрабатывает КМОП-сенсор для камер, не нуждающихся в оптике	3	3
Найден способ резкого увеличения пропускной способности оптоволокна	3	4
Keysight Technologies унаследует бизнес электронных измерений Agilent	3	4
Первая интегральная фотонная микросхема оперирует отдельными атомами	3	6
Первая в мире сетевая розетка с USB-разъемом	3	6
Экран телефона заряжает аккумулятор	3	6
«Микрон» запустит производство микросхем 65 нм в 2014 году	4	2
Производители оборудования «ЭРА-ГЛОНАСС» получают бесплатный доступ к подсистемам тестирования	4	2
Цифровое телевидение в России перейдет на стандарт HDTV	5	2
GS E503 — первый отечественный ресивер для приема спутникового и эфирного сигнала DVB-T2	5	2
Компания Samsung Electronics презентовала новую линейку UHD телевизоров в Большом театре	5	3
В Москве состоялось главное шоу технологий страны — Consumer Electronics & Photo Expo 2014	5	4
Международная выставка «Новая электроника-2014»: события и итоги	5	5
Участники российского рынка ИТ прогнозируют его обвал на 20% в 2014 году	5	7
В Ростовской области к 2018 году будет построена сеть солнечных электростанций мощностью 80 МВт	5	7
Запуск первого частного российского спутника DX1 назначен на 19 июня	5	8
Новые 4-ядерные процессоры SoFIA от Intel будет выпускать TSMC по техпроцессу 28 нм	5	8
Итоги выставки «ЭкспоЭлектроника 2014»	6	2
Новый лидер по поставкам Ultra HD TV-панелей	6	2
34-дюймовый монитор 34UM95 и ULTRA HD-телевизор UB980 компании LG отмечены наградами TIPA	6	4
Samsung трижды удостоен национальной премии «Продукт Года 2014»	6	4
Форум SEMICON Russia достиг своего пика	6	5
84-дюймовый сенсорный дисплей ViewSonic CDE8451-TL с разрешением 4K Ultra-HD и двумя ОС	6	6
HP Elite — расширение линейки мобильных устройств бизнес-ориентированными ПК	7	2
Компания LG ELECTRONICS представила линейку бытовой техники 2014 года	7	3
Образцы 8-ядерных 28-нм процессоров Эльбрус-8С будут доступны в октябре	7	4
28-дюймовый 4K-монитор IIYAMA B2888UHSU	8	2
InfoComm 2014: Sharp представила ЖК мониторы с функцией воспроизведения видео с USB-носителей	8	2
«Умные» телевизоры на платформе Android TV превратятся в игровые консоли	8	3
Чип Ostendo создает голограммы в смартфоне	8	3
Samsung выпускает SSD-накопитель с 3D-технологией V-NAND	8	4
Altium сообщила о выходе релиза Altium Designer 14.3	8	4
Профессиональная автомобильная акустика Sony серии GS	8	5
Мини-компьютеры: шанс для российских производителей электроники?	8	6
Молодежный форум «Селигер 2014» и День донора при поддержке LG и Алексея Воеводы	8	8
LG SoundPlate LAB540W — утонченная эстетика звука	8	9
ViewSonic VG2437mc-LED — лауреат премии «Россия: лучшие из лучших 2013»	8	9
Уже в продаже первые Ultra HD телевизоры Philips серии 7000 модельного ряда 2014 года	8	10
Новый аккумуляторный элемент эффективнее литий-ионного в 7 раз	9	2
Компания Infineon купила International Rectifier за 3 млрд долларов	9	2
Любой кондиционер может стать «умным» с помощью Sensibo	9	2
Радиобраслет «Опека-04» следит за здоровьем с помощью «облачных» технологий	9	3
Открыты бактерии, питающиеся электричеством	9	3
IFA 2014: LG анонсировала мобильный проектор MiniBeam	9	4
Браслет бьет владельца током за нарушение обещаний	9	4
Зеленоградский «Элион» преобразуют в завод НИИ дальней радиосвязи	9	4
Батарея с жидкими электродами	10	2
«Умная» лампа Alba умеет следить за привычками владельца	10	2
Индукционная плита Panasonic готовит сама	10	2

Свет мой зеркальце, скажи...	10	4
Российская САПР-платформа папоCAD — наш ответ внешним санкциям	10	4
«Росэлектроника» разработала технологию производства монокристаллов карбида кремния	11	2
Быстрая зарядка и разрядка Li-Ion батарей для них не вредна	11	2
LG последней закрывает производство плазменных телевизоров и панелей	11	3
Совбез России поручил создать автономную инфраструктуру Рунета	11	3
Компания Siemens разочаровалась в солнечной энергетике	11	4
Компания LG за месяц продает годовой объем OLED телевизоров	11	4
Чердак для бутылок в любом холодильнике	11	4
Печать в одно касание с технологией NFC	12	3
В Китае заинтересовались российским YotaPhone	12	3
«Умная» ручка «Equil Smartpen 2»	12	4
LG обещает гибкие и прозрачные 60-дюймовые телевизоры	12	4

Будни сервиса

Сервис ASUS — в максимальной степени отвечать потребностям людей	4	4
Единой службе поддержки Samsung Electronics в России исполнилось 20 лет	11	5
100% сервис Samsung в масштабах всей России. Секреты внутреннего устройства сервисной сети компании Samsung Service	12	5
Посмотри на Восток, там встало солнце! Отчет о поездке в Южную Корею на завод бытовой техники LG	12	7

Телевизионная техника

Н. Елагин	Схемотехника и ремонт блока питания BN44-00428 для 3D-телевизоров SAMSUNG 7000-й серии (часть 2)	1	4
П. Потапов	Блок питания PLDG-P009A ЖК телевизоров LG, PHILIPS и SHARP с LED-подсветкой	2	3
В. Сендер	Postal programmer — «умный» программатор. USB-версия, описание и режимы I ² C EEPROM, SPI-FLASH	3	7
Н. Елагин	Телевизоры SONY BRAVIA на основе шасси AZ1-A. Конструкция, схемотехника, сервисный и диагностический режимы (часть 1)	4	5
Н. Елагин	Телевизоры SONY BRAVIA на основе шасси AZ1-A. Конструкция, схемотехника, сервисный и диагностический режимы (часть 2)	5	9
Д. Финкевич	Postal programmer — «умный» программатор. Восстановление программного обеспечения ЖК телевизоров на основе процессоров семейства MICRONAS VCT49xx на примере «Horizont 32LCD825»	5	11
П. Потапов	ЖК телевизоры SONY BRAVIA на шасси AZ-1A. Ремонт системы питания	6	7
В. Ершова	Postal programmer — «умный» программатор. Работа с гамма-корректором MAX96XX и контроллером клавиатуры ноутбуков KB9012	7	6
Н. Елагин	Самодиагностика и проверка блоков питания ЖК телевизоров LG с LED-подсветкой 2012 года выпуска	7	11
П. Потапов	Блоки питания PLDG-P005A и PLDE-P007A ЖК телевизоров LG и PHILIPS с краевой LED подсветкой	8	11
А. Конягин	LED-драйверы задней подсветки ЖК панелей. Схемотехника на примере ИМС ADD5201	9	5
Г. Романов	Схемотехника и ремонт ЖК телевизоров с LED подсветкой «Haier LE39M600SF/LE46M600SF/LE50M600SF»	10	5
Н. Елагин	Схемотехника, конструктивные особенности и сервисный режим ЖК телевизоров SAMSUNG на шасси GBP23/26/32/37/40xxx. Модели ТВ SAMSUNG: LE23R86/87/88BD, LE26R86BD, LE32R86BD, LE37R86BD, LE40R86BD	11	7
В. Ершова	Postal programmer — «умный» программатор. Прошивка ТВ процессоров фирмы MStar и восстановление ПО на практических примерах	12	9
П. Потапов	Система питания ТВ шасси SAMSUNG GBP23/26/32/37/40xxx (часть 1). Схемотехника и ремонт блоков питания BN44-00157A, BN44-00158A, BN44-00167B и BN44-00191A	12	13

Видеотехника

Ю. Петропавловский	Особенности построения и схемотехника домашних кинотеатров «Philips HTS-5110/5120»	1	10
В. Федоров	Устройство и ремонт цифровых КТВ приемников SAMSUNG серии DCB-P850	2	13
Ю. Петропавловский	Применяемость механизмов и БВГ в цифровых видеокамерах SONY высокого класса форматов miniDV, DVCAM, HDV. Устройство и ремонт С-механизма	4	12
В. Федоров	Устройство и ремонт цифровых СТБ ресиверов «GALAXY INNOVATIONS GI S1115/1116/125/1126» и «GLOBO (OPTICUM) 4060L CX/4160L CX»	4	22
Ю. Петропавловский	Устройство и ремонт N-механизма цифровых видеокамер SONY	6	20
В. Федоров	Устройство и ремонт цифрового эфирного DVB-T приемника «Black Diamond BD68STB»	7	14
В. Федоров	Ремонт цифровых DVB-приемников и абонентских терминалов	8	22
Ю. Петропавловский	Многоканальные цифровые HD-ресиверы «Pioneer VSX-1018AH/LX51», «Pioneer SC-LX71/LX81/LX90», «Pioneer VSX-01TXH/03TXH/9130TXH» и «Pioneer SC-05/07/09TX». Форматы многоканального цифрового звука и особенности усилителей класса D фирмы ICerpower	9	11
В. Федоров	Ресиверы для приема ТРИКОЛОП ТВ. Устройство и ремонт цифровых СТБ приемников DRE-4500/DRS-4500	10	18
Ю. Петропавловский	Многоканальные цифровые HD-ресиверы Pioneer с цифровым интерфейсом HDMI (часть 1). Схемотехника звуковых трактов моделей VSX-LX50/60/70, VSX 91TXH, VSX9120TXH	11	18
Ю. Петропавловский	Многоканальные цифровые HD-ресиверы Pioneer с цифровым интерфейсом HDMI (часть 2). Схемотехника звуковых трактов моделей VSX-LX50/60/70, VSX 91TXH, VSX9120TXH	12	24

Аудиотехника

Ю. Петропавловский	Мультиформатные AV-ресиверы Pioneer с цифровым интерфейсом HDMI. Версии интерфейса HDMI и их особенности	7	24
--------------------	--	---	----

Телефония и мобильные технологии

А. Печеровый	Ремонт планшетного компьютера «Perfeo 7777-HD/HDA»	1	19
С. Шиповский	Разборка и ремонт смартфона «Samsung S8530 Wave II»	3	13
А. Печеровый	Ремонт мобильного телефона «Samsung GT C3322» (часть 1)	7	32
А. Печеровый	Ремонт мобильного телефона «Samsung GT C3322» (часть 2)	8	32

Оргтехника

В. Печеровый	Многофункциональное устройство «HP LJ M1005 MFP». Разборка, профилактика и замена узлов (часть 1)	1	27
А. Печеровый	Программный ремонт электронной книги «Wexler Book T7008»	2	26
В. Печеровый	Многофункциональное устройство «HP LJ M1005 MFP». Разборка, профилактика и замена узлов (часть 2)	2	34
А. Печеровый	Ремонт планшетного компьютера «Samsung GT-P7500 Galaxy Tab 10.1 3G»	3	26
В. Печеровый	Ремонт многофункционального устройства «HP LJ M1005 MFP»	4	37
А. Печеровый	Ремонт электронной книги «teXet TB-772A»	5	16
В. Печеровый	Копир «Canon FC 230» — разборка, профилактика, замена узлов (часть 1)	5	24
Г. Романов	Устройство и ремонт ЖК монитора «Acer X193HQ» (часть 1)	5	31
В. Печеровый	Копир «Canon FC 230» — разборка, профилактика, замена узлов (часть 2)	6	30
Г. Романов	Устройство и ремонт ЖК монитора «Acer X193HQ» (часть 2)	6	38
А. Конягин	Схемотехника источника бесперебойного питания N-Power SVP-625	7	41
В. Печеровый	Ремонт копира «Canon FC 230» (часть 1)	8	36
В. Печеровый	Ремонт копира «Canon FC 230» (часть 2)	9	18
А. Печеровый	Ремонт планшета «Samsung GT P6800 Galaxy Tab 7.7»	9	26
В. Печеровый	Лазерный принтер «Samsung ML-1665»: разборка, профилактика, замена узлов (часть 1)	10	32
В. Печеровый	Лазерный принтер Samsung ML-1665 — разборка, профилактика, замена узлов (часть 2)	11	28
А. Конягин	Управление LED-подсветкой в ЖК мониторах Samsung	12	30
В. Печеровый	Методика заправки картриджа «Brother TN2080»	12	35

Бытовая техника

А. Седов	Электробритвы «BRAUN 5312/5314/5315/5316». Устройство, эксплуатация и возможные неисправности	1	40
А. Ростов, В. Федоров	Электронный модуль ARCADIA2 стиральных машин Hotpoint-Ariston/Indesit с 3-фазными приводными моторами (часть 1)	1	45
А. Ростов, В. Федоров	Электронный модуль ARCADIA2 стиральных машин Hotpoint-Ariston/Indesit с 3-фазными приводными моторами (часть 2)	2	44
А. Волков, В. Козаченко, А. Ростов	Электронный модуль серии DOMINO стиральных машин WHIRLPOOL (часть 1)	3	39
А. Волков, В. Козаченко, А. Ростов	Программатор TLP1506 для микросхем памяти и микроконтроллеров, использующихся в бытовой технике	4	46
А. Волков, В. Козаченко, А. Ростов	Электронный модуль серии DOMINO стиральных машин WHIRLPOOL (часть 2)	4	50
А. Волков, В. Козаченко, А. Ростов	Электронный модуль стиральных машин BOSCH серии MAXX5 (часть 1)	5	40
А. Волков, В. Козаченко, А. Ростов	Электронный модуль стиральных машин BOSCH серии MAXX5 (часть 2)	6	50
А. Седов	Микроволновая печь с электронным управлением «LG VS-2042G»	7	47
А. Ростов	Микроконтроллеры Freescale для бытовой техники. Отладочный интерфейс BDM	8	45
В. Ершова	Postal programmer — «умный» программатор. Работа с 8-битными микроконтроллерами ATmega, ATtiny фирмы Atmel и примеры подключения к модулям стиральных машин	8	51
А. Ростов	Системы управления современных мультиварок. Схемотехника и типовые неисправности	9	38
В. Гринченко, А. Ростов	Электронные модули стиральных машин с прямым приводом барабана серии «LG F**68*D(P)» (часть 1)	10	43
В. Гринченко, А. Ростов	Электронные модули стиральных машин с прямым приводом барабана серии «LG F**68*D(P)» (часть 2)	11	35
В. Гринченко, А. Ростов	Электронный модуль стиральных машин «DAEWOO DWD-M8011/8021»	12	44

Автоэлектроника

Н. Пчелинцев	Электрооборудование автомобиля Nissan Juke	2	51
Н. Пчелинцев	Системные тестеры Bosch KTS: более 25 лет на службе автосервисов	3	45
Н. Пчелинцев	Автоэлектроника КНР. Обзор ЭСУД Delphi MT-20U на примере автомобиля BYD F3	4	53
Н. Пчелинцев	Автомобиль LADA KALINA 2 с автоматической коробкой передач. Особенности работы ЭСУД с контроллером M74 (часть 1)	5	45
Н. Пчелинцев	Автомобиль LADA KALINA 2 с автоматической коробкой передач. Особенности работы ЭСУД с контроллером M74 (часть 2)	6	55
Н. Пчелинцев	Диагностика электрооборудования автомобиля Nissan Juke и устранение типовых неисправностей	11	44

Измерительная техника. Оборудование

Хавторин И.Е.	Финалисты Best-in-Test 2014 в категории «Ручное тестирование» (Handheld portable test)	2	60
	Новая опция импульсных измерений в ручных анализаторах FieldFox	2	61
	Паяльно-ремонтная станция «Магистр»	3	46
	E5063A (опция 11) – высокоточный анализатор характеристик печатных плат для тестирования в процессе производства	3	49
	Автоматизированное решение Tektronix для отладки и тестирования оборудования на соответствие стандарту HDMI 2.0	3	49
	E5063A – недорогой анализатор цепей серии ENA, оптимизированный для тестирования ВЧ компонентов	3	49
	33600A – новые генераторы сигналов Agilent семейства Trueform с диапазоном частот 80 и 120 МГц	4	60
	Fluke Ti200, Ti300, Ti400 – новые тепловизоры с автоматической фокусировкой LaserSharp	5	55
	Fluke 106, Fluke 107 – профессиональные измерения помещаются на ладони	5	55
	M9393A – новый векторный анализатор сигналов в формате PXIe с диапазоном частот до 27 ГГц	5	56
	Паяльные станции I-CON VARIO класса Hi-tech!	5	57
	Новые двухканальные осциллографы Tektronix серий TBS1000B-EDU и TBS1000B для ВУЗов	5	57
	«Fluke 190-504» 4-канальный скопметр с полосой пропускания 500 МГц и частотой выборки 5 Гбит/с	5	58
	PPG4001 – генератор тестовых последовательностей (PPG) с поддержкой скоростей передачи до 40 Гбит/с	7	58
	Новые пробники InfiniiMax с принадлежностями QuickTip для тестирования высокоскоростных шин	7	58
	Новая линейка многофункциональных электротестеров от компании HT Italia	7	59
	B1506A – анализатор силовых полупроводниковых приборов	8	57
	Источники питания переменного тока «Agilent AC6800» мощностью от 500 до 4000 Вт	8	57
	Тестер «Rohde & Schwarz CMA180» для проверки радиостанций AM	8	58
	Тепловизоры эконо-класса «Fluke Ti90/95»	8	58
	Регистратор-анализатор показателей качества электроэнергии АКЭ-820 от компании HT Italia	9	54
	Новые анализаторы импеданса E4990A и E4991B компании Keysight Technologies	9	54
	Высоковольтные лабораторные источники питания «Актаком APS-1911/1915»	9	55
	Анализатор спектра «R&S FPS»	9	55
	Компания Keysight Technologies объявила о выпуске нового ручного тепловизора U5855A и измерителей сопротивления изоляции U1450A/60A	10	52
	КРЭТ и Rohde & Schwarz запустили в России серийное производство радиоизмерительной аппаратуры	10	54
	«CMP-1006» – токоизмерительные клещи со встроенным мультиметром	10	54
	ADS-3025 – цифровой осциллограф «карандашного» типа	11	48
	Портативный анализатор спектра RSA306 от компании Tektronix	11	48
	Лучшие в своем классе фемтоамперметры и петаомметры серии B2980A компании Keysight Technologies	11	49
	Новые измерители мощности U2040 серии X с интерфейсами USB и LAN компании Keysight Technologies	11	50
	Анализатор компонентов «Актаком АММ-3148» эконо-класса	12	53
	N5193A UXG – новый генератор сигналов с быстрой перестройкой частоты	12	53
	N9040B UXA – новый флагманский анализатор сигналов серии X компании Keysight Technologies	12	54

Компоненты и технологии

В. Федоров	Семейство однокристальных декодеров EMMA2LL для мультимедийной техники и цифровых абонентских терминалов	1	54
	Driver SBC – первое семейство нового поколения системообразующих ИС	1	59
	Портативный буферный драйвер AUIR08152S для автоэлектроники	1	60
	TOSHIBA расширяет семейство 650 В SiC-диодов с барьером Шоттки	1	60
	MCP8024 – драйвер 3-фазных бесколлекторных DC-электродвигателей	1	61
	Изолированный от окружающей среды цифровой датчик давления	1	61
	Микросхема E522.40 для защиты входных антенных систем	1	62
	Новые представители семейства LYTSwitch-4 от Power Integrations	1	62
	PAM-7Q – встраиваемый модуль GPS/QZSS-позиционирования	2	62
	SMA-B500 – ультратонкий шкальный индикатор в SMD-корпусе	2	62
Ю. Петропавловский	Перспективная продукция и драйверы светодиодов компании Linear Technology	3	51
	ZL2102 – 6 А импульсный понижающий DC/DC-конвертор с интерфейсом PMBus	3	60
	MUSES7001 – карбид-кремниевые диоды Шоттки для аудиотехники High-End	3	60
	iW620+iW1760 – новое решение для быстрого заряда мобильных гаджетов	3	62
	MH0402P – линейка высокочастотных индуктивностей типоразмера 0402	3	62
	NXP представила транзисторы в сверхмалом низкопрофильном корпусе DFN	4	60
В. Федоров	IS31FL3196, IS31FL31 – новые драйверы RGB-светодиодов	4	60
	GX6101, GX6102 – однокристальные декодеры для цифровых СТБ абонентских терминалов	5	59
	IFX81481ELV – синхронный DC/DC-контроллер с номинальным током 10 А	5	62
	88EM8189 – первый в отрасли интеллектуальный LED-контроллер для настенных диммеров	5	62
	IRG7PK35UD1PbF – сверхбыстрые 1400 В IGBT транзисторы для индукционного нагрева и мягкого переключения	6	61

	Новые ИК фотодиоды и фототранзисторы от Vishay	6	61
	MCP8063 — мощный интегральный драйвер электродвигателей для автоэлектроники	6	62
	LVDS-генераторы XpressO-ULTRA от Fox Electronics	6	62
	Датчики освещенности/приближения Murata LT 1PA01	6	62
	AUIR08152S — буферный 10 А драйвер IGBT и MOSFET	7	60
	UPD1001 — 100 Вт USB Power Delivery контроллер	7	60
	SLS 10ERE — микросхема аутентификации из семейства OPTIGA™ Trust	7	62
	Новое семейство LED-драйверов LYTSwitch-2 от Power Integrations	7	62
	IRS29831 — новый контроллер LED-драйвера со встроенным 700 В MOSFET-транзистором	8	60
	VSLB9530S — новый ИК светодиод для систем распознавания жестов	8	60
	LDC1000 — индуктивность в цифру от Texas Instruments	8	61
	X-REL Semiconductor расширяет семейство высокотемпературных транзисторов X-REL	8	61
	Новая серия транзисторов DirectFET с ультранизким сопротивлением канала	8	62
	LM43603 — 36 В 3 А DC/DC-регулятор с низким потреблением	8	62
В. Федоров	Однокристальные AVC-декодеры и криптопроцессоры фирмы NEOTION для цифровых абонентских терминалов (часть 1)	9	56
	HDC1000 — датчик относительной влажности	9	59
	BGSF1717MN26 — модуль антенного переключателя с частотой до 3,8 ГГц	9	60
	Новый набор SmartFusion2 Evaluation Kit	9	60
	NCP112x — высоковольтные контроллеры для импульсных сетевых источников	9	62
	REF20xx — двухканальные маломощные прецизионные ИОН	9	62
В. Федоров	Однокристальные AVC-декодеры и криптопроцессоры фирмы NEOTION для цифровых абонентских терминалов (часть 2)	10	55
	ACPL-302J — драйвер IGBT и силовых MOSFET с оптической изоляцией	10	62
	TPS7A16xx-Q1, TPS7A66xx-Q1, TPS7B67xx, TPS7B4250-Q1 — семейства высоковольтных LDO-стабилизаторов для автоэлектроники	10	62
В. Федоров	Однокристальные AVC-декодеры и криптопроцессоры фирмы NEOTION для цифровых абонентских терминалов (часть 3)	11	55
	IRS29831 — LEDrivr ИМС для светодиодных источников питания	11	58
	Программируемые контроллеры Freescale для беспроводного заряда устройств	11	58
	A8518 и A8519 — драйверы задней LED-подсветки небольших ЖК панелей	11	59
	ML5236 — контроллер Li-Ion аккумуляторов	11	59
	LTC6268, LTC6269 — ОУ с фемтоамперными входными токами и полосой 500 МГц	11	60
	PBSS4330PAS, PBSS5330PAS — первые транзисторы NXP с низким напряжением насыщения в корпусах DFN2020	11	60
	TPS92661-Q1 — ИМС управления для автомобильных светодиодных адаптивных фар	11	62
	AK4951 — стереозвуковой кодек для камер и диктофонов	11	62
	Ультразвуковой расходомер жидкости MAXREFDES70# работает 20 лет от батарейки размера А	12	56
	SHTC1 — цифровой датчик температуры и влажности	12	56

Схемы на вкладке

Схемы домашних кинотеатров «Philips HTS-5110/5120»	1
Принципиальные электрические схемы смартфона «Samsung S8530 Wave II»	2
Принципиальные электрические схемы источника бесперебойного питания «APC BACK-UPS RS 1000»	2
Принципиальные электрические схемы AC/DC-адаптера питания ноутбуков ASUS. Модель ADP-90SB BB (100...240 В, 1,5 А/19 В, 4,74 А)	2
Фрагменты принципиальной электрической схемы планшетного компьютера «Samsung GT-P7500 Galaxy Tab 10.1 3G»	3
Принципиальные электрические схемы AC/DC-адаптеров для ноутбуков ASUSTEK	3
Принципиальная электрическая схема телевизоров SONY BRAVIA на основе шасси AZ1-A	4
Принципиальная электрическая схема электронной книги «teXet TB-772A»	5
Схемы автомобильных ресиверов с 6-дисковым CD/MP3/WMA-чейнджером «Clarion PN-2940S-A/B/C/D/E/F»	5
Схемы телевизоров SONY BRAVIA на шасси AZ-1A	6
Схемы блоков питания и инверторов питания CCFL задней подсветки ЖК телевизоров Samsung Part № BN44-00200/00201/00203A	6
Принципиальная электрическая схема цифрового спутникового ресивера «Dreambox DM 7000S»	7
Принципиальная электрическая схема блока питания LGIT типа PLDK P011A (PSL-HR55-2-Med), совмещенного с LED-драйвером задней подсветки ЖК панели	7
Принципиальная электрическая и электромонтажная схемы смартфона «LG Optimus One P500» (часть 1)	8
Принципиальная электрическая и электромонтажная схемы смартфона «LG Optimus One P500» (часть 2)	9
Принципиальная электрическая схема планшета «Samsung GT-P6800 Galaxy Tab 7.7» (часть 1)	9
Принципиальная электрическая схема ЖК телевизоров с LED подсветкой «Haier LE39M600SF/LE46M600SF/LE50M600SF»	10
Принципиальная электрическая схема зарядного устройства аккумулятора D70745 для электроинструментов BOSCH	10
Принципиальная электрическая схема блока питания ЖК монитора «ACER P223W»	11
Принципиальная электрическая схема планшета «Samsung GT-P6800 Galaxy Tab 7.7» (часть 2)	11
Принципиальная электрическая схема ЖК телевизоров SAMSUNG на шасси GBP23/26/32/37/40xxx	
Модели ТВ SAMSUNG: LE23R86/87/88BD, LE26R86BD, LE32R86BD, LE37R86BD, LE40R86BD	12

Николай Елагин (г. Зеленоград)

Самодиагностика и проверка блоков питания ЖК телевизоров LG с LED-подсветкой 2012 года выпуска

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



С каждым годом бытовая аудио- и видеотехника становится все сложнее и сложнее, в связи с чем, в случае неисправности, на ее диагностику и ремонт уходит все больше времени. Для того чтобы облегчить жизнь ремонтникам, разработчики все чаще встраивают в устройства средства самодиагностики, которые автоматически фиксируют сбои (неисправности) и с помощью индикации сообщают о неисправном узле. Во всех современных ЖК телевизорах имеется такая система, в том числе и в телевизорах LG. Индикатором ошибок в них служит светодиодный индикатор режима работы «рабочий/дежурный», который при неисправности какого либо узла ТВ мигает определенное число раз, соответствующее неисправному узлу. Но инженеры LG пошли в этом направлении еще дальше, они снабдили подобным индикатором самый проблемный узел в любом ТВ — блок питания. Об этом и пойдет речь в данной статье.

Обзор телевизоров LG 2012 года выпуска

В 2012 году компания LG выпустила несколько линеек (серий) ЖК телевизоров со светодиодной (LED) подсветкой панелей. Приведем их основные особенности, начиная с флагманских и заканчивая бюджетными моделями телевизоров.

Телевизоры LG LM9600/LM960V NANO LED

Флагманские ЖК LED-модели компании LG доступны в серии LM9600 с фирменной технологией подсветки Nano LED (фильтр с отверстиями размером 10^{-9} м), что позволило сделать очень тонкий телевизор с точной системой локального затемнения ЖК панели.

Особенности телевизоров LG LM9600 / LM960V:

- Подсветка Nano Full LED.
- Дизайн без рамки (Borderless).
- Smart TV.
- Cinema 3D.
- Двухядерный процессор.
- Голосовой пульт Magic Remote Voice.
- Встроенная поддержка Wi-Fi и WiDi.
- Обновление изображения с частотой 1000/1200 Гц.
- 4K-разрешение у 84-дюймовых моделей.

В США телевизоры LG LM9600 были доступны с экранами 47, 55 и 84 дюймов под обозначениями

47LM9600, 55LM9600 и 84LM9600, а в Европе — 47LM960V, 55LM960V и 84LM960V.

Телевизоры LG LM8600/LM860V

Чуть доступнее по стоимости модели из серии LM8600/LM860V, которые выполнены с использованием подсветки LED Plus вместо технологии Nano LED. В остальном они идентичны флагманским моделям. Это модели 47LM8600 и 55LM8600 для США и 42LM860V, 47LM860V и 55LM860V — для Европы.

Телевизоры LG LM7600/LM760T

Ступенькой ниже в модельном ряду 2012 года расположились телевизоры LG серии LM7600. Здесь уже нет двухядерного процессора, но у LG LM7600 остался безрамочный дизайн, поддержка технологий Cinema 3D и Smart TV. Сохранились и все вышеназванные технологии, только частота обновления изображения уменьшилась до 800/960 Гц.

В США серия LG LM7600 была доступна с экранами 47 и 55 дюймов под обозначениями 47LM7600 и 55LM7600, а в Европе — с экранами в 42, 47 и 55 дюймов под обозначениями 42LM760T, 47LM760T и 55LM760T.

Телевизоры LG LM6700/LM670T

Это следующая ступенька модельного ряда 2012 года. Телевизоры LG LM6700 / LM670T имеют функционал предыдущей серии, за исключением частоты обновления изображения, она уменьшена до 400/480 Гц.

В США телевизоры LG серии LM6700 были доступны с панелями 47 и 55 дюймов под обозначениями 47LM6700 и 55LM6700, в Европе — 42, 47 и 55 дюймов под обозначениями 42LM670T, 47LM670T и 55LM670T.

Телевизоры LG LM6200/LM620T

В ЖК телевизорах LG этой серии, по сравнению с предыдущей, присутствует только интерфейс Wi-Fi, а частота обновления изображения снижена до 200/240 Гц.

В США серия LM6200 от LG была доступна с экранами 42, 47, 55 и 65 дюймов под обозначениями 42LM6200, 47LM6200, 55LM6200 и 65LM6200. Европейские варианты LM620T были доступны с 42-, 47- и 55-дюймовыми экранами — модели 42LM620T, 47LM620T и 55LM620T.

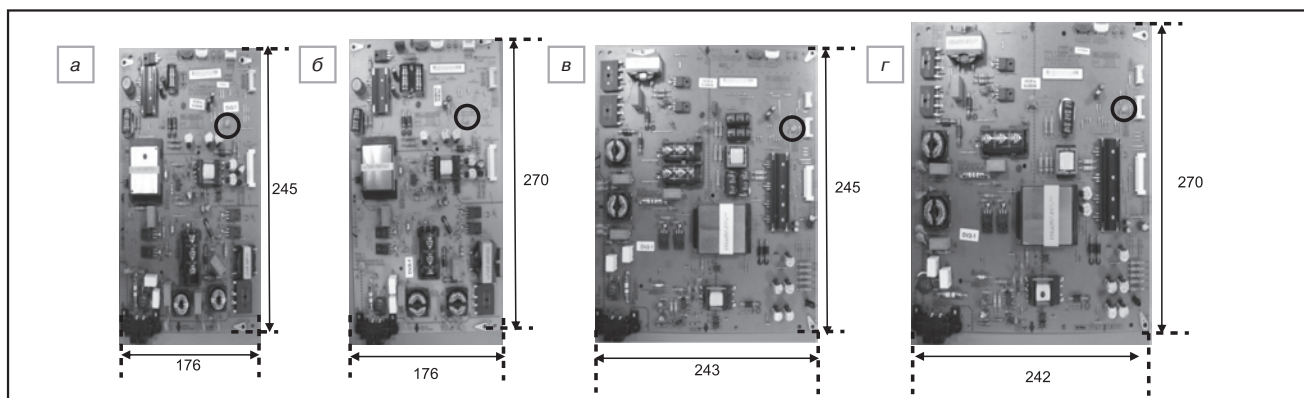


Рис. 1. Типы блоков питания в LED-телевизорах LG 2012 года выпуска

Бюджетные LED-телевизоры LG 2012 года

Это модели LS5700, LS4600, LS3500 и LS3400 без поддержки технологии Cinema 3D.

Типы и применяемость блоков питания

В LED-телевизорах LG 2012 года выпуска, в зависимости от типа подсветки (краевая, локальная, 6 или 12 каналов (LED-цепочек)) и серии ТВ применяются четыре типа БП, приведенных на рис. 1. Это 6-канальные БП для ТВ Low-серий с каталожными номерами (Part. №) EAY62608901 (2P), EAY62608902 (3P) (для 42- и 47-дюймовых моделей, рис. 1а) и EAY62709001 (2P), EAY62709002 (3P) (для 55-дюймовых моделей, рис. 1б).

В телевизорах High-серий применяются более мощные 12-канальные блоки питания, а именно: Part. № EAY62512701 (2P), EAY62512702 (3P) (для 42- и 47-дюймовых моделей, рис. 1в) и Part. № EAY62512801 (2P), EAY62512802 (3P) (для 55-дюймовых моделей, рис. 1г).

Самодиагностика неисправности БП по LED-индикации

На всех вышеуказанных БП установлен LED-индикатор системы самодиагностики, который в случае неисправности самого БП, отсутствии управляющих сигналов или проблем в нагрузке, мигает определенное число раз, соответствующее неисправному узлу (см. таблицу). Место установки индикатора на платах указано на рис. 1 кружком.

На рис. 2 и 3 указаны точки для контроля выходных напряжений БП и управляющих сигналов DRV_ON и Power_ON, формируемых главной платой.

Далее рассмотрим общую методику диагностики системы питания телевизоров LG 2012 года выпуска.

Диагностики системы питания

Примечание. Эта методика не предусматривает использование принципиальной электрической схемы БП, а значит, и ремонт на компонентном уровне. Она лишь позволяет определить и заменить дефектный узел — БП, LED-линейку, главную плату, ЖК панель.

Если телевизор не включается и сетевой индикатор (рабочий/дежурный) не светится, скорее всего, неисправен блок питания. Для доступа к плате БП телевизор можно положить панелью вниз на рабочий стол, покрытый мягким материалом (поролон, пенопласт и т.д.), и открыть заднюю крышку. Подключают ТВ к бытовой сети и визуально контролируют LED-индикатор на плате БП. Если он не светится, скорее всего, не работает дежурный источник, формирующий напряжение 3,5 В, или неисправны элементы сетевого фильтра и выпрямителя. Контролируют напряжение 3,5 В в контрольных точках G, указанных на рис. 2 или 3. При отсутствии напряжения проверяют входное переменное напряжение на сетевом разъеме (внизу слева на рис. 2 и 3) и, при его наличии, выходное напряжение сетевого выпрямителя (его контролируют на диодном мосту (рис. 2 — внизу справа, рис. 3 —верху слева)). Если оно равно нулю, отключают ТВ от сети и омметром проверяют входные цепи (предохранитель, фильтры, и т.д.) и диодный мост на обрыв — топологию схемы в первичной цепи легко проследить даже без схемы, по печатной плате.

Неисправные элементы заменяют и проверяют работу БП.

Если же на выходе диодного моста есть постоянное напряжение около 300 В (при входном AC 220/50 Гц), то неисправен дежурный источник на плате БП и требуется замена этой платы целиком.

При наличии вторичного напряжения 3,5 В LED-индикатор на плате БП должен светиться, контроли-

Наименование проблемы	Количество миганий LED-индикатора
Ошибка ИМС LED-драйвера	1
Напряжение на выходе DC/DC-конвертора LED B+ OUT не в норме	2
Обрыв одной из LED-цепочек узла подсветки	3
Короткое замыкание в LED-цепочках узла подсветки	4
Нет сигнала от главной платы DRV_ON	5
Ошибка (нет) входных сигналов V-Sync или P-DIM от главной платы	6
Ошибка узла локальной подсветки	7, 8

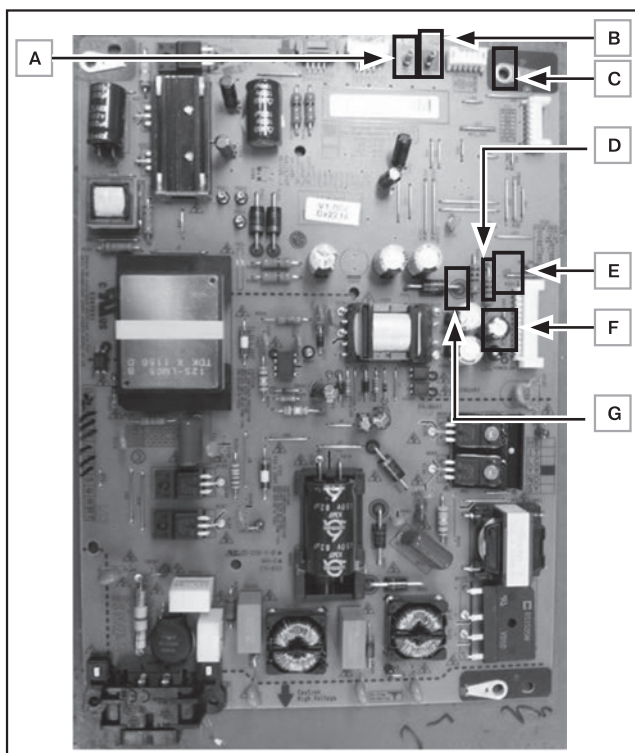


Рис. 2. Контрольные точки на плате БП Part. № EAY62608901 (42/47L-2P(3P)) (Low-модели), где: A — напряжение LED B+ OUT; B и C — GND (земля); D — 12V (12 В); E — сигнал DRV_ON (поступает с главной платы); F — 24V (24 В); G — 3.5V (3,5 В)

руют вторичные напряжения 12 и 24 В в точках D, F (рис. 2) или в точках E, F (рис. 3). Если они равны нулю, по-видимому, с главной платы не поступает сигнал Power_ON (контрольная точка H на рис. 3), активный уровень сигнала — 2,7...3,5 В. Если сигнала нет — главная плата.

Если вторичные напряжения 12 и 24 В присутствуют, но LED-индикатор мигает 5-секундными циклами по 5 раз (5 миганий в течение 5 с), значит, не приходит сигнал DRV_ON (точка E на рис. 2 и точка D на рис. 3) с главной платы, активный уровень сигнала — 2,7...3,5 В. Если же сигнал поступает, то неисправна плата БП.

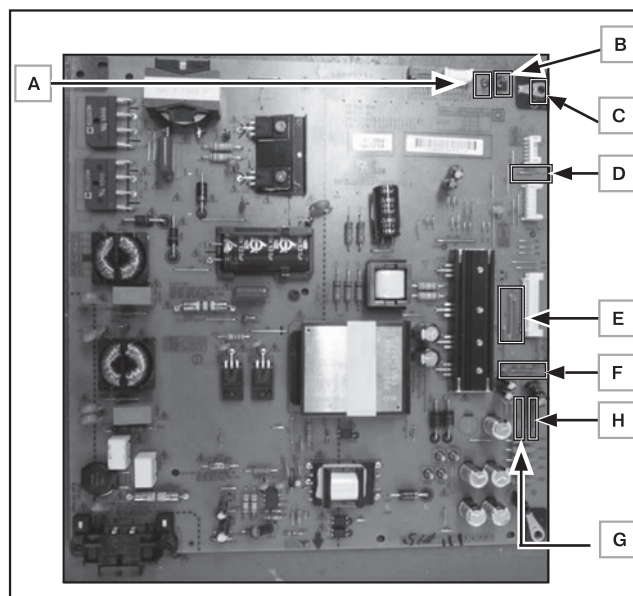


Рис. 3. Контрольные точки на плате БП Part. № EAY62512701 (42/47H-2P(3P)) (High-модели), где: A — напряжение LED B+ OUT; B и C — GND (земля); D — сигнал DRV_ON (поступает с главной платы); E — 12V (12 В); F — 24V (24 В); G — 3.5V (3,5 В); H — сигнал Power_ON (поступает с главной платы)

Если же LED-индикатор мигает другое число раз, то это означает следующее:

- 7 или 8 миганий: дефект узла подсветки. Проверяют наличие контакта в разъемах на плате БП (два разъема на верхней части платы, рис. 2 и 3) и в разъемах на ЖК панели. Если контакт есть, скорее всего, неисправен узел подсветки на ЖК панели, и ее придется полностью заменить.
- 2 мигания: нет напряжения питания LED-линеек LED B+ OUT (точка A на рис. 2 и 3, зависит от яркости подсветки, 50...120 В).
- 3 мигания: обрыв в цепи одной или нескольких LED-цепочек. Проверяют наличие контакта в разъемах на плате и ЖК панели. Если контакт есть, заменяют ЖК панель.
- 4 мигания: короткое замыкание в цепи одной или нескольких LED-цепочек. Скорее всего, придется заменить ЖК панель. ■



МИКРОСХЕМЫ ДЛЯ БЛОКОВ ПИТАНИЯ

г. Москва, ул. Гостиничная, д. 3, офис 103
тел. 8 (495) 482-09-12, 482-09-54
E-mail: unisvs@unisvs.ru
<http://www.unisvs.ru>

г. Москва, Пятницкое шоссе, 18.
ТК «Митинский радиорынок», пав. 604
тел. 8 (495) 544-58-80
E-mail: sales@unimitino.ru
<http://www.unimitino.ru>

Юрий Петропавловский (г. Таганрог)

Мультиформатные AV-ресиверы Pioneer с цифровым интерфейсом HDMI.

Версии интерфейса HDMI и их особенности

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



Оптические носители видео с многоканальным звуком класса HD появились в широкой продаже в середине «нулевых» годов, однако имеющийся в то время парк AV-ресиверов оказался не готов к приему по «цифре» видео и звука, сопровождающего записи на дисках Blue-Ray и HD DVD. Первые AV-ресиверы, пригодные для этой цели, появились в продаже в 2007 году. Pioneer была одной из первых компаний, начавших серийный выпуск ресиверов класса HD. К ряду аппаратов компании этого класса относятся модели VSX-LX50/LX60 (2007 г., внешний вид на рис. 1), VSX-91TXH/9120TXH-K (2007 г.), VSX-917 (2007 г., рис. 2), VSX-01TXH / 03TXH (2008), VSX-1018AH-K/9130TXH (2008 г., рис. 3), VSX-LX71/72/82 (2009 г., рис. 4), VSX-LX53/2020 (2010 г.), VSH-520/820 (2010 г.) и ряд других моделей.

Одной из важнейших особенностей AV-ресиверов класса HD является наличие интерфейса HDMI (High-Definition Multimedia Interface), предназначенного для соединения источников контента высокой четкости и HD звука с устройствами отображения видео (телевизоры, проекторы, мониторы) и воспроизведения многоканального звука (ресиверы). Следует отметить, что соединять источники сигналов высокой четкости и HD звука, например, накопители на жестких дисках, с устройствами отображения можно и через интерфейс USB. В этой связи нередко возникают вопросы о сравнении качества изображения и звука при различных способах соединения. Определить что лучше, HDMI- или USB-соединение, однозначно невозможно, так как кроме



Рис. 1. Внешний вид моделей VSX-LX50/LX60



Рис. 2. Внешний вид модели VSX-917



Рис. 3. Внешний вид моделей VSX-1018AH-K/9130TXH

собственно кабелей и разъемов на качество отображения оказывают существенное влияние конкретные

аппаратные и программные реализации, примененные в тех или иных комбинациях аппаратуры.

При сравнении различных способов цифровых соединений любители высококачественного звука и видео, радиолюбители и обычные пользователи нередко имеют смутное представление о характере процессов, происходящих в домашней аппаратуре. А вот вопросы, касающиеся традиционной аудиосхемотехники, свойств соединительных кабелей и тому подобные темы уже многие годы активно обсуждаются широкой публикой. В то же время особенности цифровой схемотехники домашней аппаратуры, на порядки более сложной и разнообразной, воспринимаются пользователями и заинтересованными любителями весьма упрощенно и во многих случаях неверно, на уровне — HDMI хуже (лучше) USB безотносительно к конкретным схемотехническим решениям, различным технологиям и электронным компонентам (микросхемам).

Существует и принципиальная разница при подаче цифровых HD-сигналов на устройства отображения через различные интерфейсы. Через USB возможна подача HD-контента, в основном, с различных устройств хранения информации — внешних жестких дисков, флеш-накопителей, внутренних жестких дисков компьютеров и ноутбуков и других подобных источников. Перед декодированием данные считываются с ЗУ с высокой скоростью в оперативную память декодирующих устройств, после чего начинается процесс декодирования уже с номинальной скоростью. Таким образом, соединение по USB обеспечивает воспроизведение HD-контента с достаточно большой задержкой и в общем случае не может быть использовано для подключения проигрывателей HD оптических дисков, большинства HD-видеокамер, спутниковых и кабельных тюнеров высокой четкости. Через интерфейс HDMI передаются несжатые потоки цифрового видео и звука с высокими скоростями, что



Рис. 4. Внешний вид моделей VSX- LX71/72/82

обеспечивает воспроизведение контента в реальном времени (с минимальной задержкой). Качество «картинки» и звука во многом определяется особенностями декодирующих устройств и местом их размещения в телевизорах, медиаплеерах, ресиверах, проигрывателях дисков и других устройствах.

Версии интерфейса HDMI

Инициаторами разработки интерфейса HDMI и соответствующих спецификаций были фирмы Hitachi, Matsushita (Panasonic), Philips, Sony, Thomson, Toshiba, RCA и Silicon Image, интерфейс поддерживают многие кинокомпании и операторы спутникового и кабельного телевидения. Целью создания нового интерфейса была разработка потребительского варианта цифрового интерфейса на основе существующего компьютерного интерфейса DVI с добавлением звуковых цифровых сигналов и данных управления.

Первая версия интерфейса — HDMI 1.0, разработанная в 2002 году, прошла проверку в авторизованном центре тестирования компании Silicon Image в Калифорнии в 2003 году. В последующие годы выпущены несколько новых версий и подверсий интерфейса: HDMI 1.1 (2004 г), HDMI 1.2/1.2a (2005 г), HDMI 1.3/1.3a/1.3b/1.3b1/1.3c (2006, 2007 гг), HDMI 1.4/1.4a/1.4b (2009-2011 гг.), HDMI 2.0 (2013 г). Рассматриваемые в статье модели

ресиверов Pioneer в основном удовлетворяют требованиям спецификаций версий HDMI 1.3xx, подробное описание версии 1.3a приведено в документе [1]. Отметим основные особенности различных версий интерфейса HDMI.

- HDMI 1.0 — максимальная пропускная способность составляет 4,95 Гбит/с (суммарная по RGB-компонентам), поддержка видео до 165 МПикс/с (1080/60p — UXGA), 24-разрядный цвет, поддержка 8-каналов звука (до 24-х разрядов, частота дискретизации (fs) до 192 кГц).
- HDMI 1.1 — добавлена поддержка защиты от копирования дисков DVD-Audio.
- HDMI 1.2 — добавлена поддержка передачи одноканального потокового звукового сигнала (SACD и др.).
- HDMI 1.2a — добавлена полная поддержка протокола дистанционного управления CEC (Consumer Electronic Control).
- HDMI 1.3 — увеличены максимальная частота синхронизации с 165 МГц до 340 МГц и пропускная способность с 4,95 Гбит/с до 10,2 Гбит/с, добавлена поддержка «глубокого цвета» — 30-, 36- и 48-разрядный цвет, реализована синхронизация видео и звука, добавлена поддержка новых HD-форматов сжатия звука (Dolby TrueHD, DTS-HD Master Audio), разработан новый мини-разъем типа C.

- HDMI 1.3b — введена возможность управления бытовой электроникой.
- HDMI 1.4 — добавлена поддержка разрешения 4K × 2K (3840 × 2160/24/25/30 Гц, 4096 × 2160/24 Гц), введен канал Fast Ethernet Channel (HEC). Реализован обратный звуковой канал ARC (от телевизора к ресиверам), разработан микро-разъем типа D, добавлена поддержка 3D-изображения.
- HDMI 1.4a — улучшена поддержка 3D-изображения: удвоенное разрешение для дисков Blue-ray (1080p/24 Гц), игр (720p/50/60 Гц), телевидения (1080i/50/60 Гц, 720p/50/60 Гц, 1080p/24 Гц).
- HDMI 1.4b — добавлена поддержка видео 1080p/120 Гц, увеличена пропускная способность до 15 Гбит/с.
- HDMI 2.0 — увеличена пропускная способность до 18 Гбит/с, добавлена поддержка разрешения 4 K (3840 × 2160)/50/60 Гц, добавлена поддержка 32-каналов звука, увеличена частота синхронизации звука до 1536 кГц, добавлена поддержка формата дисплеев 21:9.

Все версии интерфейса по возможностям и параметрам обратно совместимы, из чего следует, что аппаратура, выпущенная в определенное время, не поддерживает все возможности более новых версий интерфейса, принятых после даты выпуска этой аппаратуры. Рассмотрим основные инструменты, используемые при реализации интерфейса HDMI.

Протокол TMDS

Для передачи данных по интерфейсу HDMI используется последовательный формат передачи данных PanelLink, разработанный компанией Silicon Image для интерфейса DVI, использующий технологию высокоскоростной передачи цифровых потоков TMDS (Transition Minimized Differential Signaling) —

дифференциальная передача сигналов с минимизацией перепадов уровней. TMDS-передатчик отправляет последовательные дифференциальные цифровые сигналы по четырем различным линиям кабеля HDMI (витые экранированные пары): один — для тактового сигнала (Channel C), три — для цветовой RGB информации (Channel 0 — R, Channel 1 — G, Channel 2 — B). Данные передаются быстрее, чем используемая тактовая частота за счет применения ФАПЧ с умножением частоты, например для тактовой частоты 165 МГц данные могут передаваться со скоростью 1,65 Гбит/с для каждого цвета (суммарная скорость передачи 4,95 Гбит/с).

Протокол TMDS построен на минимизации числа переходов логических уровней (от «0» к «1» и наоборот), это обеспечивает более надежную передачу информации за счет меньшей чувствительности к внешним помехам, а также снижает уровень ПЭМИН (Побочные электромагнитные помехи и наводки). На рис. 5 упрощенно показан принцип перекодирования информации при переходе к TMDS.

Протокол HDCP

Система (протокол) защиты цифрового контента класса HD от копирования HDCP (High Bandwidth Digital Copy Protection) предназначена для использования совместно с цифровыми интерфейсами (HDMI, DVI и др.) и относится к техническим средствам защиты авторских прав DRM (Digital Rights Management). Протокол HDCP разработан совместными усилиями компаний Intel и Silicon Image (разработчик и производитель БИС) для внедрения в различную аппаратуру класса HD. По интерфейсу HDMI с поддержкой HDCP, кроме передачи полезной информации, происходит взаимный обмен криптографическими ключами между передатчиком и приемником, установленными на различные стороны интерфейса.



Рис. 5. Принцип перекодирования информации при переходе к TMDS

Для производителей аппаратуры получение ключей HDCP не является бесплатным, для этого необходимо обращение в организацию, ведающую распределением и учетом шифровальных ключей, коей является подконтрольная Intel компания Digital Content Protection LLC. Соискатели должны уплатить лицензионный взнос (несколько тысяч долл.) и доказать надежность защиты от взлома аппаратной части предлагаемого изделия, а также выплачивать небольшой взнос (порядка 0,5 цента) за каждое выпущенное изделие. Естественно, что аппаратные усложнения и расходы на лицензирование приводят к увеличению общей цены изделий.

Получать лицензии на HDCP производителей вынуждают различные организации и запретительные меры:

- MPAА (Motion Picture Association of America);
- AACS (Advanced Access Content System) — комплекс мер по защите контента высокой четкости сообщества провайдеров HDTV-контента;
- ICT (Image Constraint Token) — флаг в заголовке массива HD-данных, определяющий реакцию передатчика на несовместимость приемника с HDCP;
- DMCA (Digital Millennium Copyright Act) — закон США об использовании цифрового контента и другие инструменты.

Особо жестко меры по внедрению HDCP принимаются в США, там, например, давно действует запрет на продажу HDCP-

несовместимых HDTV-телевизоров с диагональю более 25 дюймов, а с лета 2013 года и более 13 дюймов. В 2012 году запрещена продажа новых HDTV-плееров с аналоговыми выходами, а с 2013 года такие аппараты оказались вообще вне закона.

Для реализации HDCP используется протокол Display Data Channel (DDC) на базе шины I²C, определяющий способ формирования и передачи команд от передатчика к приемнику и прием от него ответов. Для шины DDC предусмотрены отдельные проводники интерфейса HDMI.

Аппараты HD-класса без поддержки HDCP все же существуют, например, из рассматриваемых ресиверов Pioneer к таким относится модель VSX-917V. В этом ресивере имеются 2 HDMI-входа, TMDS-сигналы с которых поступают на 2-канальный мультиплексор с кабельный корректором на входе, выполненный на микросхеме CXB1442AR фирмы Sony, TMDS-сигналы с выходов микросхемы подаются на HDMI-выход без ответвления на какие-либо внутренние узлы ресивера. Однако недостатком такого решения является отсутствие возможности прослушивания звука, подаваемого через HDMI, для этого нужно использовать дополнительный оптический или коаксиальный звуковые входы ресивера. Фактически в этой модели TMDS-сигналы просто транслируются в исходном виде со входов HDMI IN1 или HDMI IN2 на выход HDMI OUT, а двунаправленные сигналы управления DDC в обоих направлениях проходят через специальный узел, выполненный на микросхемах TC7MB3257FK фирмы Toshiba (2-канальный мультиплексор/демультиплексор на МОП транзисторах) и PCA9515ADP фирмы NXP (репитер шины I²C). Таким образом, элементы интерфейса HDMI ресивера никак не участвуют в работе протокола

HDCP, другими словами — если источник контента является HDCP-совместимым, то и приемник (телевизор, монитор, проектор), подключенный через ресивер, должен быть также HDCP-совместимым.

Протокол CEC

Протокол CEC (Consumer Electronics Control) обеспечивает управление различной аппаратурой, подключенной через интерфейс HDMI, с помощью какого-либо одного пульта ДУ. Протокол обеспечивает также независимое от пользователя управление некоторыми функциями аппаратов, объединенных интерфейсом HDMI. Протокол (шина) CEC реализован на основе двунаправленной последовательной шины CENELEC AV link для удаленного управления приборами. Наличие шины CEC в интерфейсе HDMI, начиная с версии 1,2, обязательно, а вот поддержки его в различной аппаратуре может и не быть, существует и ряд торговых наименований протокола в аппаратуре различных производителей, например: Anynet+ (Samsung), BRAVIA Link (Sony), Kuro Link (Pioneer), VIERA Link (Panasonic), EasyLink (Philips), SimpliLink (LG) и другие.

Функции ARC и HEC

Начиная с версии HDMI 1.4, в интерфейс введены дополнительные функциональные возможности — ARC и HEC. ARC (Audio Return Channel) — обратный канал звука от телевизора к AV-ресиверу (усилителю), используется в случае, если телевизор является источником контента (эфир или кабель). Наличие ARC позволяет исключить один звуковой кабель из домашних комплектов аппаратуры. HEC (HDMI Ethernet Control) обеспечивает двустороннюю Ethernet-связь подключенных к интерфейсу аппаратов со скоростью до 100 Мбит/с, что позволяет создавать локальные домашние сети.

Соединители

Для реализации интерфейса HDMI используется несколько типов соединителей:

- *Тип А*, используется в стационарной аппаратуре, размер розетки 14 × 4,55 мм, внешний вид кабельной вилки и назначение контактов разъема приведены на рис. 6.
- *Тип В* (29 контактов), вариант двухканального интерфейса с шестью витыми парами для передачи TMDS-сигналов, используется для сигналов очень высокой четкости (4K, WQXGA и подобных).
- *Тип С* (19 контактов), для портативных устройств с вилкой размерами 10,42 × 2,42 мм, назначения контактов не полностью соответствуют назначению контактов соединителей типа А (имеются переходники и кабели А-С, С-А).
- *Тип D*, микроразъемы размерами 6,4 × 2,8 мм, похожие на микро USB, назначение контактов отличается от типов А и С.
- *Тип Е*, автомобильное исполнение разъемов с защелками, обеспечивающие высокую надежность соединений.

Кабели

Начиная с версии HDMI 1.3, кабели для интерфейса подразделяются на несколько категорий:

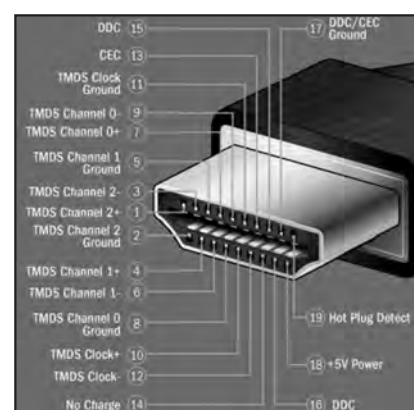


Рис. 6. Соединитель интерфейса HDMI типа А

Сравнительные параметры HDMI-приемников Silicon Image

Параметр	Sil9033	Sil9133	Sil9125	Sil9127A	Sil9135A	Sil9223A	Sil9233A
Число входных портов TMDS	2	2	2	2	2	4	4
Разрядность по цвету	8	8, 10, 12	8, 10, 12	8, 10, 12	8, 10, 12	8, 10, 12	8, 10, 12
Число портов DDC	2	2	2	2	2	4	4
f _{макс.такт} по входам TMDS	165 МГц	225 МГц	225 МГц	225 МГц	225 МГц	225 МГц	225 МГц
Число выходных видеопортов	1	1	1	1	1	1	1
f _{макс.такт} пикс. по выходу	165 МГц	165 МГц	165 МГц	165 МГц	165 МГц	165 МГц	165 МГц
Разрядность по выходу	24	36	36	36	36	36	36
Число выходных S/PDIF-портов	1	1	1	1	1	1	1
Число выходных портов I ² S	8	8	2	2	8	2	8
Число выходных портов DSD	8	8	2	нет	6	нет	8
Поддержка DTS-HD, Dolby-TrueHD	нет	нет	нет	да	да	да	да
Поддержка 3D	нет	нет	нет	нет	нет	да	да
Поддержка CEC	нет	нет	нет	да	нет	да	да
Поддержка HDCP-репитеров	да	да	нет	нет	да	нет	да
Корпус	TQFP-144	BGA-404	TQFP-144	TQFP-128	TQFP-144	TQFP-144	TQFP-144

– Категория 1 (Standard) включает кабели, тестирование которых производится на частотах в диапазоне до 75 МГц, кабели этой категории могут быть использованы для передачи ТВ сигналов с разрешением до 720p/60, 1080i/60.

– Категория 2 (High Speed) включает кабели, которые тестируются на частотах в диапазоне до 340 МГц и могут использоваться для передачи сигналов с разрешением до 1080p/60, 2160p/30. Следует отметить, что кабели категории 1 могут быть использованы и для передачи сигналов очень высокой четкости, однако соответствующие гарантированные параметры обеспечивают только кабели категории 2.

Версия HDMI 1.4 ввела следующие типы кабелей:

- стандартный кабель HDMI (категория 1);
- стандартный кабель HDMI с витой парой для Ethernet;
- автомобильный кабель HDMI;
- высокоскоростной кабель HDMI (1080p, 4K, 3D, «глубокий цвет»);
- высокоскоростной кабель HDMI с Ethernet, состоит, как правило, из четырех экранированных витых пар с волновым сопротивлением около 100 Ом и нескольких отдельных проводников (витых пар).

Изображение и звук

Передача несжатого цифрового видео и звука через интерфейс HDMI регламентируется стандартами ассоциации потребителей электроники (CEA) и альянсом электронной промышленности (EIA) EIA/CEA-861-A/B-F. Для обеспечения совместимости между различными источниками и приемниками все HDMI-устройства должны поддерживать цветовое пространство RGB (8 бит на компонент), а дополнительно — компонентное видео YCbCr в форматах 4:4:4 (8-16 бит на компонент) и 4:2:2 (8-12 бит на компонент).

Цифровой звук передается по интерфейсу HDMI в интервалах «островков данных», соответствующих периодам гашения обратного хода строчной и кадровой разверток. Обязательной является поддержка базового формата — 8 каналов несжатого ИКМ стерео с дискретизацией 16, 20 и 24 разряда и частотами дискретизации 32-192 кГц. Интерфейс также поддерживает сжатые аудиопотоки, такие как Dolby Digital, DTS, Dolby TrueHD, DTS-HD Master Audio а также до 8 каналов одноразрядных потоков DSD (SACD и др).

Элементная база

В рассматриваемых ресиверах Pioneer используются блоки HDMI, выполненные на базе микросхем компании Silicon Image: Sil9134

(передатчик), Sil9135, Sil9233 (приемники), в моделях с 3 и 4 входами HDMI дополнительно используются мультиплексоры компании Sony (CXB1442AR, CXB1443R, CXB1444R). Компания Silicon Image отметила выпуск целого ряда микросхем для HDCP-совместимых интерфейсов HDMI, используемых в самой разнообразной аппаратуре различных производителей. Сравнительные характеристики различных приемников компании приведены в таблице.

Sil9135 (2007 г.) — двухканальный приемник интерфейса HDMI с поддержкой HD-звука и «глубокого цвета». Микросхема соответствует требованиям стандартов HDMI 1.3, HDCP 1.1, DVI 1.0, ее упрощенная структура приведена на рис. 7. В состав микросхемы входят следующие основные узлы:

- два ядра TMDS-приемников (TMDS Digital Core);
- 2-канальный TMDS-мультиплексор (Port MUX);
- блок дешифрации защищенного контента (HDCP Embedded Keys, Repeater Decryption Engine, XOR Mask);
- блок управления режимами декодирования (HDMI Mode Control);
- видеопроцессор (Video Deep Color Space Converter);
- звуковой процессор (Audio Data Decode);

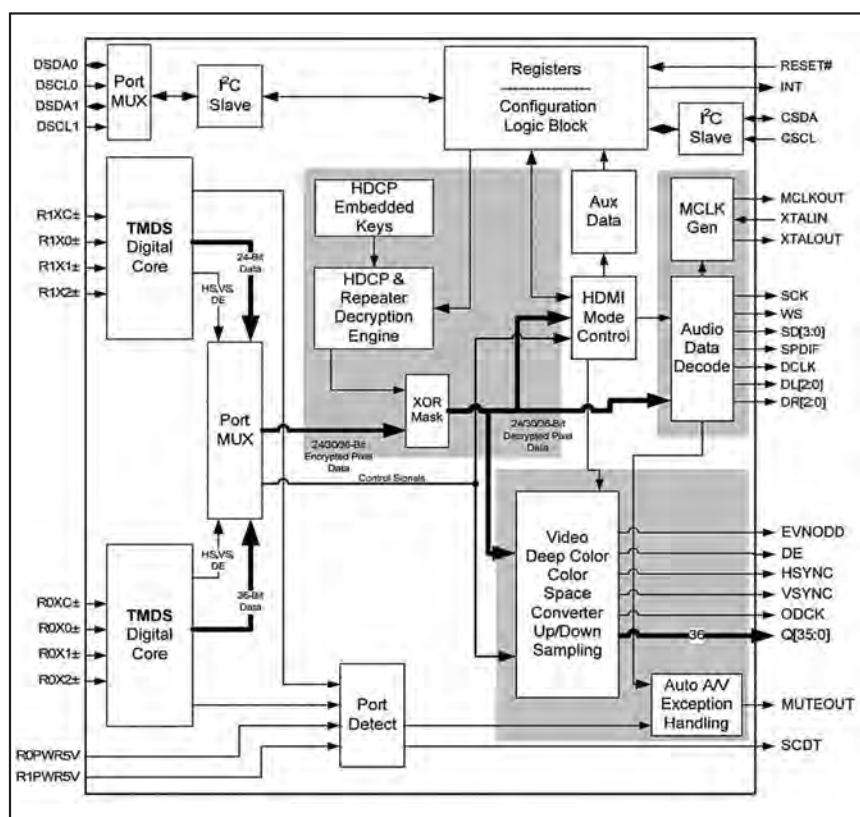


Рис. 7. Упрощенная структура ИМС Sil9135

- приемник сигналов DDC (Port Mux, I²C Slave);
- логический блок (Registers, Configuration Logic Block);
- генератор тактовых импульсов (MCLK Gen);
- схема управления входными портами (Port Detect);
- блок автораспознавания форматов звука (Auto A/V Exception Handling).

Основные особенности и параметры микросхемы:

- Компонентный цифровой видеопроцессор с поддержкой чересстрочной развертки обеспечивает: 36 бит RGB/YCbCr формата 4:4:4; 8/10/12/16/20/24 бит YCbCr формата 4:2:2; 12/15/18 бит YCbCr формата DMO 4:4:4 (Digital Multimedia Output); преобразование цветового пространства RGB в YCbCr и наоборот.
- Многоканальный цифровой процессор звука обеспечивает поддержку форматов DTS-HD и

Dolby True HD с высоким битрейтом; 4 × I²S шины (2-8 каналов с fs до 192 кГц), линию S/PDIF с ИКМ, Dolby Digital, DTS (32-192 кГц); гибкое конфигурирование I²S каналов, понижающее (2:1, 4:1) преобразование потоков с fs=96/192 кГц.

- Блок дешифрации кодовых ключей для обработки контента,

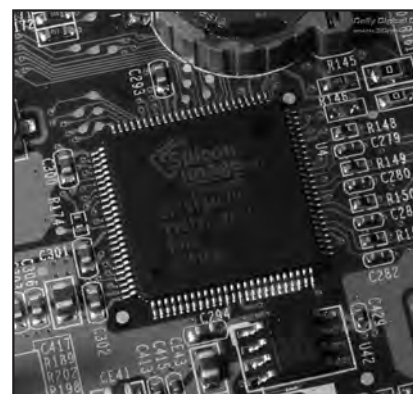


Рис. 8. Внешний вид ИМС Sil9134

защищенного от копирования системой HDCP, содержащий запрограммированные на заводе ключи высокого уровня.

- Шины питания: IOVCC33, AVC33, XTALVCC, REGVCC — 3,3 В, AVCC18, CVCC18, DVCC18 — 1,8 В, RxPWR5V — 5 В. Потребление зависит от режимов работы, используемой тактовой частоты и параметров нагрузок выходных портов. При полной нагрузке в рабочем режиме типовые токи потребления по цепи 3,3 В — от 15 мА (f_{такт}=27 МГц) до 140 мА (225 МГц), по цепи 1,8 В — от 25 мА до 400 мА соответственно.

Sil9134 (2006 г., внешний вид на рис. 8) — передатчик интерфейса HDMI с поддержкой HD-звука и «глубокого цвета». Микросхема соответствует требованиям стандар-

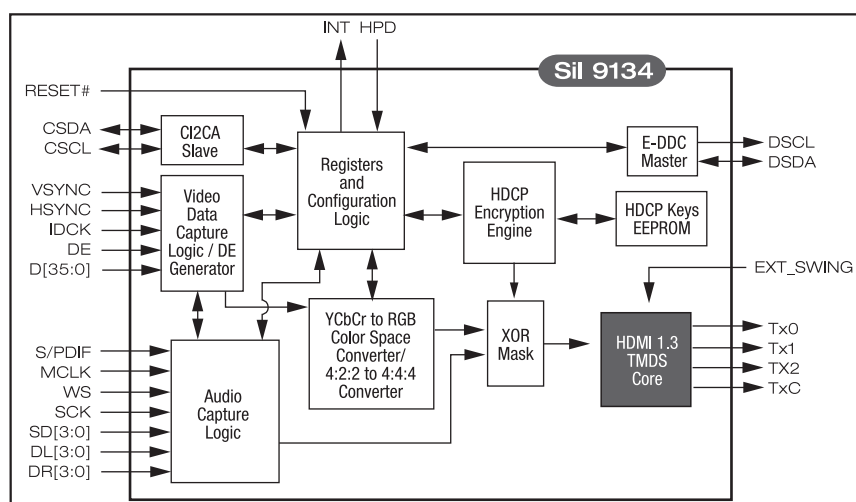


Рис. 9. Упрощенная структура ИМС Sil9134

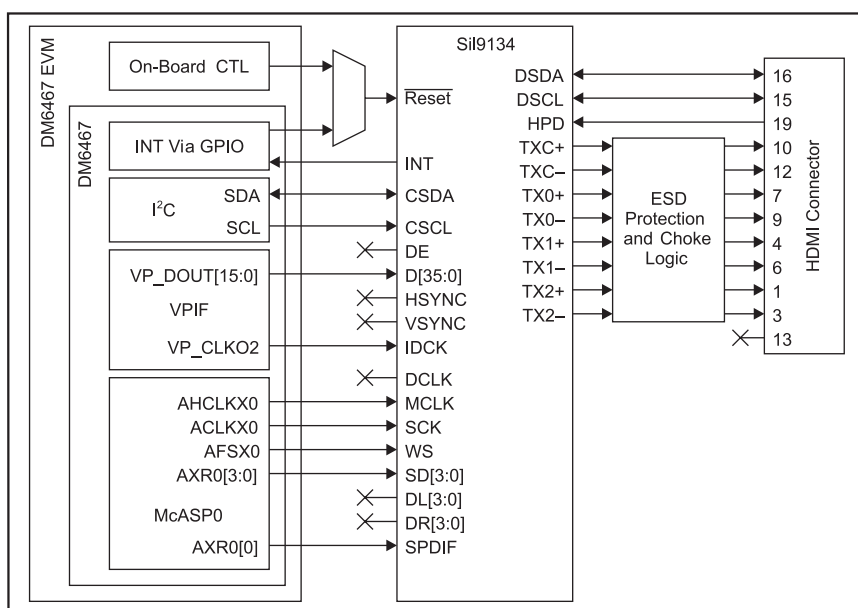


Рис. 10. Схема сопряжения БИС TMS320DM6467 с микросхемой Sil9134

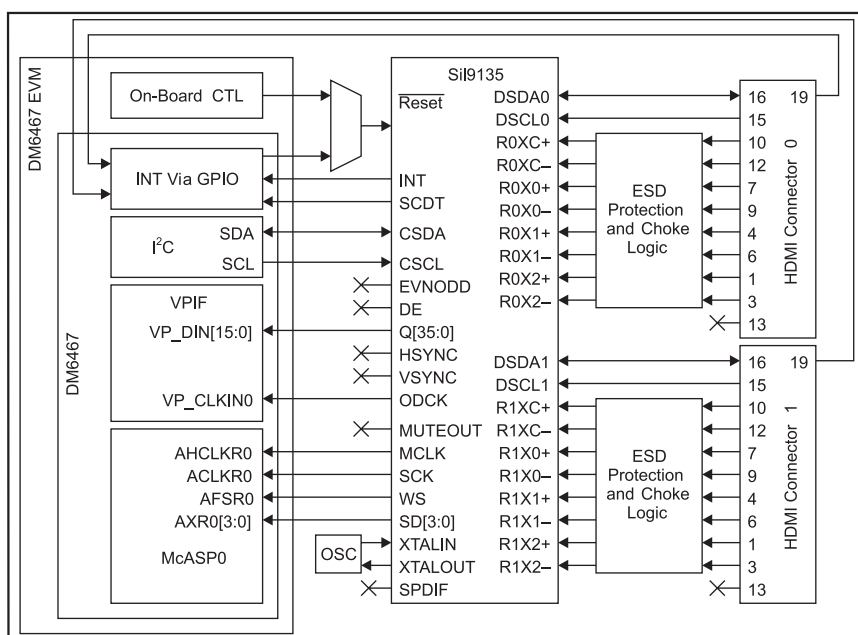


Рис. 11. Схема сопряжения БИС TMS320DM6467 с микросхемой SiI9135

тов HDMI 1.3, DVI 1.0, EIA/CEA-861D, HDCP 1.1. Упрощенная структура микросхемы приведена на рис. 9, в ее состав входят следующие основные узлы:

- порт управления (CI2CA Slave);
- блок захвата видеоданных (Video Data Capture Logic/DE Generator);
- блок захвата звука (Audio Capture Logic);

- регистры и конфигурирующая логика (Register and Configuration Logic);
- конвертор цветовых компонентов (YCbCr to RGB Color Space Converter/4:2:2 to 4:4:4 Converter);
- блок шифрования (HDCP Encryption Engine);
- шифровальная маска (XOR Mask);

- формирователь сигналов шины DDC (E-DDC Master);
- ЭСППЗУ, запрограммированное наборами ключей HDCP (HDCP Keys EEPROM);
- формирователи TMDS-сигналов (HDMI 1.3 TMDS Core).

Основные особенности и параметры микросхемы:

- Формирование TMDS-сигналов с тактовыми частотами до 225 МГц.
- Поддержка видео до 1080p/60 Гц и 720p/1080i/120 Гц.
- Гибкий видеоинтерфейс с поддержкой форматов DVD, HD MPEG 8-36 бит/RGB/YCbCr 4:4:4/4:2:2.
- Преобразование цветового пространства RGB в YCbCr и наоборот, повышающее преобразование формата 4:2:2 в 4:4:4.
- Поддержка звуковых форматов Dolby TrueHD/DTS-HD/DVD-Audio со скоростью до 24 Мбит/с через четыре I²S шины, поддержка потокового аудио DSD и SACD, до 8 каналов звука с fs=192 кГц, S/PDIF.
- Интегрированные программно-аппаратные средства шифрования контента HDCP.

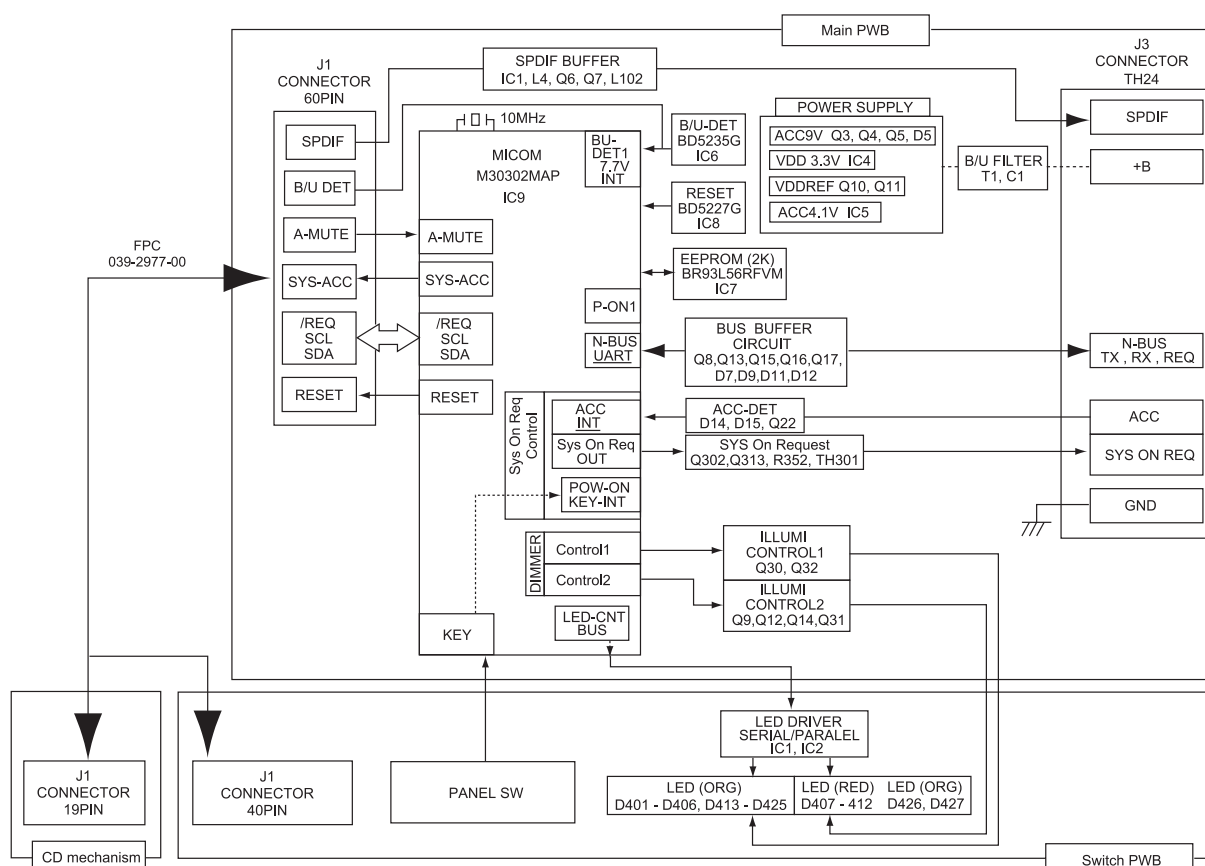
Для обеспечения функционирования микросхем используются цифровые сигнальные процессоры (DSP) различных производителей, в том числе Texas Instruments, например, в рассматриваемых моделях VSX-520/820-К применен процессор Aureus™

TMS320DA788. Для декодирования видео высокой четкости в реальном времени разработана DSP-система на кристалле DaVinci™ TMS320DM6467, схемы сопряжения этой БИС с микросхемами SiI9134, SiI9135 приведены на рис. 10, 11 [2].

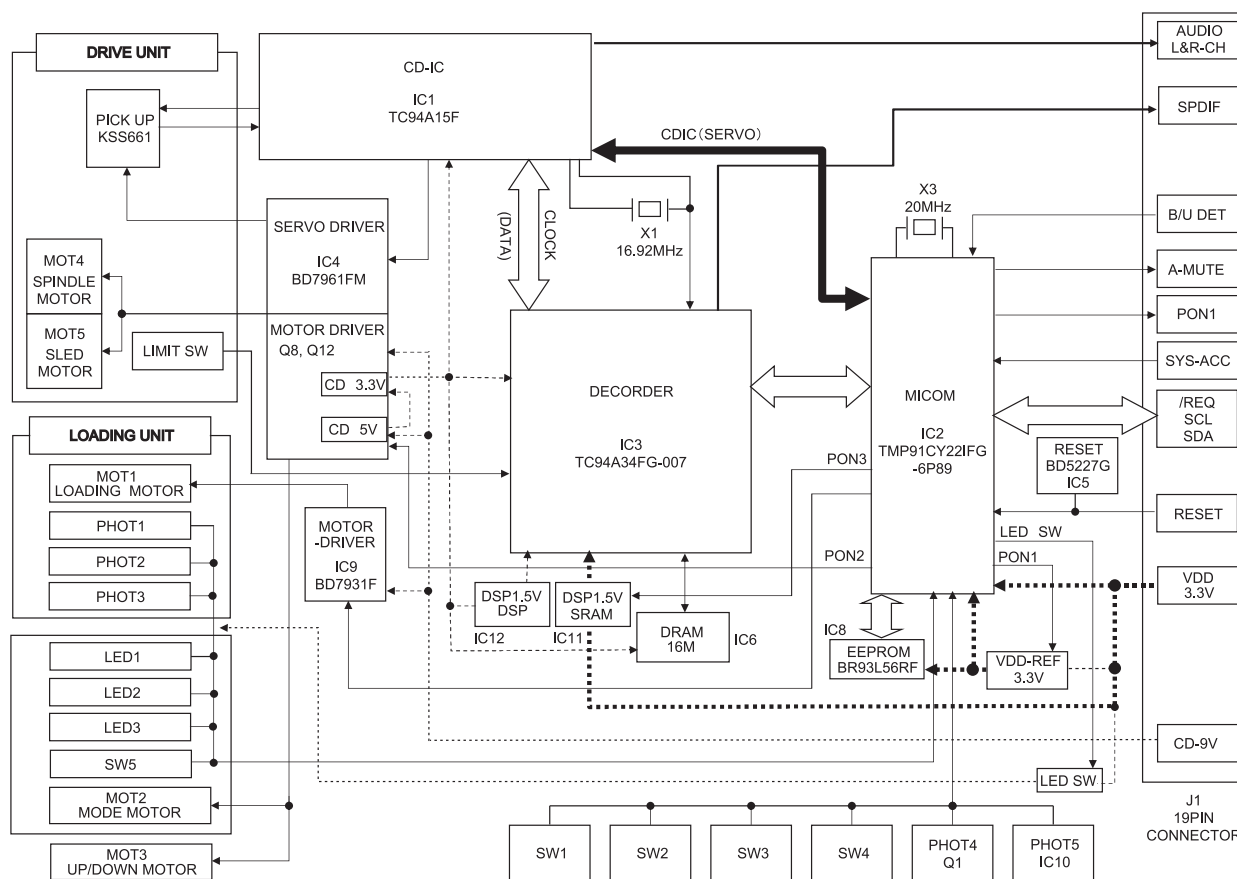
Интернет-ресурсы

1. <http://www.microprocessor.org/HDMISpecification13a.pdf>
2. <http://www.ti.com/lit/an/spraav4/spraav4.pdf>

Схемы автомобильных ресиверов с 6-дисковым CD/MP3/WMA-чейнджером «Clarion PN-2940S-A/B/C/D/E/F» (устанавливаются в автомобили RENAULT)



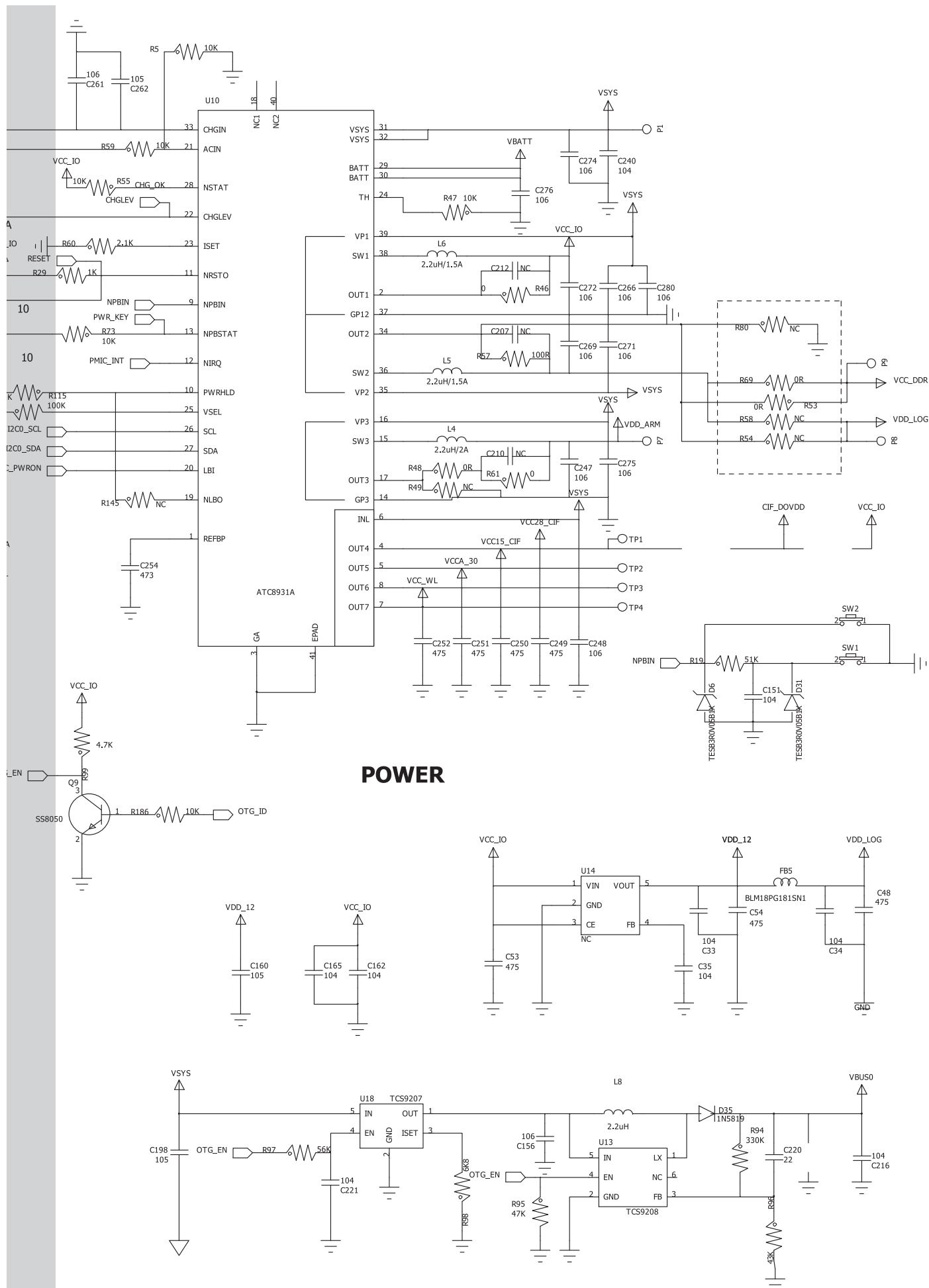
Блок-схема ресивера



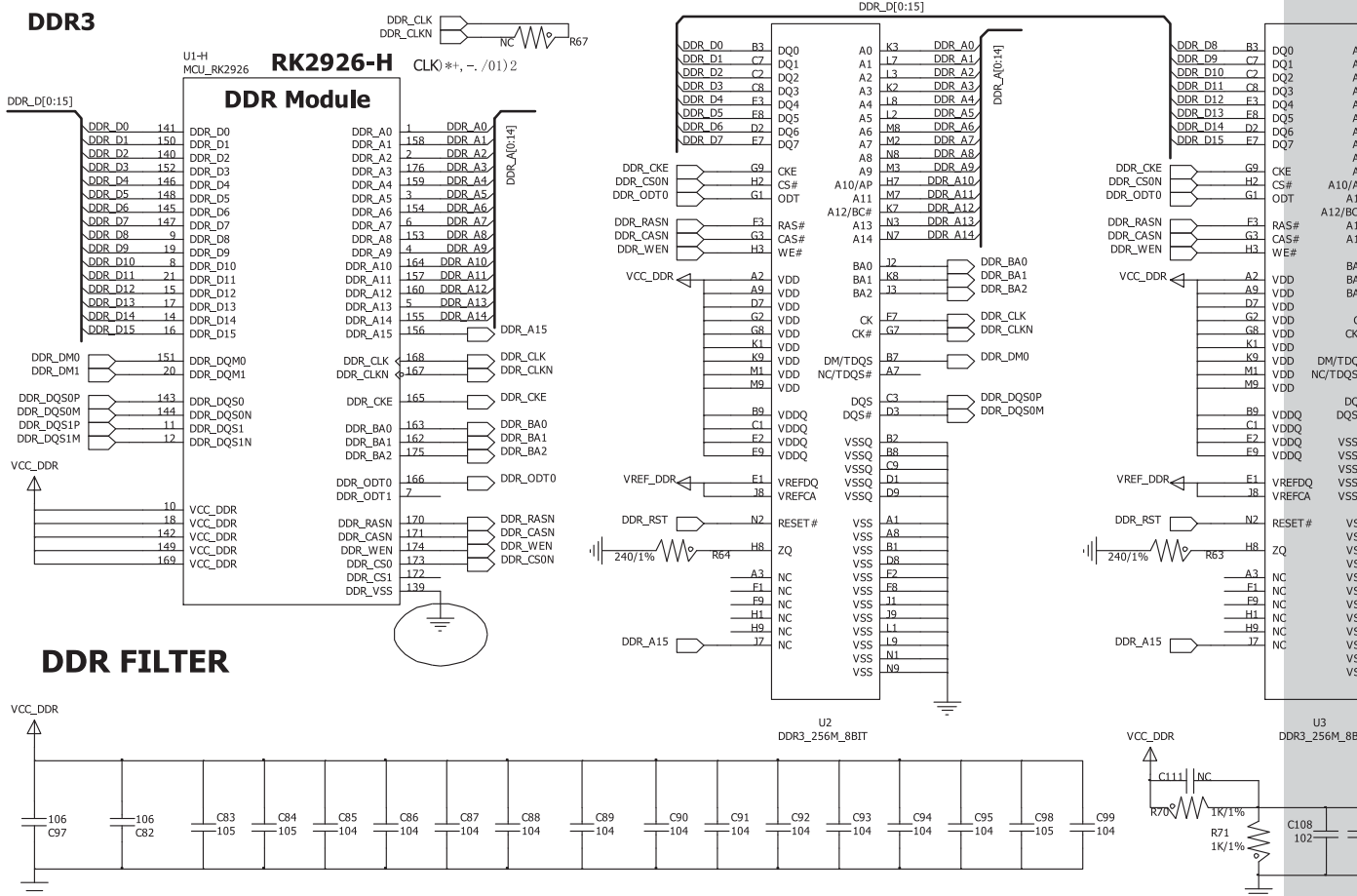
Блок-схема CD-чейнджера

В ПАПКУ РЕМОНТНИКА





DDR3



DDR FILTER

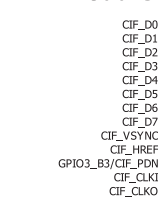
TF CARD

G-SENSOR

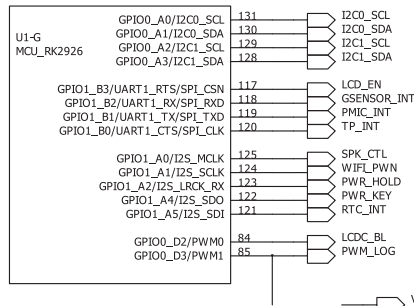
KEY

U1-B
MCU_RK2926

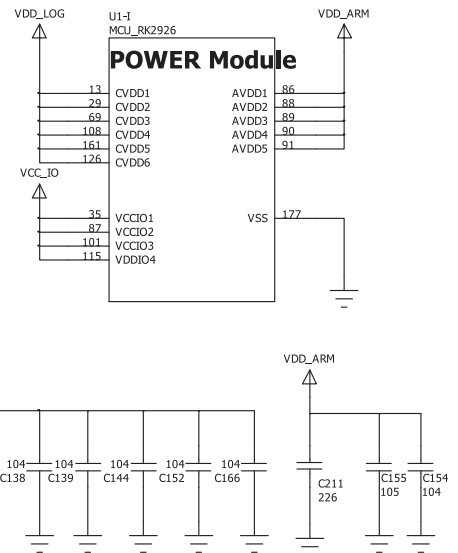
VIP Module



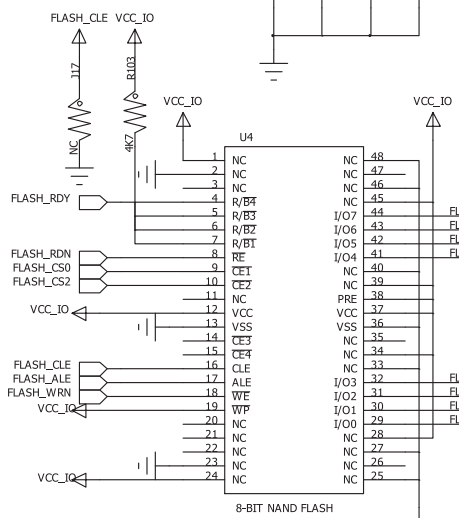
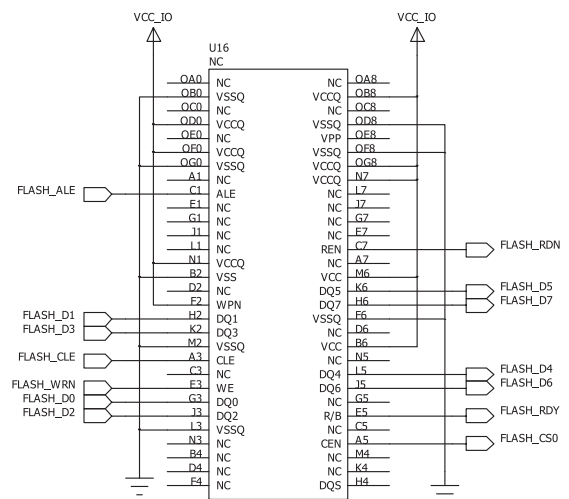
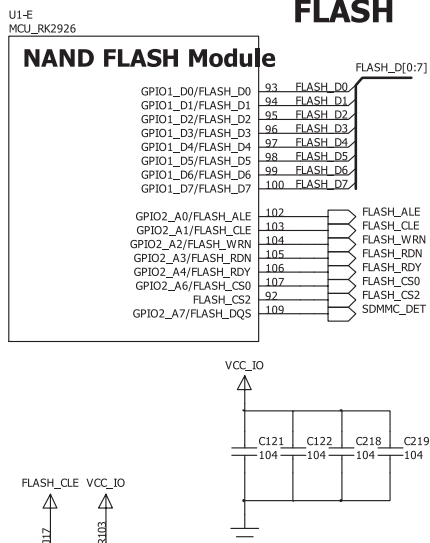
GPIO/UART/PWM I2C/I2S Module



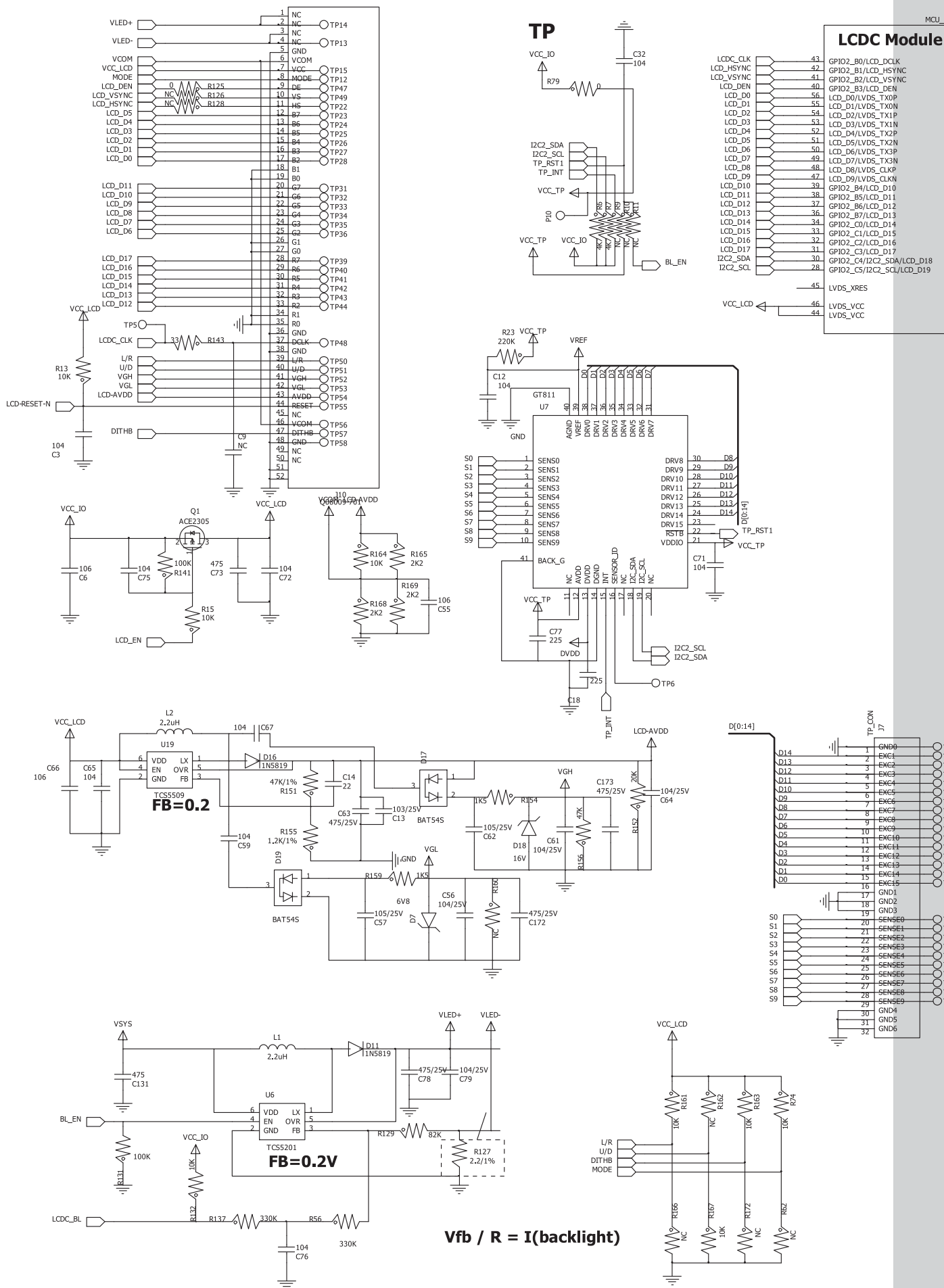
RK-POWER



FLASH

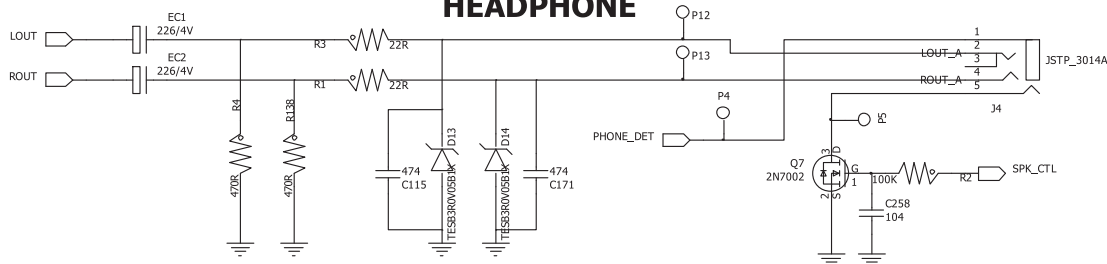


Память типа FLASH и DDR. Интерфейс карты памяти SD/MMC. G-сенсор. Кнопки панели управления

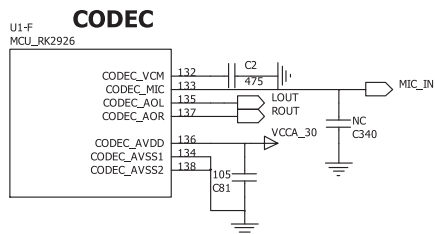




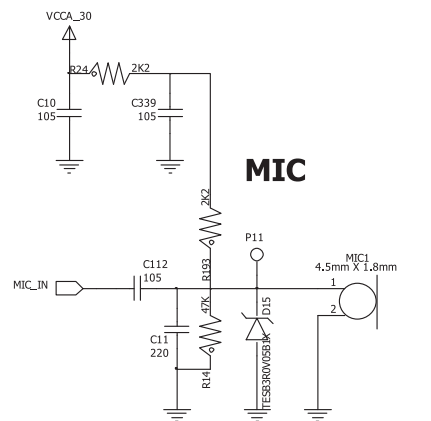
HEADPHONE



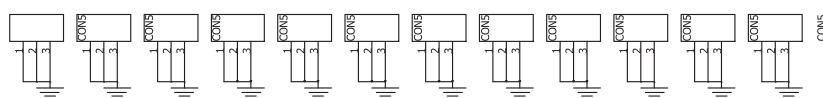
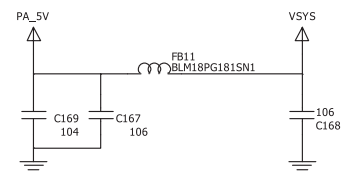
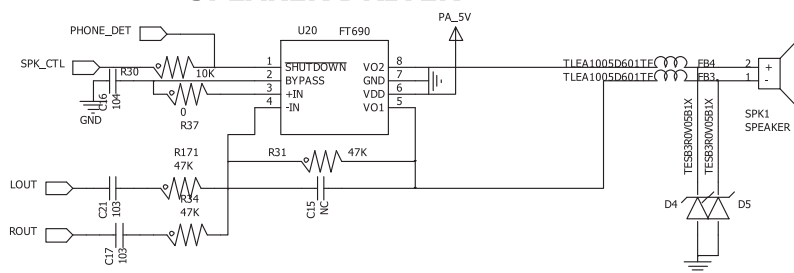
OPTION



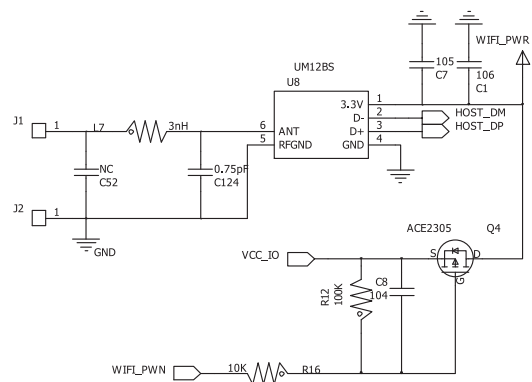
MIC



SPEAKER DRIVER



WI-FI

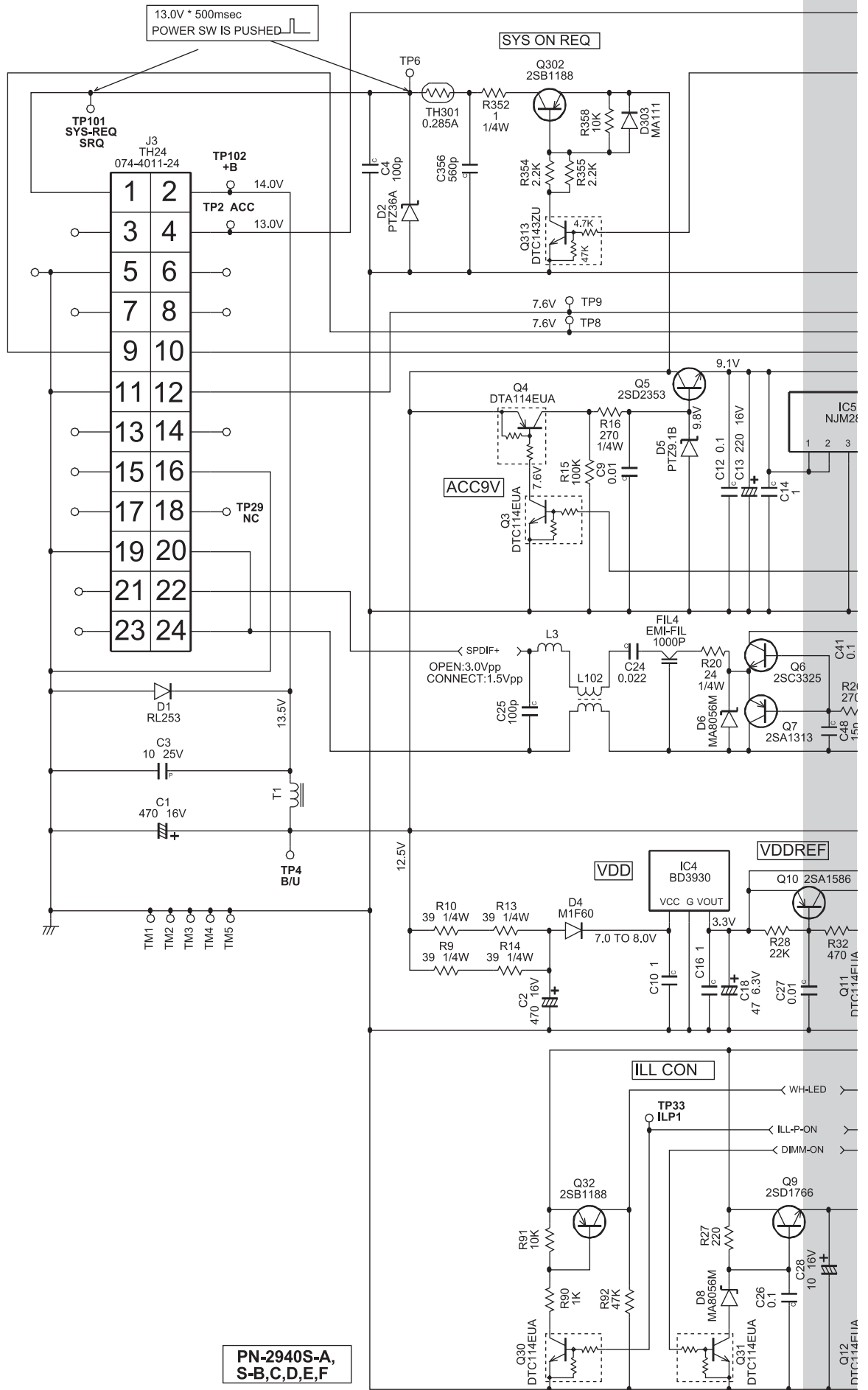


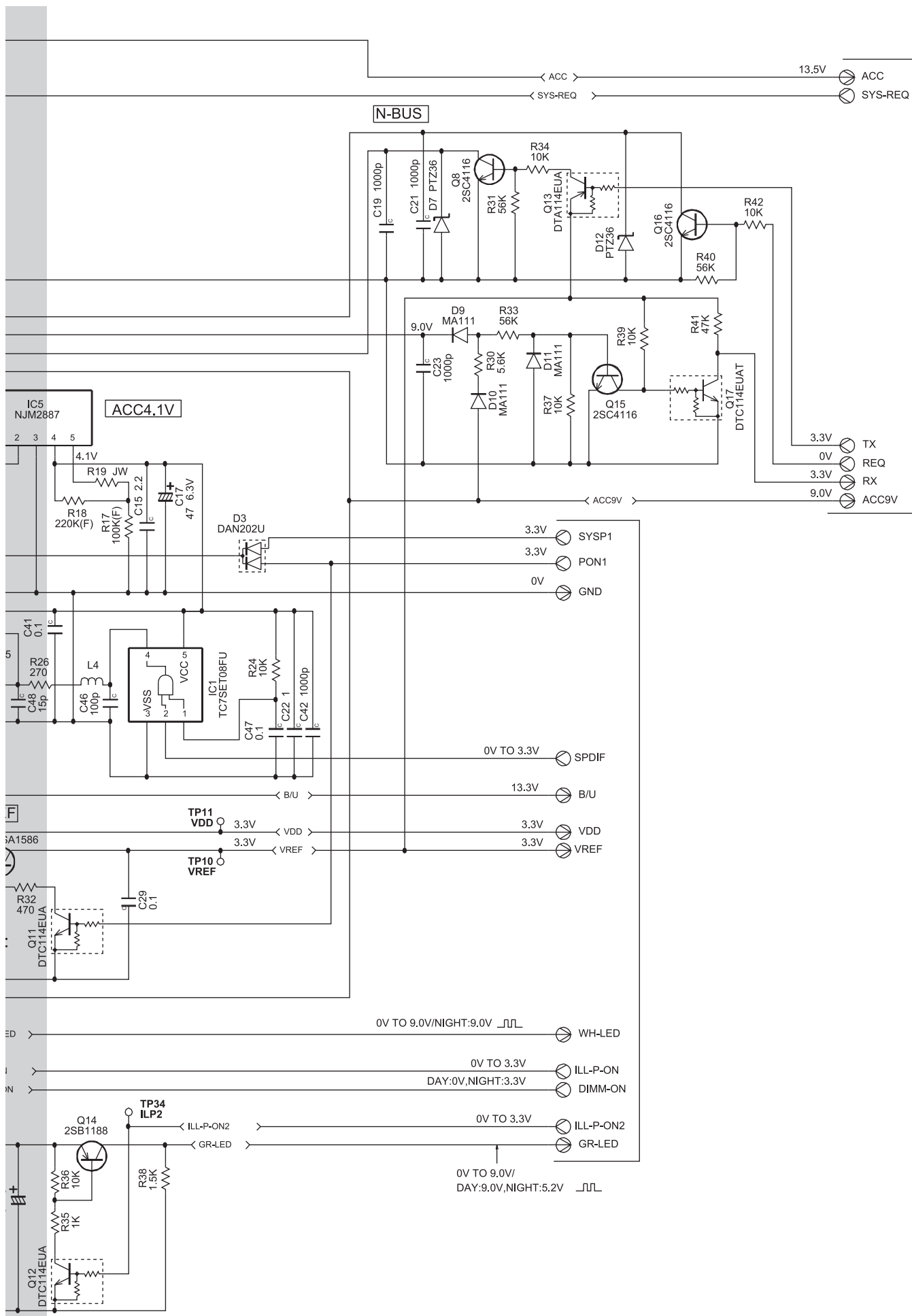
Correspondence between LCDC DATA and RGB

LCDC_D0	B2	LCDC_D9	G5
LCDC_D1	B3	LCDC_D10	G6
LCDC_D2	B4	LCDC_D11	G7
LCDC_D3	B5	LCDC_D12	R2
LCDC_D4	B6	LCDC_D13	R3
LCDC_D5	B7	LCDC_D14	R4
LCDC_D6	G2	LCDC_D15	R5
LCDC_D7	G3	LCDC_D16	R6
LCDC_D8	G4	LCDC_D17	R7

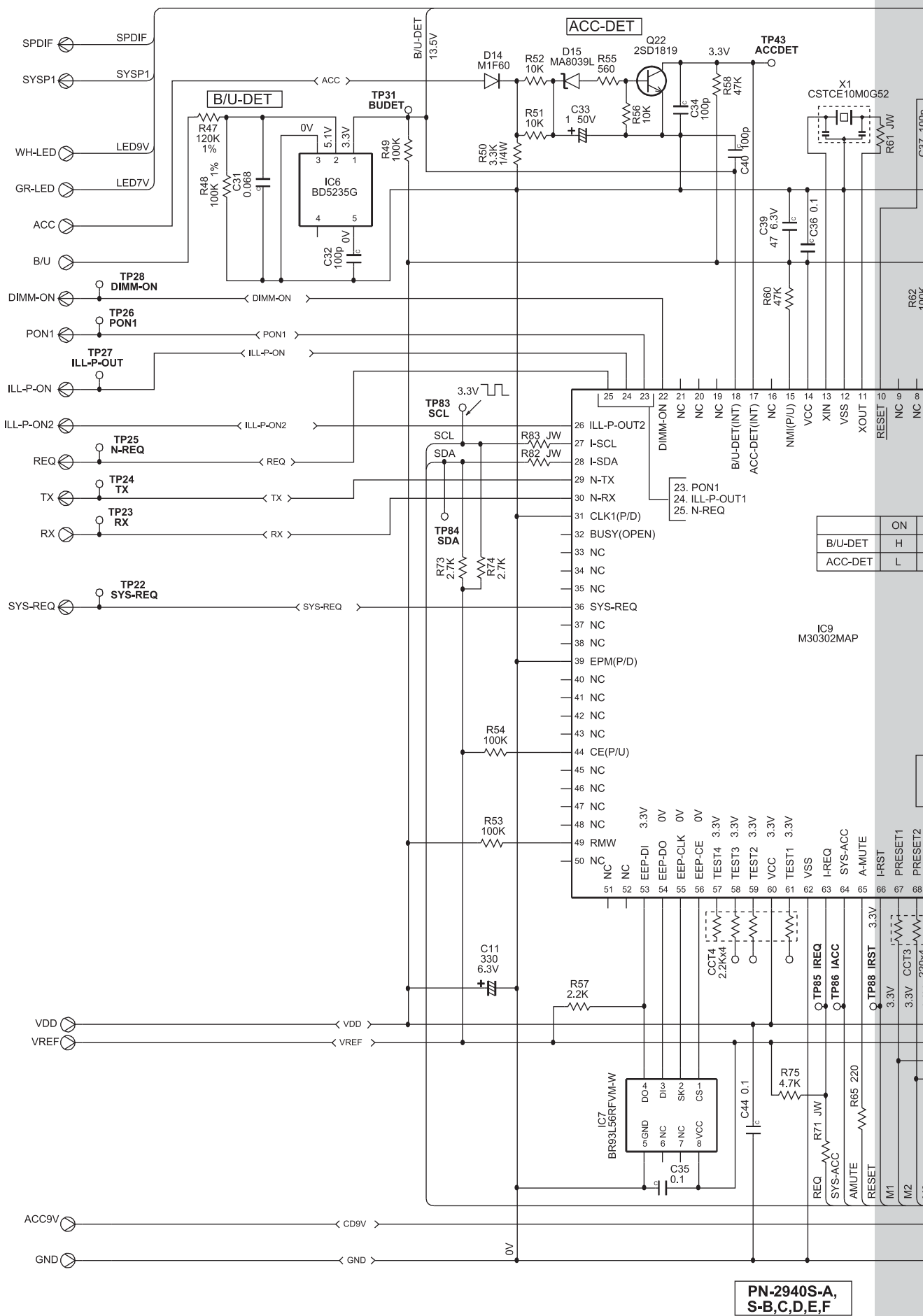
Схемы автомобильных ресиверов с 6-дисковым CD/MP3/WMA-чейнджером «Clarion PN-2940S-A/B/C/D/E/F» (продолжение)

1	SYS ON REQ
2	+B
3	N.C.
4	ACC
5	GND
6	N.C.
7	N.C.
8	N.C.
9	RX
10	TX
11	UART GND
12	REQ
13	N.C.
14	N.C.
15	N.C.
16	IR GND
17	N.C.
18	N.C.
19	SHIELD GND
20	SPDIF GND
21	N.C.
22	SPDIF SIG
23	N.C.
24	SPDIF GND





Главная плата В1 (секция 1/2)

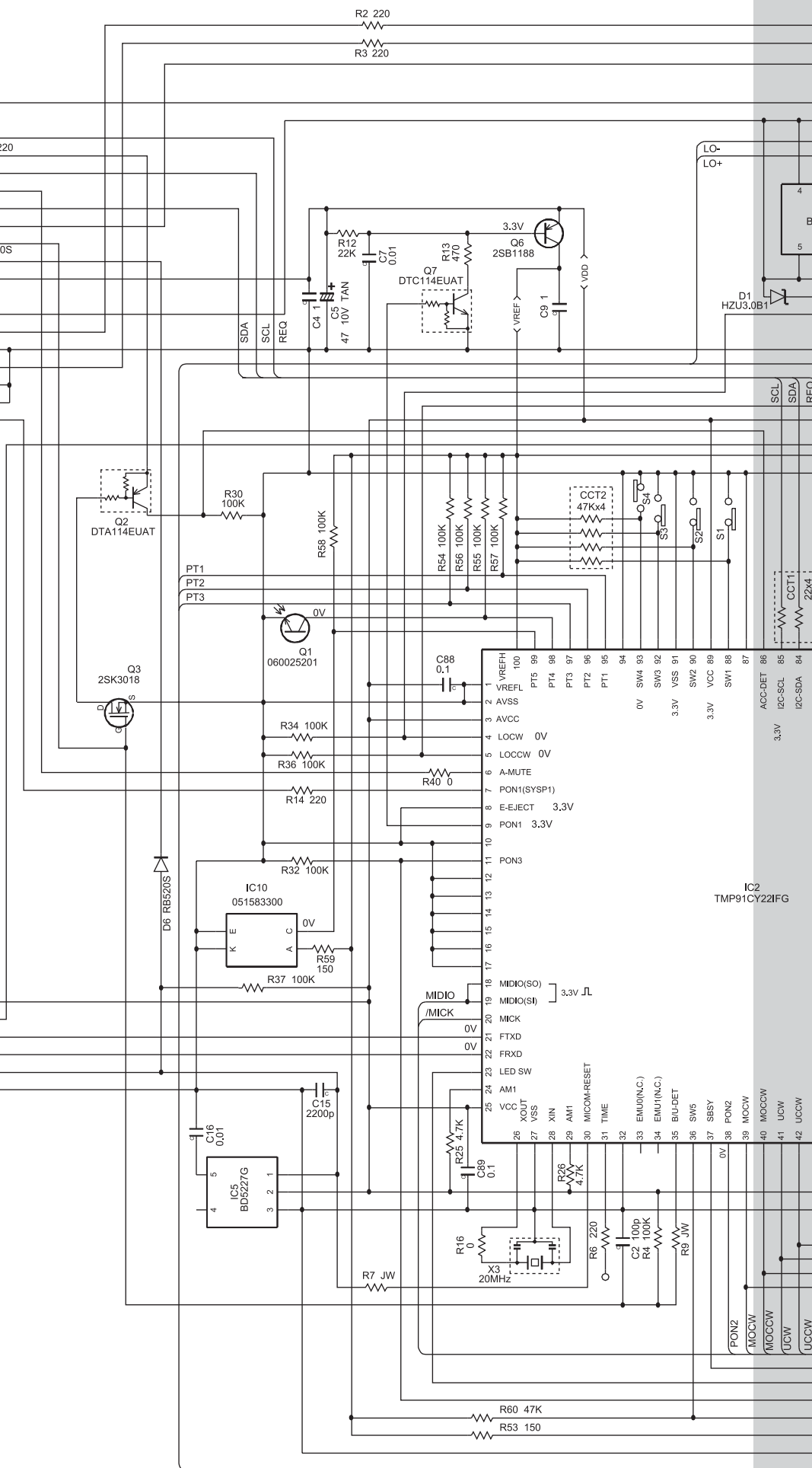


To J1 of Main PWB

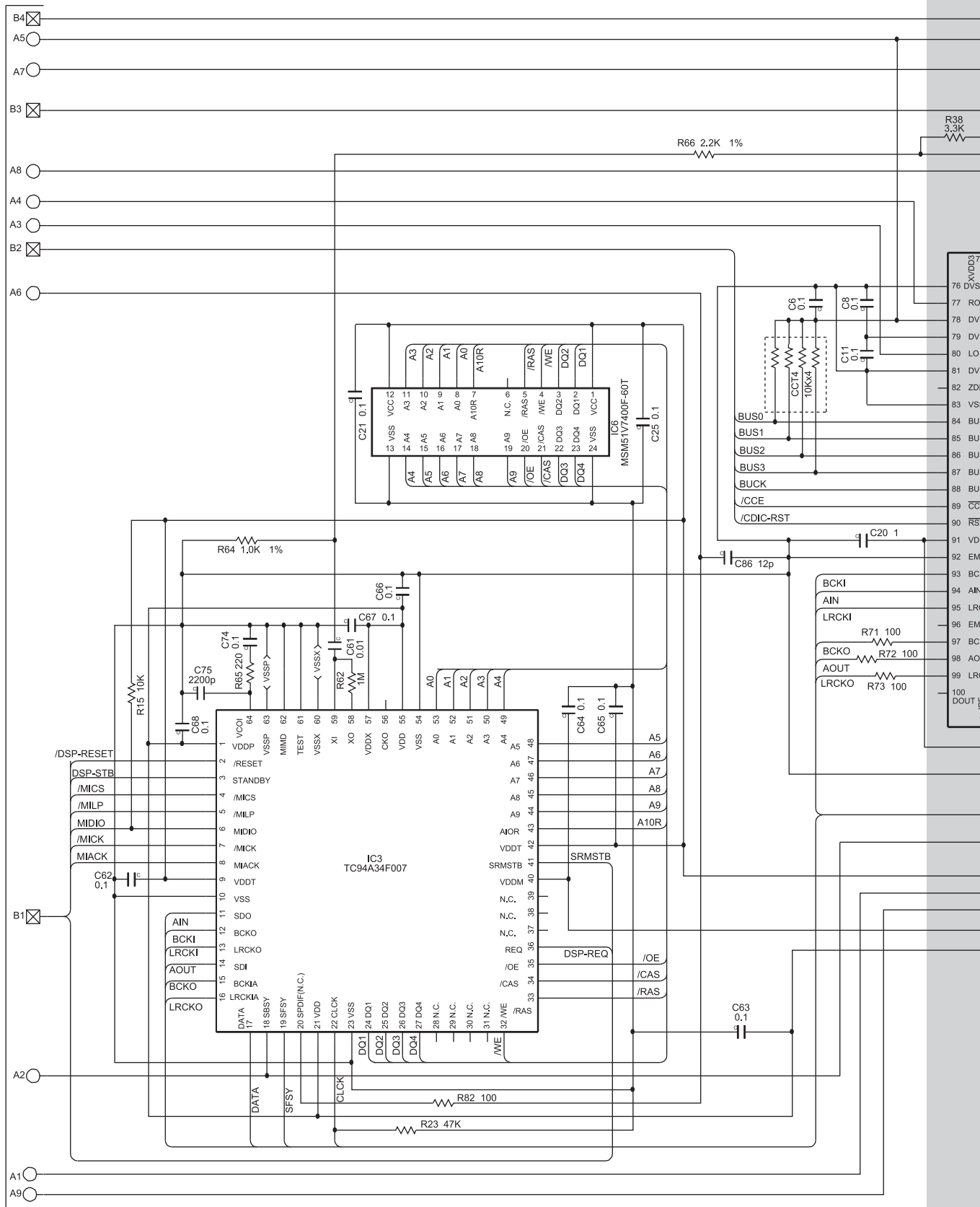
CD-9V	19
CD-9V	18
REQ	17
SYS-ACC	16
SCL	15
A-MUTE	14
SDA	13
SPDIF	12
B/U-DET	11
RESET	10
VDD	9
P-GND	8
P-GND	7
R-CH	6
GND	5
L-CH	4
D-GND	3
D-GND	2
PON1	1

VDD	
BOOT	
FTXD	
FRXD	
RESET	
GND	

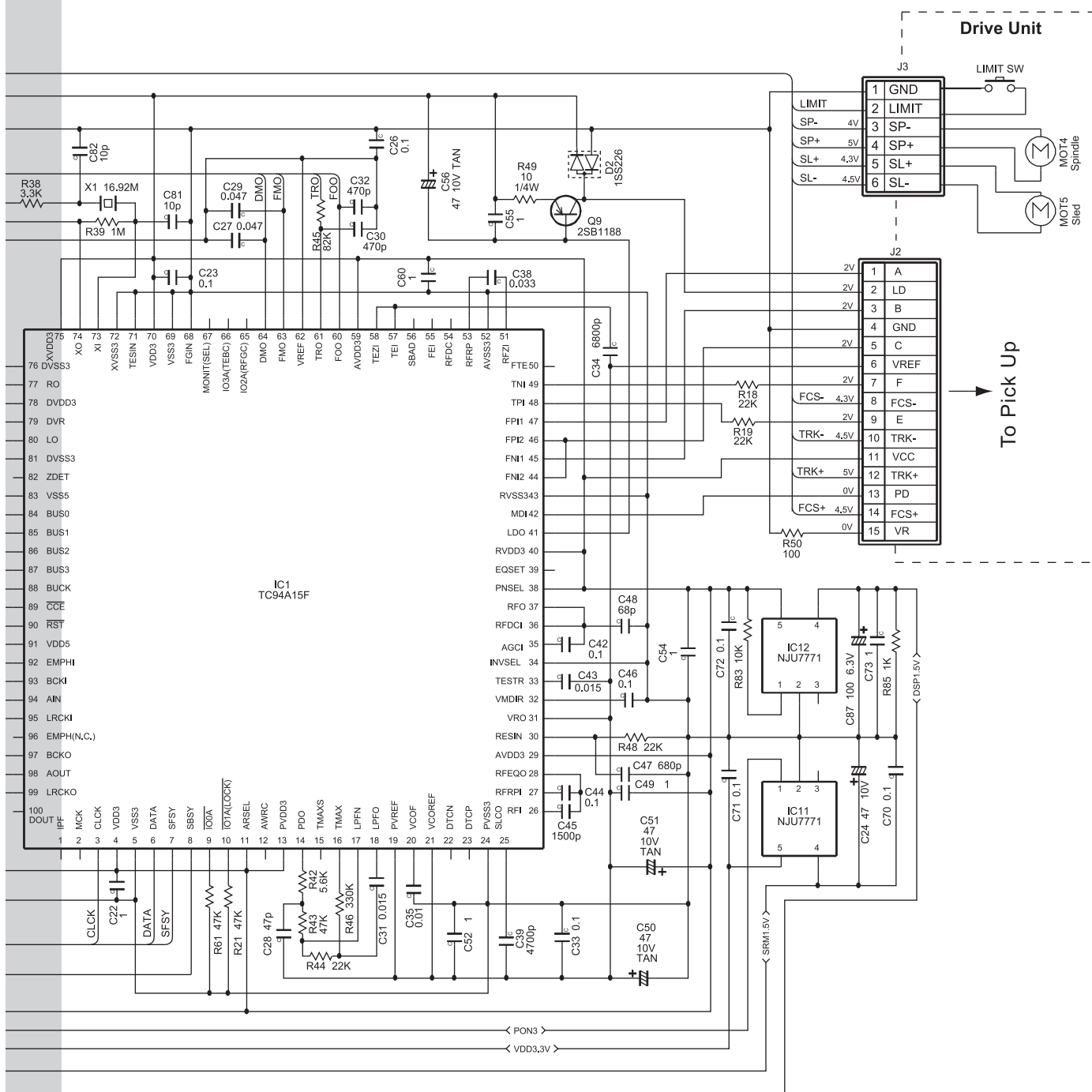
929-0383-80



To CD PWB 1/2

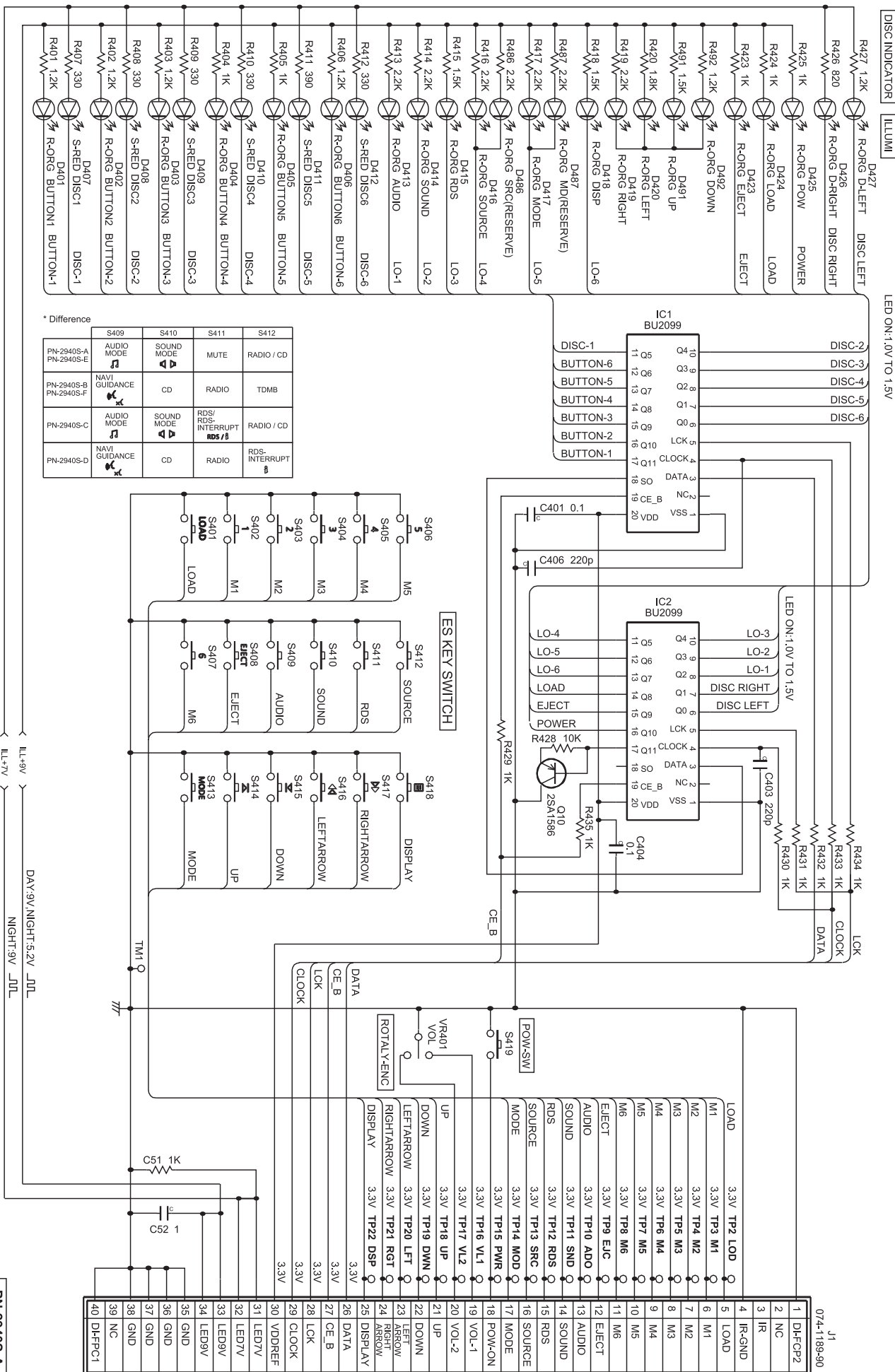


929-0383-80



В ПАПКУ РЕМОНТНИКА

PN-2940S-A,
S-B,C,D,E,F



Плата передней панели B2

СИЛОВАЯ ЭЛЕКТРОНИКА

www.power-e.ru



Сводное содержание журнала «Силовая Электроника» за 2014 год

Компоненты силовой электроники

Новые силовые трансформаторы серии RET	№ 1
Краткий обзор основных IGBT-технологий	№ 1
Применение мощных полевых МОП-транзисторов с двойным N-каналом в синхронных преобразователях постоянного тока	№ 1
IGBT/MOSFET: основные концепции и пути развития	№ 1
Датчики тока с дополнительными интеллектуальными функциями	№ 1
Основы теории и особенности применения линейных MOSFET	№ 1
Технология SiC в модулях SEMIKRON	№ 1
Современные IGBT-продукты для силовой электроники компании Infineon	№ 1
Новое поколение датчиков напряжения, соответствующее современным стандартам измерений	№ 2
IGBT и MOSFET: основные концепции и пути развития. Часть 2. MOSFET	№ 2
Параметры и характеристики планарных NPT + IGBT с повышенной инжекцией на напряжение 1700 В	№ 2
Новое поколение SiC MOSFET в DC/DC-преобразователе с жестким режимом переключения	№ 2
SKiN-технология и силовые модули XXI века	№ 2
Новые возможности GaAs силовой электроники	№ 2
Моделирование измерительного трансформатора тока в пакете VisSim	№ 3
Датчики тока компенсационного типа	№ 3
MiniSKiiP Dual вместо IGBT 62 мм в компактных приводах средней мощности	№ 3
GenX3 IGBT компании IXYS	№ 3
Проблемы применения драйверов IGBT: паразитные связи и ВЧ-осцилляции	№ 3
Драйверы Amantys для управления затвором IGBT-модулей	№ 3
Раздвигая границы. Легко ли поднять рабочую температуру силовых модулей до +200°C?	№ 3
Дальнейшие пути развития силового электронного ключа	№ 3
Фильтры и дроссели компании Skybergttech	№ 3
Плавное регулирование емкости конденсаторов	№ 4
Особенности измерения токов с классом точности R на железнодорожном транспорте	№ 4
SKiiP-X — силовой интеллектуальный модуль XXI в.	№ 4
Новые IGBT-модули большой мощности Mitsubishi Electric и их интеграция с драйверами затворов компании Isahaya Electronics	№ 4
Защита при коротком замыкании в гелиоэнергетических установках	№ 4
Трехуровневые инверторы: теория и практика	№ 5
Насколько надежен «интеллект»?	№ 5
Новое семейство универсальных ИС для драйвера затвора	№ 5
Управление частотными свойствами IGBT на напряжение 1200 В с использованием электронного облучения	№ 5
Оптроны для управления затвором карбид-кремниевых MOSFET	№ 5
Импортозамещающие изделия производства ОАО «Воронежский Завод Полупроводниковых Приборов — Сборка»	№ 6
Влияние времени включения высоковольтных IGBT-модулей на происходящие в них переходные процессы	№ 6
О некоторых аспектах применения датчиков — преобразователей тока	№ 6
Разум и мускулы: ПЛИС управляет силовой электроникой	№ 6
4,5-кВ IGBT и диоды для электроэнергетики	№ 6
Дискретные силовые MOSFET/IGBT-ключи с выводом Кельвина	№ 6
Быстродействующие 650-В IGBT-транзисторы для DC/DC-преобразователей на частотах до 200 кГц	№ 6
Высокотемпературные компоненты Microsemi — надежность в экстремальных условиях эксплуатации	№ 6
Продукция компании GIGAVAC на российском рынке	№ 6
Конденсаторы ZEZ SILKO для силовой электроники	№ 6
Как правильно подобрать быстродействующий предохранитель	№ 6

Силовые разъемы

К вопросу о конструировании кабельных муфт высокого напряжения	№ 1
Некоторые аспекты конструирования соединительных муфт высокого напряжения	№ 4

Электроприводы

Построение частотно-регулируемых электроприводов средней мощности на основе электронных компонентов, производимых International Rectifier	№ 1
Исследование электромагнитных процессов в синхронных электродвигателях при импульсном управлении скоростью на основе визуально-математической модели	№ 2
Минимизация реактивной мощности в асинхронной короткозамкнутой машине	№ 3
Контроллер микрошагового управления двухфазным шаговым двигателем с электрическим дроблением основного шага	№ 4
Влияние КЗ на работу IGBT в системе электропривода	№ 5
Энергосберегающие преобразователи частоты для асинхронных и синхронных электродвигателей	№ 5
Обзор линейки контроллеров maxon motor	№ 5
Многоуровневый высоковольтный частотно-регулируемый электропривод	№ 5

Источники питания

Высоковольтные источники питания UltraVolt — гарантия надежности	№ 1
Модуль поддержания выходного напряжения HUGD от GAIA Converter	№ 1
Электромагнитные процессы в трехфазных индуктивно-емкостных преобразователях	№ 1
Опасность последовательного включения электронных нагрузок для увеличения напряжения	№ 1
КИП Chroma Ate для испытаний и отработки преобразовательных устройств	№ 2
Электромагнитные процессы в трансформаторно-емкостных источниках неизменного тока	№ 2
Современные АБР: проблемы и способы их решения	№ 2
Микропроцессорные ББП — умное питание с новыми возможностями	№ 3
Выбор наилучшего силового ключа для источников питания по величине заряда затвора	№ 3
Устойчивые зависания источников питания при старте под нагрузкой	№ 3
Линеаризованные дискретные структурные динамические модели импульсных ППН при модуляции момента выключения силового транзистора	№ 4
Особенности построения импульсных преобразователей с гальванической развязкой. Часть 2	№ 4
Варианты решения источник–приемник тока для тестирования системы электропитания спутника	№ 4
Стабилизированные программируемые источники питания постоянного тока ТЕКО	№ 4
Источник бесперебойного питания ИСТОК серии ИДП-ЗМ	№ 4
Правильное питание видеооборудования	№ 4
Выпрямители серии В-ТППТ для оснащения гальванического производства	№ 5
Квазирезонансные преобразователи с дозированной передачей энергии	№ 5
Применение сторожевого таймера для защиты устройств от неконтролируемой подачи питания в процессе тестирования	№ 5
Оборудование производства GE Critical Power для систем электропитания, критичных к качеству электроэнергии	№ 5
Обзор источников питания Compuware Technology	№ 5
Унификация — это основной путь создания высоконадежных систем вторичного электропитания для комплексов военного и коммерческого назначения. Часть 1	№ 5
Унификация — это основной путь создания высоконадежных систем вторичного электропитания для комплексов военного и коммерческого назначения. Часть 2	№ 6
Применение программируемых источников питания постоянного тока для проведения испытаний радиоэлектронного оборудования	№ 6
Надежность — высший приоритет № 6	№ 6
Основные новинки SynQor, ориентированные на применение в высоконадежной технике	№ 6
Применение микропроцессора при построении современного импульсного блока питания	№ 6
Управление импульсным преобразователем методом V2	№ 6

Индукционный нагрев

Новые разработки силовых преобразователей типа «Параллель» для установок индукционного нагрева металлов	№ 2
Тиристорные преобразователи частоты для индукционного нагрева труб большого диаметра	№ 6

Оборудование

Продвинутое оборудование сварочного тока	№ 4
--	-----

Автомобильная электроника

Силовые модули для электрического и гибридного транспорта	№ 5
Тренды автомобильной электроники. Будущее автомобилестроения на electronica 2014: системы соединений, освещение, автономное управление	№ 5

Качество электроэнергии

Ветроэнергетика: цифры и факты. Часть 2. Сетевая интеграция	№ 6
Ветроэнергетика: цифры и факты. Часть 1. Технологии	№ 6

Софт

Виртуальные лаборатории устройств силовой электроники в среде MATLAB-Simulink. Урок 18. Аналитическое и модельное исследование активного трехфазного полупроводникового выпрямителя	№ 2
Современные протоколы передачи данных в микропроцессорных комплексах релейной защиты и автоматики цифровых подстанций	№ 6

Технологии

Оптимизация конструкции вибростойкого корпуса силового модуля	№ 2
Краткая история электричества, или Почему в интеллектуальных домах используется постоянный ток	№ 2
Особенности современных технологий изготовления изделий полупроводниковой силовой электроники	№ 3
Симпозиум по Smart Grids: настоящее и будущее глазами специалистов	№ 4
Многослойная SKiN-технология: прорыв в «третье измерение» силовой электроники	№ 4
Электротепловое проектирование «разумных» мощных микросхем с использованием системы Mentor Graphics	№ 4
Новые технологии в производстве изделий силовой электроники	№ 5
Электроника как одна из основ национального суверенитета	№ 6
Конференция по силовой электронике в Финляндии	№ 6
Оптимизация времени работы портативных устройств от батареи на примере беспроводных медицинских датчиков	№ 6

СОВРЕМЕННАЯ СВЕТОТЕХНИКА

www.lightingmedia.ru/magazine/



Сводное содержание журнала «Светотехника» за 2014 год

Рынок

Эксперты о перспективах развития технологии твердотельного освещения	№ 2
Light+Building-2014. Франкфурт. Послесловие	№ 2
Гонконгская международная осенняя выставка светотехники	№ 4
И снова – Interlight Moscow powered by Light+Building!	№ 5
LED Forum + Interlight Moscow	№ 5
LED Lighting Taiwan-2014	№ 6

Рейтинг, тренды

Рейтинг светильников для подвесных потолков типа «Армстронг» и «Грильято»	№ 1
Анализ характеристик светодиодной продукции из базы данных LED Lighting Facts	№ 6
Внутреннее общее освещение	№ 6
Наружное освещение	№ 6
Светодиодные лампы-ретрофиты	№ 6

Разработка и конструирование

Совместное моделирование тепловых и электрических параметров светодиодов	№ 3
Решение типовых проблем твердотельного освещения	№ 3
Новые методы проектирования и производства для создания светодиодных 3D-ламп	№ 3
Собственный монтаж светодиодных модулей	№ 5
Цветовой калькулятор	№ 5
Пульсации светового потока ламп накаливания	№ 6
Калькулятор индексов цветопередачи CRI и CQS	№ 6

Источники света

Светодиодные матрицы CREE — свойства и особенности семейства CXA	№ 2
Особенности работы электролюминесцентного конденсатора	№ 2
Структурированные подложки повышают светоизвлечение у светодиодов	№ 4
Светодиодная технология GaN-on-GaN обеспечивает лучшее качество освещения	№ 4
Светодиодные модули Citizen Electronics — новое слово в освещении	№ 4
Линейные светодиодные лампы T8 – рациональный ретрофит	№ 5
MH-B – новые светодиоды от Cree	№ 5
Источник постоянного тока LEDinGRAD ИПТ-035-0350-40-3	№ 6

Оптика

Мультилинзы Florence радуют глаз	№ 1
Многофункциональные оптические системы для твердотельного освещения	№ 1
Преимущества использования третичной оптики в светодиодных светильниках	№ 2
Оптика для полуваттных светодиодов	№ 2
Силиконовая линза STELLA-HB	№ 2
LEDiL + Seoul = долговечные LED-светильники	№ 3
Рефлекторы LEDiL для автодорожных светильников	№ 3
Компании LEDiL и Rainbow Electronics представляют комплекты для отверточной сборки светодиодных светильников	№ 4
Фирмы LEDiL и NEON представляют новые светодиодные модули для отверточной сборки светильников	№ 5
Неслепящий магистральный светильник «Тесла»	№ 5
LED-свет для торговли	№ 5
Линзы LEDiL по 0,04 евро на один светодиод	№ 6

Источники питания, драйверы и управление освещением

Адаптивная технология отсечки фазы для светодиодных светильников	№ 1
Технологии управления светом	№ 1
Свет, который всегда рационально дозирован	№ 2
ANSI признает необходимость в стандартах испытаний светодиодных драйверов	№ 3
Выбор светодиодного драйвера	№ 3
Источник постоянного тока LEDinGRAD	№ 3
Тепловые МЭМС ИК-датчики присутствия человека от Omron для систем автоматизации	№ 4
Источник постоянного тока LEDinGRAD ИПТ-035-0350-40-3	№ 4
Проектирование обратноходовых драйверов на контроллере IRS2505L	№ 5

Готовые решения

Светодиодные светильники для цехов и улиц	№ 1
Светодиодные светильники IEK®: свет, который всегда с вами	№ 1
Светодиодные светильники в регионах с холодным климатом	№ 1
Лампочке, рожденной в Петербурге, 100 лет	№ 1
Светодиодные светильники для объектов ЖКХ. Тест	№ 2
Светильники из Поднебесной наизнанку: что скрыто в китайских светодиодных светильниках	№ 3
Светодиодный светильник «Каури» от компании Uniel. Обзор	№ 3
Светодиодный светильник «Каури» от компании Uniel. Мнение эксперта	№ 3
Светодиодный светильник GALAD Кайро 600 DBO05-40-001	№ 4
Аварийное освещение: делаем мир безопаснее	№ 4
Новые линейные светодиодные лампы	№ 4
Современные светодиодные светильники для жестких условий эксплуатации	№ 4
Освещение пешеходных переходов	№ 6
Витрина	№ 1...6

Теплоотвод

Моделирование теплоотводов для светодиодных уличных светильников	№ 2
Обзор конфигураций систем активного охлаждения мощных светодиодных светильников	№ 3

Дискуссия

Сохрани зрение, будь дальновидным!	№ 1
Метод оценки технико-экономической эффективности промышленных светодиодных светильников	№ 1
Регламентация МЭК опасности синего излучения	№ 1
Психология освещения: когнитивные и эмоциональные реакции на освещение	№ 1
Измерение параметров светодиодных светильников	№ 2
Уроки освоения технологий светодиодного освещения	№ 2
Город будущего — LED-city	№ 2
Преимущества светодиодного освещения на примере уличных светильников от НПО «Дюма»	№ 3
Дизайн как средство коммуникации	№ 3
Экологичный свет Philips	
В промышленном освещении мелочей не бывает	№ 3
Сравнение светодиодных светильников на основе технико-экономических показателей	№ 4
Нестандартные подходы к освещению в строительстве	№ 4
Твердотельное освещение в современном здравоохранении	№ 4
Проблема социального заказа в области архитектурно-световой среды	№ 5
Больше, чем свет	№ 6
Итоги образовательной программы Interlight Design Academy 2014	№ 6
Вызовы рынка: светотехническое образование	№ 6

Проекты

Свет под землей: АтомСвет освещает тоннели Мосметростроя	№ 2
Крымская набережная в новом свете	№ 2
Модернизированные районные библиотеки	№ 3
Светодиодное освещение спортивных площадок	№ 4
Сервисы по определению местоположения, реализованные с помощью светодиодного освещения	№ 4

Точка зрения

Свет в архитектуре: как не ошибиться?	№ 1
Гармония в архитектурно-художественном освещении	№ 2
Фасадное освещение глазами студентов	№ 3
Испытания ламп GE и Uniel с цоколем GU5.3	№ 4
Мост как объект освещения	№ 4

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 основной пул наиболее популярных 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 80 страниц

Издательство «СТА-ПРЕСС»

Основные рубрики журнала

- Рынок
- Современные технологии
- Робототехника (NEW)
- Элементы и компоненты
- Приборы и системы
- Оборудование
- Проектирование и моделирование
- Инженерные решения
- События
- Компетентное мнение (NEW)

Перспективы

В 2015 году сайт журнала будет реконструирован в соответствии с новыми технологиями:

- для постоянных подписчиков будет предложена бесплатная электронная версия журнала;
- будет организована регулярная читательская персонализированная рассылка.

В журнале появятся новые рубрики и проекты, например, «Рабочее место разработчика электроники».

Редакция продолжит поиск новых тем и трендов.

На страницах журнала будут обсуждаться самые актуальные темы – полупроводниковая светотехника и проблемы энергоэффективности, бортовая электроника и системы «умного дома», тенденции российской электроники и новые технологии...

Неизменным останется одно – БЕСПЛАТНАЯ подписка для специалистов!

БЕСПЛАТНАЯ ПОДПИСКА для специалистов



Журнал
«СТА» (Современные
технологии автоматизации)

Тематика: АСУ ТП
и встраиваемые системы.
В каждом журнале – диск с
примерами программ или
каталогами оборудования.

Выходит 4 раза в год.
Тираж – 10 000 экземпляров.
Объем до 144 страниц.

www.CTA.ru



Журнал
**«Современная
электроника»**

Журнал для специалистов в
разработке и производстве
электронной техники.
Современные технологии и
электронные компоненты, приборы и
системы, практическая электроника,
проектирование и моделирование
РЭА...

Выходит 9 раз в год.
Тираж – 10 000 экземпляров.
Объем – 80 страниц.

www.SOEL.ru

СТАТЬЯ	№ журнала
РЫНОК	
Новости российского рынка	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9
Synopsys: о перспективах САПР на российском рынке	1
Как сделать жилой дом энергоэффективным?	5
Keysight Technologies: новое имя заслуженного игрока	7
Fairchild активизирует работу на российском рынке	7
Взлёт рынка солнечной энергетики	9
СОВРЕМЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ	
Методы сжатия данных для потоковой передачи широкополосных импульсных сигналов РЛС <i>Майкл Мэй</i>	1
Автоэлектроника: тенденции и тренды... <i>Алексей Сашин</i>	2
Число станций быстрого заряда электромобилей достигнет 200 000 к 2020 году <i>Жюльен Хаппич</i>	2
Защита данных в ИТ-системах <i>Владимир Вычужанин</i>	2
Вторая редакция стандарта ARINC 818: что нового? <i>Пол Грюнвальд</i>	3
Совместимость материалов изолятора соединителей с процессами пайки и промывки печатных плат <i>Наталия Мартынова</i>	4
Разработка отечественного керамического материала для изготовления изделий по технологии LTCC <i>Юрий Непочатов, Светлана Кумачёва, Юлия Швецова, Александр Дитц</i>	4
Основы импульсного режима тестирования новых типов энергонезависимой памяти <i>Питер Дж. Халберт</i>	4
Новые электронные приборы на основе GaAs и их применение в различных видах приводов <i>Александр Гордеев</i>	5
Исследование технологии изготовления многослойных печатных плат СВЧ с применением жидкокристаллических полимеров <i>Елена Абрамова, Николай Пахомов, Яков Перцель</i>	5
Новая экстремальная электроника на основе LPE i-GaAs монокристаллов <i>Виктор Войтович, Анатолий Думаневич, Александр Гордеев</i>	6
Мощные фотоэлектрические преобразователи монохроматического и концентрированного солнечного излучения <i>Вячеслав Андреев</i>	6
Алюмо-водородные источники тока для портативных электронных устройств <i>Евгений Школьников</i>	6
Программно-аппаратные методы повышения радиационной стойкости микросхем SRAM ПЛИС <i>Алексей Соколов</i>	6
Рынок встраиваемых компьютерных технологий: встречайте Bay Trail <i>Сергей Руденко, Александр Ковалёв</i>	6
Зачем умному автомобилю путь наибольшего сопротивления? <i>Александр Хлынов</i>	7
Радиолокационные отражения от «ясного неба» вынуждают улучшать параметры РЛС <i>Владимир Бартенев</i>	7
Высокотемпературные конденсаторы для нефтегазовой промышленности <i>Евгений Кожухов, Алексей Дворянинов</i>	7
Новые возможности для развития отечественной микроэлектроники <i>Пётр Козлов, Евгений Ермолаев</i>	8
Обзор современных технологий производства ЖК-матриц <i>Игорь Матешев, Андрей Туркин</i>	8
Расширение возможностей стандарта ARINC 818 для работы с высокоскоростными датчиками и системами. Часть 1 <i>Тим Келлер, Пол Грюнвальд</i>	8
Опыт проведения испытаний на ЭМС технических средств военного назначения <i>Александр Ивко</i>	8
Расширение возможностей стандарта ARINC 818 для работы с высокоскоростными датчиками и системами. Часть 2 <i>Тим Келлер, Пол Грюнвальд</i>	9
Технологии изготовления плат для высокомощных силовых полупроводниковых устройств. Часть 1 <i>Иван Красный, Юрий Непочатов, Светлана Кумачёва, Юлия Швецова</i>	9
ЭЛЕМЕНТЫ И КОМПОНЕНТЫ	
Современные 32-разрядные ARM-микроконтроллеры серии STM32: последовательный интерфейс SPI <i>Олег Вальпа</i>	1
Микросхемы активации питания с интерфейсом LIN <i>Юрий Петропавловский</i>	1
Применение структурных кристаллов для создания интерфейсов датчиков <i>Олег Дворников, Владимир Чеховский, Валентин Дятлов, Николай Прокопенко</i>	1
Ионистор в автономной электрической цепи <i>Андрей Кашкаров</i>	1
Современные 32-разрядные ARM-микроконтроллеры серии STM32: часы реального времени RTC <i>Олег Вальпа</i>	2
Мультикетлы – новое слово в микропроцессорах <i>Борис Зырянов, Николай Стрельцов, Дмитрий Кукушкин, Михаил Власов, Михаил Бахтерев, Наталья Горностаева</i>	2

СТАТЬЯ	№ журнала
Модули фильтрации и защиты от перенапряжений для питающих сетей постоянного тока <i>Виктор Жданкин</i>	2
Особенности реализации полупроводниковых датчиков температуры <i>Олег Дворников, Владимир Чеховский, Валентин Дятлов, Николай Прокопенко</i>	3
Современные 32-разрядные ARM-микроконтроллеры серии STM32: блок резервных данных ВКР <i>Олег Вальпа</i>	3
Характеристики и особенности светодиодов компании SemiLEDs <i>Андрей Туркин</i>	3
Томские светодиоды: история, характеристики и перспективы <i>Андрей Туркин</i>	4
Устройства гальванической развязки <i>Сергей Поплавный</i>	4
Методы обработки сигналов индуктивных датчиков линейных и угловых перемещений <i>Владимир Ануфриев, Александр Лужбинин, Сергей Шумилин</i>	4
Инерциальные датчики и модули на основе МЭМС <i>Дмитрий Данильцев, Андрей Михеев, Олег Греков</i>	4
Z-термисторы в системах регулирования температуры <i>Владислав Зотов</i>	4
Обзор новых ЖК-панелей Sharp для промышленного применения <i>Игорь Матешев, Андрей Туркин</i>	5
Современные светодиодные изделия компании Avago Technologies <i>Юрий Петропавловский</i>	5
Радиочастотные соединители с предельной частотой 40 ГГц: перспективы применения в отечественных изделиях СВЧ <i>Кива Джуринский</i>	5
Современные 32-разрядные ARM-микроконтроллеры серии STM32: организация памяти <i>Олег Вальпа</i>	6
Микросхемы для приборов учёта коммунальных услуг <i>Владимир Ануфриев</i>	6
K1382HX045 – микросхема преобразователя фазы квадратурного сигнала в код положения <i>Георгий Прокофьев, Вениамин Стахин, Антон Обедин</i>	6
Новинки светодиодной продукции компании Philips Lumileds <i>Игорь Матешев, Алина Муленкова, Андрей Туркин, Константин Шамков</i>	6
Модульные DC/DC-преобразователи напряжения: безупречное электропитание <i>Олег Негреба</i>	6
ПЛИС Achronix – опыт освоения <i>Владимир Викулин</i>	7
Оценка возможности применения микросхемы 1019CT3C в изделиях спецтехники <i>Алексей Бабкин, Дмитрий Коробов, Илья Струков</i>	7
Современные 32-разрядные ARM-микроконтроллеры серии STM32: блок вычисления кода CRC <i>Олег Вальпа</i>	7
Новый способ построения высоконадёжных AC/DC-преобразователей <i>Александр Гончаров, Андрей Кузнецов, Иван Лукьянов</i>	7
Инновационные решения от компании MENTOR GmbH & Co <i>Ольга Романовская</i>	7
Обзор интегральных микросхем светодиодных драйверов <i>Евгений Цевелюк, Владимир Котов</i>	8
Современные 32-разрядные ARM-микроконтроллеры серии STM32: флэш-память <i>Олег Вальпа</i>	8
Современные 32-разрядные ARM-микроконтроллеры серии STM32: базовые таймеры <i>Олег Вальпа</i>	9
Силовые модули IGBT корпорации Mitsubishi Electric <i>Юрий Петропавловский</i>	9
Новые быстродействующие твердотельные коммутаторы <i>Сергей Поплавный</i>	9
Импортозамещающие изделия производства ОАО «Воронежский завод полупроводниковых приборов – сборка»	9
ПРИБОРЫ И СИСТЕМЫ	
Рабочее место разработчика электронной аппаратуры <i>Владимир Дьяконов</i>	1
Выявление конфликтов доступа к шине CAN с помощью осциллографа <i>Джонни Хэнкок</i>	2
Различные типы систем бесперебойного питания <i>Нил Расмуссен</i>	2
Осциллографы высокого разрешения Teledyne LeCroy и их возможности <i>Владимир Дьяконов</i>	3
Ускорение отладки автомобильных электронных систем с использованием декодирования и запуска по символам CANdbc <i>Джонни Хэнкок</i>	3
Советы по обеспечению совместимости оборудования различных производителей в системах на базе PXI <i>Алан Леско</i>	4
Система светодиодной подсветки Xlight Cabinet <i>Екатерина Бойцова</i>	5
Модернизация волоконно-оптической системы измерения уровня жидкости <i>Татьяна Мурашкина, Инна Назарова, Кирилл Серебряков, Дмитрий Серебряков, Денис Митин</i>	5

СТАТЬЯ	№ журнала
Погрешность измерений при анализе спектра <i>Боб Нельсон</i>	5
Комплексы имитации сетей электропитания для испытаний технических средств <i>Михаил Попов</i>	6
Восемь типичных ошибок при выполнении измерений с помощью анализатора спектра <i>Боб Нельсон</i>	6
Мощные светодиоды в осветительных устройствах <i>Андрей Кашкаров</i>	6
Сравнение технических характеристик современных анализаторов спектра для испытаний на ЭМС <i>Сергей Зернов, Максим Смолин</i>	7
Выбор осциллографических токовых пробников для работы с маломощными устройствами <i>Кенни Джонсон</i>	7
Измерение сверхширокополосных многопортовых устройств <i>Николай Дроботун, Олег Кравченко</i>	7
Векторный анализ цепей в учебном процессе <i>Владимир Губа, Олеся Быкова, Александр Савин</i>	7
Место и роль датчика движения в системе тахографического контроля <i>Рашид Хафизов</i>	8
Осциллографы серии InfiniiVision 4000X корпорации Agilent <i>Владимир Дьяконов</i>	8
Высокоскоростные объединительные платы от HARTING Integrated Solutions (HIS) <i>Сергей Власов, Ольга Романовская</i>	8
Отладочная плата STM32F429I в качестве осциллографа <i>Валентин Юрзин, Сергей Недорезов</i>	9
Контрольно-проверочная аппаратура для тестирования навигационных приёмников космических аппаратов <i>Александр Савин, Владимир Губа, Олеся Быкова</i>	9
Цифровой запоминающий характериограф полупроводниковых приборов Л2-100 ТЕКО <i>Дмитрий Лисовский, Михаил Рагозин</i>	9
Может ли быть энергетической плотности слишком много? <i>Александр Гончаров, Андрей Кузнецов, Иван Лукьянов</i>	9
ИНЖЕНЕРНЫЕ РЕШЕНИЯ	
Мощный тиристорный выключатель переменного тока с гальванической развязкой <i>Алексей Кузьминов</i>	1
Реализация профиля клавиатуры USB HID на плате STM32 Mini <i>Андрей Шаронов, Валерий Володин, Равиль Бикметов</i>	1
Таймер, управляющий 30 независимыми нагрузками <i>Сергей Шишкин</i>	1
Регулятор мощности паяльника в сетевой вилке <i>Алексей Кузьминов</i>	2
Автоматизация кабинета для спелеотерапии <i>Сергей Шишкин</i>	3
Конвертер сигналов ISM-диапазонов <i>Виктор Безруков</i>	3
Необычное управление таймером KP1006BI1 <i>Андрей Кашкаров</i>	4
Умный дом на микроконтроллерах ATMEL <i>Сергей Шишкин</i>	5
Измеритель ослабления оптических сред <i>Павел Редькин</i>	5
Светодиодный драйвер MP4050 без гальванической развязки от Monolithic Power Systems <i>Александр Щерба</i>	7
Магнитотерапевтическая установка с двумя индукторами <i>Сергей Шишкин</i>	9
ПРОЕКТИРОВАНИЕ И МОДЕЛИРОВАНИЕ	
Средства VHDL для функциональной верификации цифровых систем: пакет RandomPkg <i>Николай Авдеев, Пётр Бибило</i>	1
Проектирование принципиальных схем и печатных плат с помощью САПР Mentor Graphics PADS 9.5 <i>Татьяна Колесникова</i>	1
Проектирование антенной решётки в программах электродинамического моделирования HFSS и CST <i>Александр Курушин, Константин Папилов</i>	2
Проектирование принципиальных схем и печатных плат с помощью САПР Mentor Graphics PADS 9.5. Часть 2 <i>Татьяна Колесникова</i>	2
Модельно-ориентированное проектирование генератора случайных чисел <i>Владимир Бартенев, Анна Бартенева</i>	2
Регистрация и цифровая обработка сигналов люминесценции в сепараторах алмазов <i>Евгений Владимиров, Евгений Бубырь</i>	2
Mentor Graphics Expedition Enterprise 7.9.4 – разработка стеков контактных площадок и посадочных мест компонентов <i>Татьяна Колесникова</i>	3
ToroR 6.0: шесть шагов навстречу <i>Оксана Воробьёва, Константин Кноп</i>	3

СТАТЬЯ	№ журнала
Расчёт зеркальных параболических антенн с помощью современных САПР СВЧ <i>Александр Курушин, Евгений Лаврецкий, Сергей Чадов</i>	3
Высокоselectивный микрополосковый фильтр на плавнорегулярных линиях передачи <i>Денис Клименко</i>	3
Проектирование перестраиваемого фильтра с регулируемой полосой пропускания <i>Михаил Ярославский, Денис Могучёнок</i>	4
Обзор возможностей ANSYS Designer RF <i>Александр Евграфов</i>	4
Маршрут проектирования Mentor Graphics Expedition Enterprise 7.9.4 – работа с центральной библиотекой <i>Татьяна Колесникова</i>	4
Проектирование аналоговых и аналого-цифровых ИС с использованием языка Verilog-AMS. Часть 1. Введение в язык Verilog-A <i>Дмитрий Осипов</i>	4
Новые возможности OrCAD Capture/PSpice 16.65 <i>Анатолий Сергеев</i>	5
ANSYS HFSS: передовые технологии трёхмерного решения электродинамических задач <i>Александр Евграфов</i>	6
OrCAD Library Builder: новая программа для создания библиотек компонентов <i>Анатолий Сергеев</i>	7
Моделирование излучающих многопортовых СВЧ-структур <i>Александр Курушин</i>	7
Маршрут проектирования Mentor Graphics PADS 9.5 – разработка посадочных мест средствами PADS Layout <i>Татьяна Колесникова</i>	7
Проектирование аналоговых и аналого-цифровых интегральных схем с использованием языка Verilog-AMS. Часть 2. Аналоговые события <i>Дмитрий Осипов</i>	8
Вопросы тестирования интерфейсов стандарта USB 3.x <i>Тами Пипперт</i>	8
Широкополосная логоспиральная антенна с круговой поляризацией <i>Пётр Вьюгин, Александр Курушин</i>	8
OrCAD PCB Designer Standard – лучший редактор печатных плат для профессионалов <i>Анатолий Сергеев</i>	8
Модуль на малошумящих полевых транзисторах для обработки сигналов лавинных фотодиодов <i>Олег Дворников, Владимир Чеховский, Валентин Дятлов, Николай Прокопенко</i>	8
Автоматизация измерений: упрощение процесса <i>Кэйс Дрейтлейн</i>	9
Оптимизация разработки программ для встраиваемых систем в симуляторе Vista Virtual Prototyping <i>Анна Сергеева</i>	9
СОБЫТИЯ	
Наше радиовещательное наследие. К 95-летию создания Нижегородской радиолaborатории <i>Владимир Бартенев</i>	1
Итоги Международного промышленного форума «Радиоэлектроника. Приборостроение. Автоматизация»	1
Открытие Зеленоградского нанотехнологического центра: старт новых проектов	1
Не пропустите ведущее мероприятие в области неразрушающего контроля и технической диагностики!	1
Авиасалон МАКС-2013: возрождение великой державы	2
«Золотой чип» – высокая награда на престижной выставке	2
Забывтое изобретение А.С. Попова, или Первый в мире детекторный радиоприёмник. 155-летию со дня рождения А.С. Попова посвящается <i>Владимир Бартенев</i>	3
«Встраиваемые технологии 2014. Современные программные и аппаратные решения»	3
ЭкспоЭлектроника: олимпийские достижения	3
Два учебных центра тахоп motor в России – далеко не предел	4
SEMICON Russia 2014 – выход на глобальный рынок микроэлектроники	4
7 мая – День радио. Изобретатель радио А.С. Попов в Крыму <i>Владимир Бартенев</i>	5
Весна – лучшее время для развития бизнеса	5
ЭкспоЭлектроника 2014: конкурс пайки и другие встречи специалистов	6
Форум SEMICON Russia на пике	7
Выставка electronica 2014: программа к 50-летию юбилею	7
Aerospace Testing & Industrial Control: 11 лет свершений и побед	8
Юбилейная Interlight Moscow powered by Light+Building	8
50 лет под именем «electronica»	8
Рождение радиоэлектроники <i>Владимир Бартенев</i>	9
Проблема импортозамещения – неэффективный процесс коммуникации	9
Остек: новые решения в организации производства	9
Форум «Altium: навстречу российскому пользователю – 2014». Как это было	9
КОМПЕТЕНТНОЕ МНЕНИЕ	
Научно-технический совет «ПРОТИВ»	8

Рабочее место разработчика электронной аппаратуры

Владимир Дьяконов (г. Смоленск)

Тысячи специалистов занимаются проектированием и разработкой электронных устройств и систем самого разного назначения – от контроллеров для холодильников и стиральных машин до систем управления аэрокосмическими аппаратами. За каким рабочим местом они должны работать, какие измерительные приборы должны использовать?

Особенностью нынешнего этапа развития радиоэлектроники является разработка устройств, выполненных на интегральных микросхемах с применением современных технологий монтажа. Изделия многих фирм имеют малые габариты и вес, и для их выпуска организуется крупносерийное производство. Примером может служить корпорация Apple (США). Эта огромная компания производит не сырьё, не военную технику, не автомобили или самолёты, а миниатюрные компьютеры и мобильные телефоны, проигрыватели и другие подобные изделия. Но, благодаря высокому качеству и обширной рекламе, они пользуются спросом в США, а их массовый выпуск позволил корпорации занять первое место в мире по уровню капитализации.

Чтобы проектировать и создавать подобные изделия необходимо доби-

ваться высочайшего качества изделий в условиях острой конкуренции на рынке. Это значит, что рабочее место разработчика должно быть оснащено современными компьютерами и программами для математических расчётов, математического моделирования и проектирования электронных узлов. Каждый компонент нового изделия должен тщательно просчитываться с учётом его лучшего или, в крайнем случае, оптимального применения. Поэтому необходимо создавать специализированные рабочие места для исследования, проектирования и тестирования каждого компонента или узла системы.

Для оборудования рабочего места общего назначения вполне достаточно компьютерный стол.

Органы зрения, слуха и осязания человека не чувствуют малые токи и напряжения. Для большинства людей

их глазами в области электричества уже давно стали электронные осциллографы [1, 2] и анализаторы спектра [3]. Такие малогабаритные приборы выпускают и лидеры рынка, например, компания Agilent Technologies (см. рис. 1). Их можно легко разместить в кейсе.

Корпорация Agilent выпускает около ста типов осциллографов. Её ручные цифровые приборы серии U1600 – это универсальные полнофункциональные осциллографы (см. рис. 2), обеспечивающие измерение напряжения и тока, сопротивления, ёмкости и других параметров электронных устройств и компонентов в частотном диапазоне от 0 до 200 МГц. Приборы имеют по два изолированных входных канала и сертифицированы по третьей категории изоляции (600 В), что обеспечивает безопасность пользователей и предотвращает повреждение приборов при измерении высокого напряжения без заземления. Благодаря максимальному объёму памяти 2 М точек (бит) приборы позволяют захватывать сложные и неповторяющиеся сигналы без потери информации. Цветной жидкокристаллический TFT-дисплей с повышенной яркостью, диагональю 5,7" (14,5 см) и разрешением 640 × 320 точек позволяет рассмотреть детали осциллограммы даже при ярком освещении. Интерфейс USB 2.0 обеспечивает подключение к ноутбуку или настольному компьютеру.

Подобные приборы выпускают многие фирмы, например, другая крупная американская компания Fluke. Её приборы широко используются при тестировании и ремонте средств энергетической электроники и компьютерных сетей. В день, когда автор писал эти строки (15.11.2012), компания Fluke разослала сообщение о выпуске своего новейшего осциллографа – скоупметра (scopemeter) Fluke 190 серии II (см. рис. 3). Впервые у портативного осциллографа с автономным питанием и промышленным исполнением достигнута полоса частот 500 МГц при частоте дискретизации 5 ГГц. Прибор не боится дождя и снега и даже падений с умеренной высоты.

Переносные приборы можно использовать и в стационарных условиях. Но



Рис. 1. Портативные измерительные приборы компании Agilent



Рис. 2. Ручные осциллографы компании Agilent серии U1600



Рис. 3. 500-МГц осциллограф Fluke 190 серии II в промышленном исполнении

самыми массовыми являются настольные измерительные приборы, позволяющие оборудовать стационарные рабочие места. В состав таких рабочих мест входят как минимум мультиметр, цифровой осциллограф и анализатор спектра радиочастот. Современный настольный мультиметр – высокоточный многофункциональный измерительный прибор, базовая погрешность которого составляет сотые и даже тысячные доли процента. Например, в лаборатории автора есть 6,5-разрядный мультиметр фирмы Keithley серии 2000 с базовой погрешностью 0,002% [5]. Это позволяет использовать прибор для измерения и калибровки постоянного и переменного напряжения и тока, частоты, периода, сопротивления и других параметров электронных цепей и устройств (всего 13 функций). Другим примером может быть настольный 6,5-разрядный мультиметр Tektronix DMM4040/4050.

Самыми массовыми настольными осциллографами являются изделия фирм Tektronix и Agilent. Обе фирмы в период нынешнего экономического кризиса создали серии бюджетных моделей осциллографов, например, TDS2000 компании Tektronix (см. рис. 4). В разработке бюджетных моделей цифровых осциллографов лидирует и компания Agilent. Масштабы интервенции Agilent на рынке осциллографов малой и умеренной стоимости беспрецедентны – недавно появились две серии приборов 26 типов! Первая серия X 2000 включает 12 осциллографов с полосой исследуемых частот 70, 100 и 200 МГц, с 2/4 аналоговыми каналами и большими дисплеями высокого разрешения (см. рис. 5). Половина приборов содержит 8-разрядный вход логических (цифровых) сигналов и относится к осциллографам смешанных сигналов (MSO). В разработке приборов серии 1000 фирма Agilent сотрудничала с китайской компанией RIGOL.

С целью экономии рабочего места и расширения функциональности используемых приборов были разработаны комбинированные приборы. Например, в осциллографы (даже портативные) часто встраивают мультиметр или генератор импульсных сигналов. Так, осциллографы новейшей серии X 2000 фирмы Agilent оснащены встроенным функциональным генератором.

Современные, даже бюджетные, цифровые осциллографы позволя-

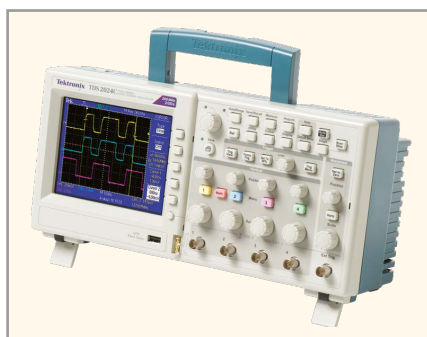


Рис. 4. Бюджетный осциллограф компании Tektronix серии TDS2000

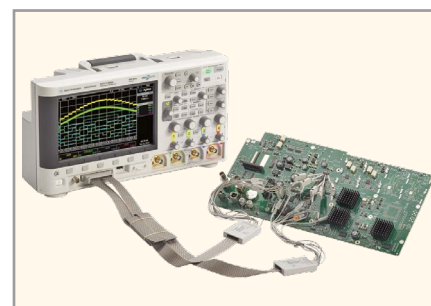


Рис. 5. Двухканальный осциллограф смешанных сигналов серии X 2000 фирмы Agilent Technologies



Рис. 6. Рабочее место, оснащённое приборами корпорации Tektronix



Рис. 7. Бюджетные цифровые анализаторы спектра со следящим генератором

ют выполнять до нескольких десятков видов автоматических измерений и могут заменить целую лабораторию [2] (см. рис. 6). Как правило, в них предусмотрено и быстрое преобразо-

вание Фурье, позволяющее наблюдать спектр сравнительно низкочастотных сигналов.

В массовых рабочих местах обычно используются анализаторы спектра



Рис. 8. Осциллограф смешанных сигналов DMO4000 фирмы Tektronix, оснащённый анализатором спектра радиочастот

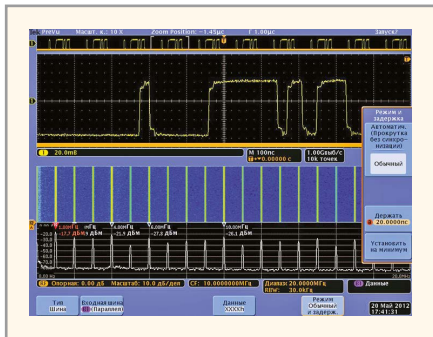


Рис. 9. Экран мультимедийного осциллографа DMO4000 при тестировании последовательной шины



Рис. 10. Построение сигнала по данным ограниченного спектра

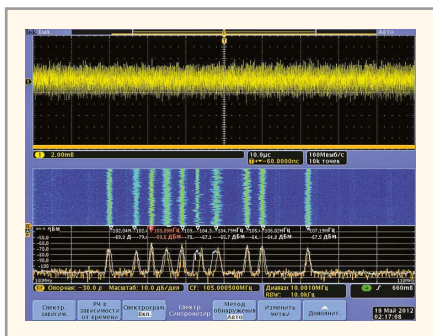


Рис. 11. Наблюдение за работой в эфире УКВ-радиостанций с частотной модуляцией

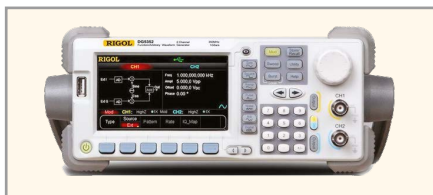


Рис. 12. Малогабаритный генератор компании RIGOL

радиочастот до 3–6 ГГц [3], который охватывает диапазоны частот мобильной, сотовой и частично спутниковой связи. Анализаторы спектра – довольно дорогие приборы. Поэтому часто на рабочих местах используют их дешёвые разновидности (см. рис. 7). Снабжённые функцией следящего генератора, такие приборы позволяют снимать АЧХ электронных компонентов, устройств и систем.

При выборе анализатора спектра для рабочего места обратите особое внимание на полосу частот. У простых и дешёвых приборов она простирается от 9 (иногда 50) кГц до 3–6 ГГц. Так что анализатор спектра – прибор высокочастотный, и от него мало пользы в звуковом и ультразвуковом диапазоне частот. Правда, есть приборы с нижней частотой 20 Гц и ниже, но они дорогие.

Революционным событием в технике осциллографии стала разработка и выпуск корпорацией Tektronix новой серии мультимедийных осциллографов MDO4000 с встроенным радиочастотным анализатором спектра (см. рис. 8). Это осциллографы смешанных (аналоговых и логических цифровых) сигналов с возможностью полноценного спектрального анализа аналоговых сигналов в частотной области. Один из таких приборов был предоставлен автору для испытаний Российским отделением корпорации Tektronix в середине 2012 г.

Приборы оснащены модулями микропрограммного обеспечения и способны выполнять многие функции систем компьютерной математики, таких как матричная лаборатория MATLAB [6]. На рисунке 9 показано тестирование таким прибором последовательной шины. На экране видна работа интеллектуальной «лупы времени» Wave Inspector, временная диаграмма (обычная осциллограмма), спектрограмма и спектр сигнала данных тестируемой шины. Спектрограмма строится в плоскости частота – время, причём интенсивность спектральных линий обозначается цветом.

Анализатор спектра DMO4000 относится к классу векторных, т.к. он полу-

чает спектр сигнала с отсчётами в комплексном виде и позволяет вычислить не только амплитудно-частотную, но и фазочастотную характеристику сигнала, построить форму искажённого сигнала и оценить степень искажений (см. рис. 10).

При изучении сильно зашумлённых сигналов обычные осциллограммы бесполезны – видна лишь шумовая дорожка. Спектр позволяет выявить и изменить основные частотные составляющие сигнала – частоту и амплитуду, а спектрограмма позволяет наблюдать их изменение во времени (см. рис. 11).

Некоторые фирмы (Tektronix, Agilent, Rohde&Schwarz и др.) выпускают гораздо более высокочастотные анализаторы спектра – вплоть до 300 ГГц. Но это дорогие и обычно громоздкие приборы специального назначения. Чаще всего их возможности для наших разработчиков кажутся почти фантастическими, а цена – запредельной.

Стоит отметить ещё один класс приборов – генераторы сигналов различной формы [4]. В наши дни завершается переход на полностью цифровые генераторы, и число типов таких генераторов на рынке нарастает лавинообразно. Наряду с громоздкими генераторами ведущих фирм мира с уникальными параметрами, на рынок поставляются бюджетные модели генераторов китайских, южнокорейских и российских фирм. Например, автор приобрёл бюджетный генератор АКТАКОМ AWG-4150, который имеет два независимых канала и генерирует полсотни видов сигналов различной формы, включая произвольную.

Новый модельный ряд цифровых генераторов сигналов различной формы DG5000 (см. рис. 12) крупной китайской компании RIGOL включает модели с максимальными частотами от 100 до 350 МГц. Генераторы имеют графический TFT-дисплей с высокой разрешающей способностью, диагональю



Рис. 13. Анализатор источников электропитания фирмы Agilent



Рис. 14. Современная лаборатория с рабочими местами, оборудованными приборами разных фирм



Рис. 15. Компьютеризованное рабочее место

4,3" (11 см) и 16 млн цветов, который отображает форму сигнала, значения установленных параметров, карту кодоимпульсной модуляции сигнала и другие данные. Минимальное время нарастания и спада составляет 2,5 нс в старших моделях и 3 нс в младших.

Немаловажное значение имеют источники электропитания электронной аппаратуры. Сейчас на рынке можно найти множество типов линейных и импульсных источников электропитания с практически любыми характеристиками. Фирма Agilent выпускает анализаторы источников электропитания с полным набором средств их контроля и встроенными блоками для питания внешних испытуемых устройств (см. рис. 13).

Остаётся сказать несколько слов о рабочих местах (см. рис. 14) разработчиков оборудования для научной, в частности, микроэлектронной, атомной и космической областей [5]. Обычно в них используются лучшие приборы фирм Tektronix, Agilent и LeCroy с верхней частотой полосы исследуемых сигналов от 300 МГц до 5–6 ГГц. Есть приборы реального времени с верхней частотой до 40–50 ГГц и стробоскопические осциллографы с частотой до 80–100 ГГц. Это дорогие (мно-

гие десятки тысяч долларов) и уникальные приборы штучного применения.

При разработке и тестировании электронных компонентов и узлов широко применяются приборы с компьютерной обработкой данных и компьютерным управлением (см. рис. 15). В процессе разработки и производства даже одной СБИС используются десятки приборов, на базе которых создают специализированные измерительные стенды (см. рис. 16).

Дорогие и уникальные приборы вряд ли можно увидеть на обычных рабочих местах. Но надо понимать, что подобные генераторы, широкополосные осциллографы и анализаторы сигналов, СВЧ-анализаторы спектра и анализаторы цепей определяют лицо современной электроники и её новых разработок на базе достижений фундаментальной науки.

ЛИТЕРАТУРА

1. Дьяконов В.П. Современная осциллография и осциллографы. СОЛОН-Пресс, 2005.
2. Афонский А.А., Дьяконов В.П. Измерительные приборы и массовые электронные измерения. СОЛОН-Пресс, 2007.
3. Афонский А.А., Дьяконов В.П. Цифровые анализаторы спектра, сигналов и логики. СОЛОН-Пресс, 2009.



Рис. 16. Установка (стенд) фирмы Keithley для контроля параметров интегральных микросхем

4. Дьяконов В.П. Современные измерительные генераторы сигналов. ДМК-Пресс, 2011.
5. Афонский А.А., Дьяконов В.П. Электронные измерения в нанотехнологиях и в микроэлектронике. ДМК-Пресс, 2011.
6. Дьяконов В.П. MATLAB и SIMULINK для радиоинженеров. ДМК-Пресс, 2011. ©

**ФОТО-
конкурс**

Редакция журнала «Современная электроника» объявляет фотоконкурс – «Рабочее место разработчика электроники».

Присылайте фотографии своего рабочего места на электронный адрес smirnov.a@soel.ru.

Присланные работы будут выкладываться на сайте www.soel.ru, и в режиме открытого голосования определяются авторы наиболее интересных снимков.

Фотографии, получившие наибольшее количество голосов, будут опубликованы в нашем журнале.

Редакция журнала «Современная электроника»

Модули фильтрации и защиты от перенапряжений для питающих сетей постоянного тока

Виктор Жданкин (Москва)

Одним из главных направлений оптимизации и повышения эффективности систем вторичного электропитания является создание специализированных функциональных узлов, которые дополняют существующие компоненты широкого применения.

Введение

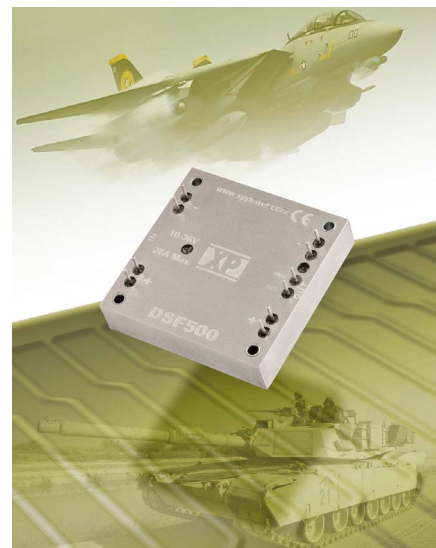
Функционально-модульное проектирование систем электропитания позволяет снизить затраты на проектирование и повысить надёжность и качество электрического питания. Широкое внедрение модульных принципов построения радиоэлектронных средств коммерческого, общепромышленного и специального назначения является основой создания современных источников вторичного электропитания в виде стандартных электронных модулей, надёжно работающих в условиях воздействия импульсных помех и перенапряжений.

Для подавления помех во входных и выходных цепях импульсных источников питания используются встроенные помехоподавляющие фильтры. Но для различной радиоэлектронной аппаратуры нормируются разные допустимые уровни помех, поэтому экономически нецелесообразно встраивать в источники питания фильтры, подавляющие помехи до самого низкого уровня. Если же эффективности встроенного фильтра недостаточно, можно использовать внешние фильтры.

Многие ведущие зарубежные и российские компании, выпускающие универсальные модули питания, разрабатывают и помехоподавляющие фильтры, которые предназначены для совместного использования. Компания XP Power выпускает модули фильтров для широкого диапазона токов, удовлетворяющие высоким требованиям стандартов подавления радиопомех. Некоторые модули фильтров снабжены варисторами для ограничения выбросов напряжения. Модули фильтров и ограничители импульсных напряжений XP Power предназначены для применения с DC/DC-преобразователями серии MTC, которые соответствуют требованиям военных стандартов по стойкости к внешним воздействующим факторам и помехоустойчивости, а также для использования с преобразователями промышленного класса.

Модуль помехоподавляющего фильтра и защиты от импульсных помех MTF50

Помехоподавляющий фильтр MTF50 разработан для систем электропитания авиационной аппаратуры и назем-



ной аппаратуры специальной техники. Это изделие характеризуется широкими функциональными возможностями и обеспечивает экономический эффект от применения компонентов, доступных на коммерческом рынке (Commercial Off-The-Shelf, COTS). Модуль MTF50 предназначен для ослабления кондуктивных помех, создаваемых в цепях питания и коммутации постоянного тока радиоэлектронной аппаратуры DC/DC-преобразователями серии MTC, и для защиты от воздействия кондуктивных помех, определённых стандартом MIL-STD-461E, а также выбросов напряжения и импульсных помех, заданных стандартами MIL-STD-1275A-D и MIL-STD-704A-F. Структурная схема модуля MTF50 показана на рисунке 1.

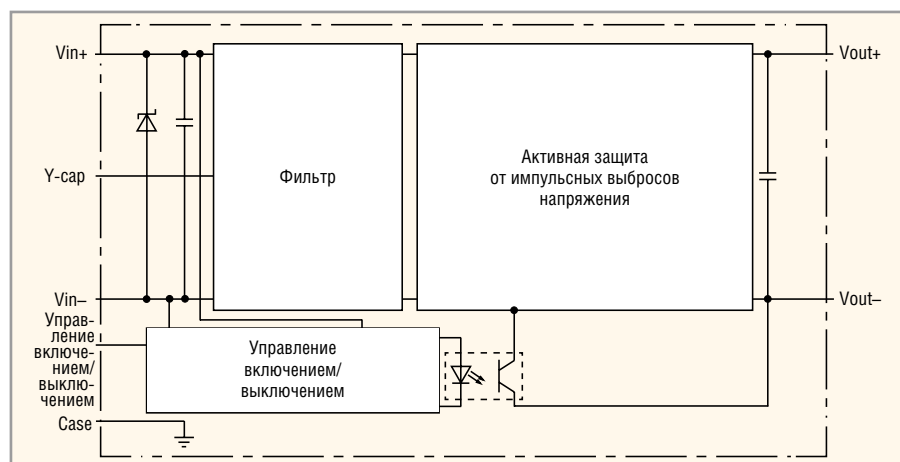


Рис. 1. Структурная схема модуля фильтрации MTF50

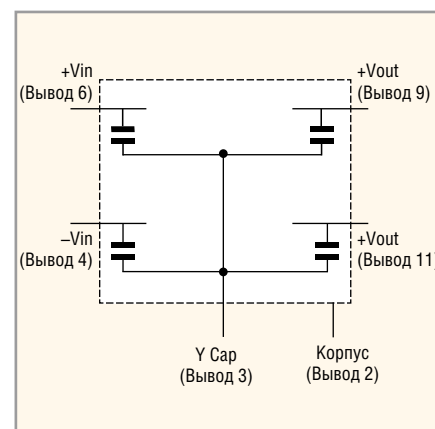


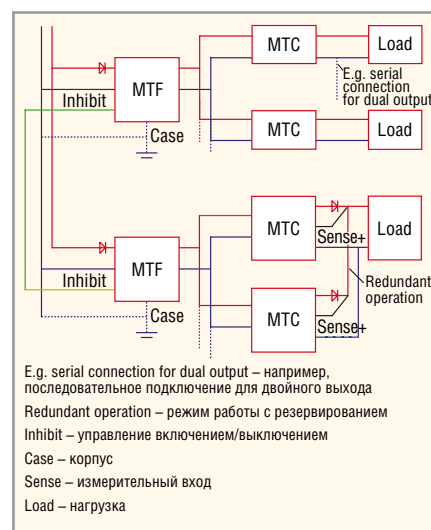
Рис. 2. Схема включения четырёх конденсаторов типа Y внутри модуля MTF50

Модуль MTF50 имеет четыре встроенных конденсатора типа Y, подключённых к выводу 3 (см. рис. 2). В зависимости от назначения и конфигурации системы, этот вывод может быть соединён с корпусом (Case), выводом –Vin, либо оставлен не подключённым. Типовая схема применения модуля MTF50 приведена на рисунке 3.

Внешний вид модуля MTF50 показан на рисунке 4. Функциональные узлы и элементы модуля размещены в металлическом корпусе с размерами $40,0 \times 26,0 \times 12,7$ мм. Корпус обеспечивает защиту функциональных узлов и элементов модуля от механических повреждений, а также эффективный отвод тепла во внешнюю среду. Корпус модуля герметизирован компаундом,

что гарантирует целостность изделия и успешное прохождение испытаний на стойкость к воздействию соляного (морского) тумана [1], а также других видов климатических факторов. Кроме того, компаунд имеет хорошую теплопроводность.

Показатели стойкости модуля MTF50 к внешним воздействующим факторам и его технические характеристики приведены в таблицах 1 и 2, соответственно. Значения среднего времени наработки на отказ (MTBF), вычисленные для различных условий эксплуатации по стандарту MIL-HDBK-217F, приведены в таблице 3. Схема соединения модуля MTF50 с DC/DC-преобразователями серии MTC показана на рисунке 5. На рисунке 6 приведены спектро-



**Рис. 3. Типовая схема применения модуля
фильтрации MTF50**



Рис. 4. Внешний вид модуля фильтрации MTF50

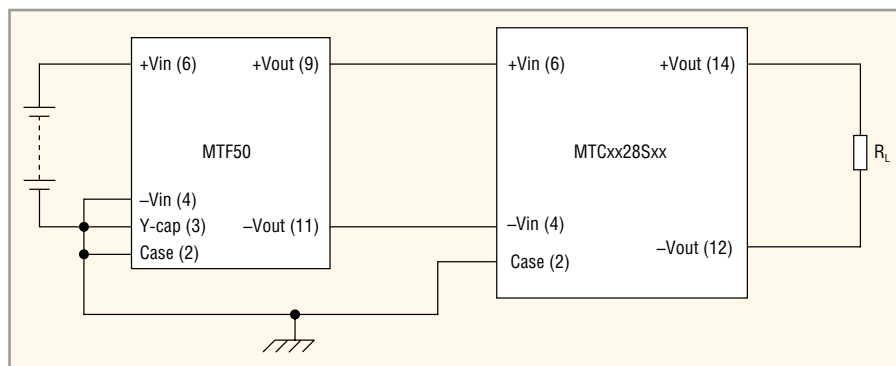


Рис. 5. Схема соединения модуля MTF50 с DC/DC-преобразователями серии MTC для обеспечения электромагнитной совместимости

Таблица 1. Стойкость модуля MTF50 к внешним воздействующим факторам

Параметр	Минимальное значение	Типичное значение	Максимальное значение	Примечания и условия
Рабочая температура корпуса, °C	-40	—	+100	Основание корпуса
Расширенный диапазон рабочих температур, °C	-55	—	+100	Основание корпуса ¹
Температура хранения, °C	-55	—	+100	Температура окружающей среды
Влажность, %	—	88	—	Относительная влажность
Высота, м	—	—	21 336	MIL-STD-810D. Метод 500.2
Удар	—	100g	—	MIL-STD-810D. Метод 516.3 «Аварийный отказ для наземного оборудования»
Частоты вибрации, Гц	5	—	500	MIL-STD-810D. Метод 514.3 «3g для основных видов транспорта»
Ударная тряска	—	40g	—	2000 ударов по каждой оси. MIL-STD-810D. Метод 516.3 «Аварийный отказ»

¹ Для заказа модуля с расширенным диапазоном рабочих температур необходимо добавить суффикс «-LT» к шифру компонента: MTF50-LT

Таблица 2. Технические характеристики модуля MTF50

Параметр	Минимальное значение	Типовое значение	Максимальное значение	Примечания и условия
Входные характеристики				
Входное напряжение, В	15,5	28	40	Длительный режим работы
Диапазон изменения входного напряжения, В	10	—	50	В течение 10 с (макс.)
Пусковой ток, А	13,3	24,7	39,4	Пиковое значение
Выходные характеристики				
Максимальное выходное напряжение, В	44	—	47,5	Фиксируемое значение менее 50 В
Номинальное выходное напряжение, В	—	—	—	Не регулируется. Выходное напряжение пропорционально входному напряжению: $V_{out} = V_{in} - I_{out} \times R_{series}$
Выходная мощность, Вт	—	—	50	15,5...40 В Входное напряжение 10...15,5 В в течение 10 с (макс.) или 40...50 В в течение 10 с (макс.)
КПД, %	—	97	—	—
Общие характеристики				
Сопротивление, Ом	—	0,25	—	От входа до выхода (Rseries)
Рассеиваемая мощность в дежурном режиме, Вт	—	0,1	—	—
Rth, тепловое сопротивление корпус – окружающая среда, °C/Вт	—	8	—	—

Примечания:

Требуется установка внешнего предохранителя;

Защита от обратного напряжения обеспечивается внешней схемой.

Таблица 3. Вычисленные значения MTBF (часы) модуля MTF50

Температура окружающей среды, °C	Наземная переносная аппаратура	Аппаратура, установленная в обитаемом отсеке транспортного самолёта	Аппаратура, установленная в обитаемом отсеке истребителя
20	693 264	600 672	301 882
40	471 398	410 083	203 684
60	320 466	284 139	141 178
80	218 610	199 505	100 179
100	148 081	140 201	72 052

граммы помех для модуля DC/DC-преобразователя MTC1528S12 с применением модуля фильтрации MTF50 (б) и без него (а). Видно, что в последнем случае не обеспечивается уровень подавления помех, требуемый стандартом (красная линия).

В статье [2] рассмотрены особенности применения модуля MTF50 совместно с модулем поддержания напряжения MTH100 и DC/DC-преобразователями серии MTC в авиационном и специальном наземном оборудовании с целью сохранения работоспособности электронной системы при кратковременном снижении напряжения входной шины.

Модуль активной защиты от перенапряжений и фильтрации DSF226

Модуль фильтрации и активной защиты от перенапряжений DSF226 обеспечивает защиту DC/DC-преобразователей в соответствии с требованиями военного стандарта DEF-STAN-61-5 в сети постоянного напряжения 28 В. Он герметизирован в металлическом корпусе и способен обеспечить на выходе мощность до 200 Вт. По стойкости к воздействиям импульсов напряжений DSF226 соответствует требованиям военного стандарта DEF-STAN-61-5 part 6 (issue 6) (Великобритания), а также MIL-STD1275A-D, DEF-STAN-59-411 и MIL-STD-461C, регламентирующих уровни излучаемых помех и показатели стойкости к воздействию импульсных помех для аппаратуры транспортных средств и авионики.

Модуль DSF226 обеспечивает активное подавление перенапряжений при полной мощности 200 Вт в диапазоне рабочих напряжений от 15 до 33 В, включая кратковременные (1 с) понижения напряжения до 10 В. Выходной канал отслеживает входное напряжение и фиксирует его на уровне 36 В. Модуль

DSF226 способен функционировать в диапазоне температур $-40...+100^{\circ}\text{C}$ на основании корпуса. Выходной сигнал превышения температуры корпуса может использоваться для мониторинга или отключения выхода фильтра.

Модуль DSF226 предназначен для совместного применения с DC/DC-преобразователями серий MTC, QSB и ICH, а также может быть объединён с преобразователями серий J (диапазон входного напряжения 4:1) для обеспечения разнообразных выходных каналов. Габаритные размеры модуля $56,1 \times 36,8 \times 12,9$ мм, вес 75 г. Внешний вид модуля DSF226 показан на рисунке 7. Типовые схемы включения модуля DSF226 приведены на рисунках 8 и 9.

Модуль фильтрации и защиты от выбросов напряжения DSF100

Модуль активной защиты от электромагнитных помех и кратковременных выбросов напряжения DSF100 разработан для применения на входах DC/DC-преобразователей. Он может применяться с COTS-преобразователями серии MTC или DC/DC-преобразователями промышленного класса компании XP Power. Применение модуля DSF100 позволяет создать систему питания, которая соответствует требованиям стандартов MIL-STD-1275A-D (регламентирует помехоустойчивость аппаратуры специального наземного транспорта) и MIL-STD-461F. Модуль снабжён защитой от длительного обратного напряжения, входом дистанционного включения/выключения и защитой от перегрева. Максимальное значение тока, протекающего через модуль, составляет 3,7 А, максимальная мощность – до 100 Вт. Типичное значение КПД равно 98%. Диапазон рабочих температур $-40...+100^{\circ}\text{C}$ на основании корпуса. Габаритные размеры модуля $4,9 \times 31,9 \times 13,2$ мм, вес 50 г. На рисунке 10 показан внешний вид модуля DSF100.

Для повышения эффективности работы модуля в схеме защиты от обратной полярности входного напряжения, вместо традиционных последовательно включённых диодов используется МОП-транзистор (см. рис. 11). Модуль также защищён от выбросов напряжения с помощью варистора (M1).

На рисунке 12 приведена схема включения модуля DSF100 с целью подавления кондуктивных помех, генерируемых 30-Вт DC/DC-преобразователем MTC3028S15, до уров-

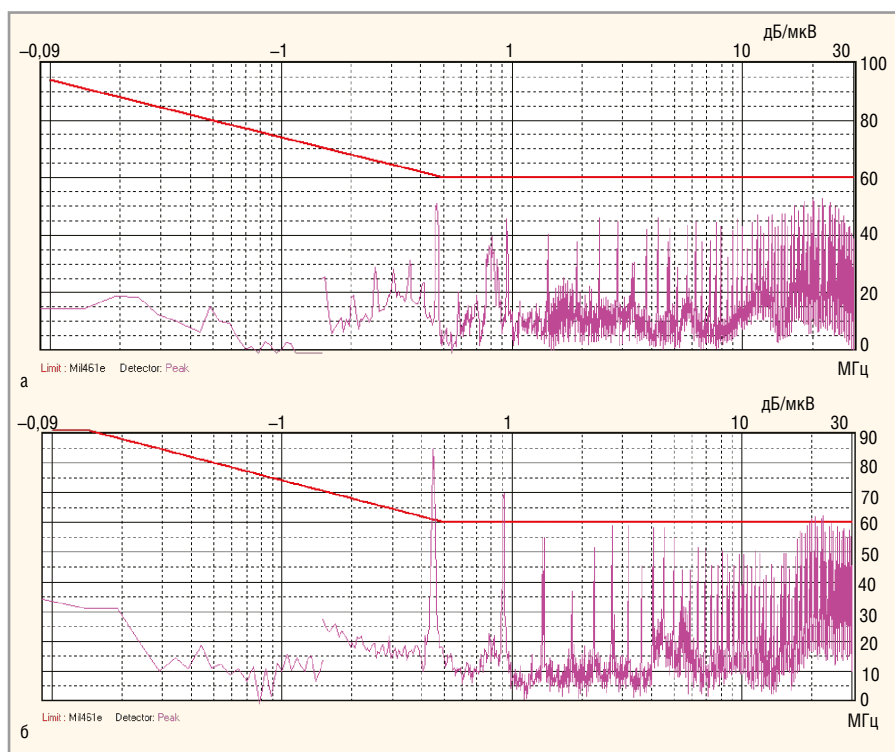


Рис. 6. Спектрограммы помех на входе модуля DC/DC-преобразователя MTC1528S12:

а) без модуля MTF50; б) на входе модуля MTF50 при использовании с MTC1528S12 (нормированная кривая CE102 по MIL-STD-461E)

ней, регламентируемых стандартом MIL-STD-461E (нормированная кривая CE102). Спектрограмма помех для этой схемы включения приведена на рисунке 13.

Модуль защиты от импульсных перенапряжений DSF500

Модуль защиты от перенапряжений микросекундной длительности



Рис. 7. Внешний вид конструкции модуля активной защиты и фильтрации DSF226

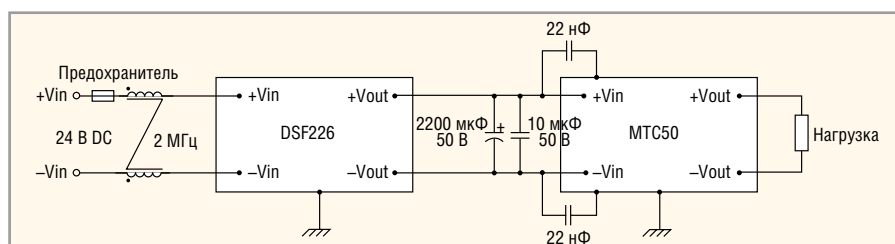


Рис. 8. Схема включения модуля DSF226 вместе с модулем DC/DC-преобразователя серии MTC50 для обеспечения соответствия требованиям стандарта DEF-STAN 59-411

(стандарт МО Великобритании; измерение уровня помех осуществляется в дБ/мкВ с применением LISN – Line Impedance Stabilization Network (схемы стабилизации импеданса шины), и датчика тока)

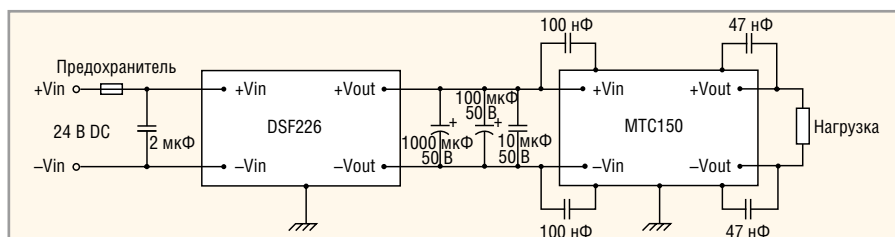


Рис. 9. Схема включения модуля DSF226 для обеспечения соответствия требованиям стандарта MIL-STD-461E (измерения уровня помех осуществляется в дБ/мкВ с применением эквивалента LISN)



Рис. 10. Модуль защиты от импульсных помех DSF100

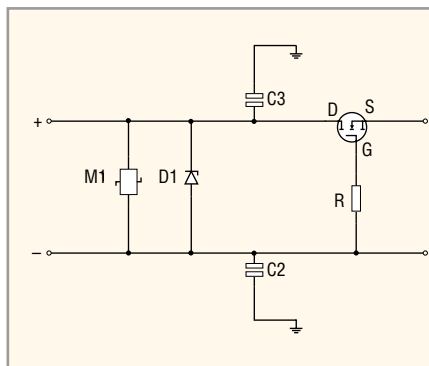


Рис. 11. Встроенные защиты от обратной полярности и ослабления импульсных помех в модуле DSF100

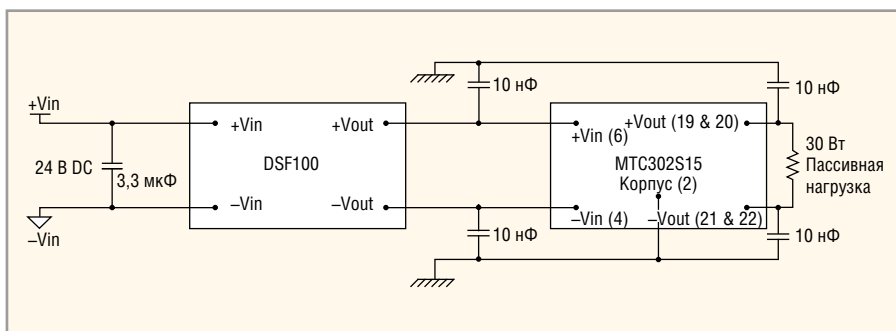


Рис. 12. Схема включения модуля DSF100 с DC/DC-преобразователем MTC3028S15 для обеспечения ограничения кондуктивных помех по норме CE102

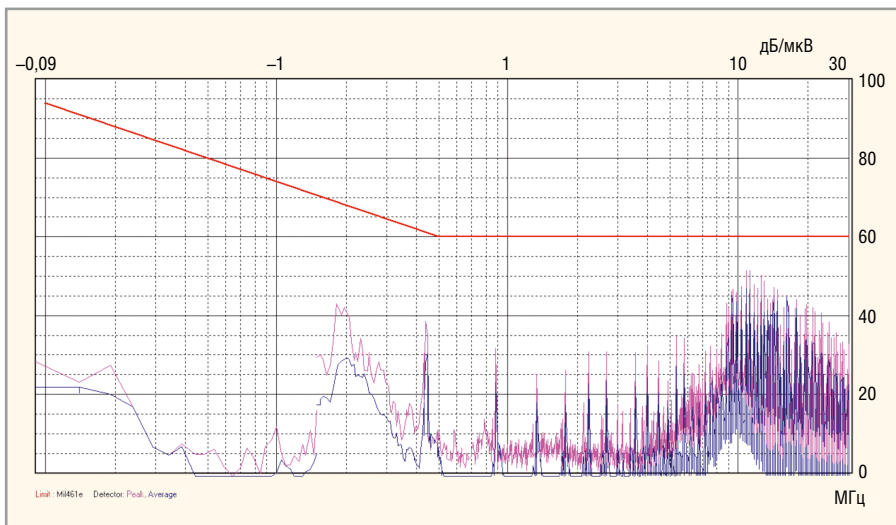


Рис. 13. Спектрограмма помех для схемы включения DSF100 вместе с MTC3028S15

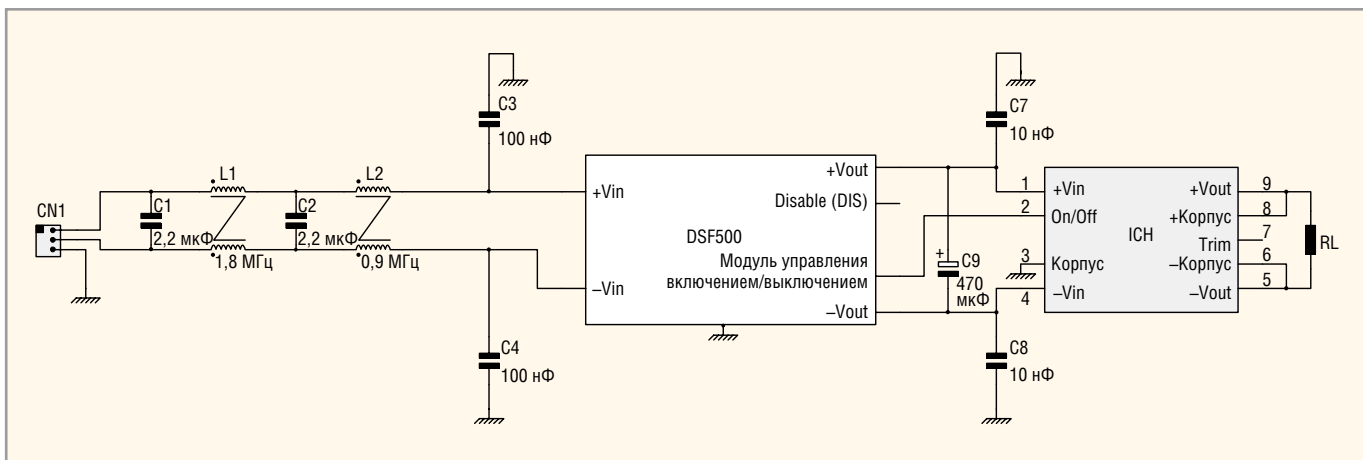


Рис. 15. Схема включения модуля DSF500 с DC/DC-преобразователем серии ICH

DSF500 предназначен для применения с DC/DC-преобразователями промышленного класса и обеспечивает соответствие требованиям стандартов MIL-STD-461F, DEF-STAN 59-411, MIL-STD 1275A-D и DEF-STAN 61-6 Part 6 по устойчивости к кондуктивным импульсным помехам большой энергии. Для обеспечения требований электромагнитной совместимости рекомендуется совместное применение DSF500 с модулем фильтрации FSO461. Это обеспечивает соответствие стандарту MIL-STD-461F по уровню кондуктивных помех и помехоустойчивости. В таблице 4 приведены сведения об электромагнитной совместимости и помехоустойчивости модуля DSF500.

На рисунке 14 показан внешний вид модуля DSF500 и фильтра FSO461. На рисунке 15 приведена схема включения модуля DSF500 совместно с DC/DC-преобразователем серии ICH (XP Power). Здесь для ограничения кондуктивных помех по норме CE102 на входе используется двухзвенный LC-фильтр, который подавляет симметричные и несим-

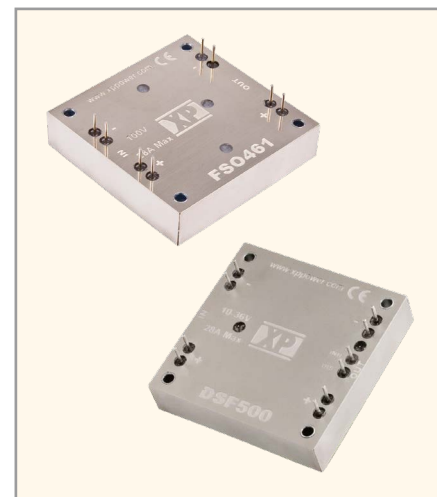


Рис. 14. Модуль ограничения выбросов напряжения DSF500 (а) и фильтр FSO461 (б)

Таблица 4. Электромагнитная совместимость и помехоустойчивость модуля DSF500

Стандарт	Уровень теста	Критерий
MIL-STD-461E/F1	CE102 CS101 CS114 CS115 CS116	—
DEF-STAN 59-411	DCE01/DCE02	—
MIL-STD-1275A-D	Импульсная помеха Выбросы напряжения Пульсации	± 250 В / 100 мкс 100 В / 50 мс на 0,5 мОм 14 В (переменная составляющая), размах
DEF-STAN 61-5	Pt 6. Iss. 5	—
MIL-STD-704A	Импульсная помеха 600 В / 10 мкс	Источник помехи имеет полное внутреннее сопротивление 50 Ом

¹ С внешними компонентами (см. рекомендации по применению).

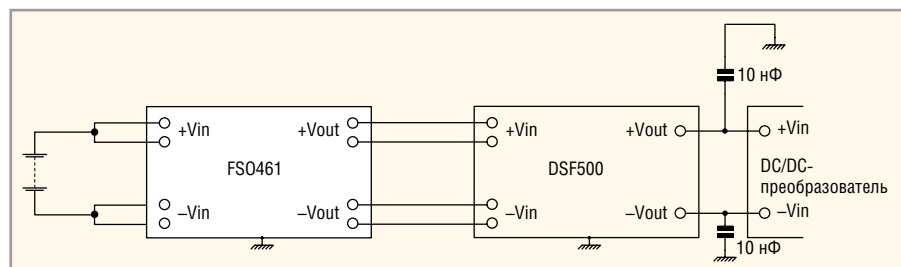


Рис. 16. Схема соединений модуля DSF500 и фильтра FSO461 с DC/DC-преобразователем

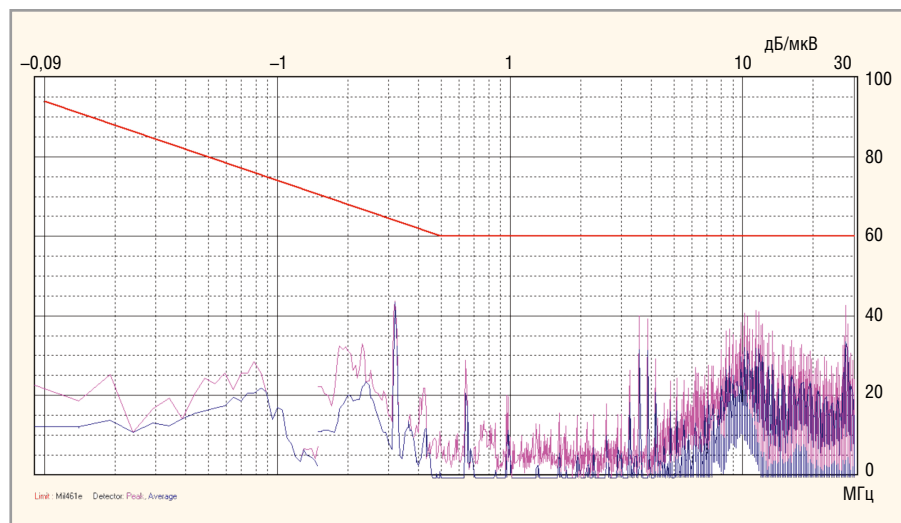


Рис. 17. Спектрограмма помех на входе схемы с модулем DSF500 и помехоподавляющим фильтром

метричные помехи. Схема соединений модулей DSF500 и FSO461 с преобразователем напряжения приведена на рисунке 16. Измеренные напряжения помех на входе схемы с модулем DSF500 и дополнительным фильтром иллюстрирует график на рисунке 17 (нормированное значение CE102 по MIL-STD461E).

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Для обеспечения жёстких требований стандартов подавления радиопомех большинство DC/DC-преобразователей следует использовать с внешними модулями фильтров. Применение компактных фильтров с высоким коэффициентом подавления позволяет оптимизировать габаритные размеры распределённых систем электропитания, поэтому спрос

на такие фильтры с каждым годом увеличивается. Производители модулей фильтрации и защиты от импульсных помех постоянно совершенствуют конструкцию модулей, внедряя современные магнитные материалы и конденсаторы.

ЛИТЕРАТУРА

1. Test Report 006462_01_H. KRIWAN Testzentrum GmbH & Co. KG MTC DC-DC Converter and DSF-Filter. December. 26. 2006.
2. Жданкин В.К. Модуль поддержания напряжения уменьшает ёмкость буферного конденсатора на 80%. Силовая электроника. № 1. 2011.
3. Жданкин В.К. DC/DC-преобразователи для военных систем: гибридная технология или технология поверхностного монтажа на печатную плату? Современная электроника. № 4. 2008.



Особенности реализации полупроводниковых датчиков температуры

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

В статье рассмотрены температурные зависимости вольтамперных характеристик элементов биполярных микросхем, проанализированы схемотехника и параметры полупроводниковых датчиков температуры серий LM, MCP, TMP и ADT. Особое внимание уделено повышению точности измерения.

ВВЕДЕНИЕ

Датчик температуры – один из наиболее распространённых первичных измерительных преобразователей. Это объясняется как потребностью в высокоточной регистрации температуры для многих областей науки и техники, так и необходимостью осуществления компенсации температурного изменения основных характеристик в различных микроэлектронных устройствах [1].

Различие диапазона регистрируемых температур и требований к согласованию с микроконтроллерами обуславливают существование разнообразных термочувствительных элементов и их интерфейсов. Так, в качестве термочувствительных элементов чаще всего применяют термопары (Thermocouple), резистивные температурные датчики (Resistive Temperature Detector), термисторы (Thermistor), полупроводниковые активные и пассивные элементы, а выходной информацией температурных датчиков может быть [2, 3]:

- напряжение или ток, пропорциональные температуре (Analog Output);
- частота, пропорциональная температуре (Frequency Output);
- скорость изменения выходного сигнала, пропорциональная температуре (Ramp Rate Output);
- коэффициент заполнения выходного сигнала, пропорциональный температуре (Duty Cycle Output);
- цифровые данные (Serial Output), передаваемые по разным шинам, например, SPI, I²C, SMBus;
- логический уровень, показывающий превышение заданной температуры или нахождение в заданном диапазоне температур (Logic Output).

Целью настоящей статьи является аналитический обзор датчиков тем-

пературы, допускающих как отдельное применение, так и использование в составе микроэлектронных интерфейсов [1, 4]. В большинстве случаев такие датчики должны работать в диапазоне температур –60...+125°C, обеспечивать аналоговый выход и технологическую совместимость с интегральными схемами (ИС) интерфейсов.

ТЕМПЕРАТУРНЫЕ ЗАВИСИМОСТИ ПАРАМЕТРОВ ОСНОВНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ ИС

Температурные зависимости параметров элементов ИС были исследованы при проектировании источников опорного напряжения [5]. Некоторые из этих зависимостей, например, падение напряжения на прямосмещённом *p-n*-переходе, являются основой построения термочувствительных элементов, а другие, такие как температурная зависимость сопротивления полупроводниковых резисторов и обратного тока насыщения *p-n*-перехода, приводят к нелинейности преобразования температуры в амплитуду выходного сигнала датчика. Таким образом, при проектировании датчиков температуры необходимо представлять температурные зависимости элементов и правильно учитывать их при схемотехническом моделировании, а также рассматривать возможность компенсации нелинейных температурных эффектов.

Биполярные транзисторы

Биполярные транзисторы (БТ) используются в различных цепях ИС для усиления напряжения и тока, формирования источников и повторителей тока, сдвига уровня постоянного напряжения, в качестве термочувствительных элементов и пр. В зависимости от области применения, к параметрам

БТ предъявляются различные требования, которые будут рассмотрены ниже.

Основную температурную зависимость кремниевых БТ описывают выражения [6]:

$$I_C \approx IS \times \exp \frac{V_{BE}}{\phi_T}, \quad (1)$$

$$IS = \text{const} \times T^n \times \exp -\frac{E_{G0}}{\phi_T}, \quad (2)$$

где I_C – коллекторный ток; IS – обратный ток насыщения эмиттерного перехода; V_{BE} – падение напряжения на прямосмещённом эмиттерном переходе; $\phi_T = k \times T/q$ – температурный потенциал; k – постоянная Больцмана; T – температура в градусах Кельвина; q – заряд электрона; const – постоянная, определяемая физико-технологическими параметрами БТ, не зависящая от температуры и прямо пропорциональная площади эмиттерного перехода S_E ; n – показатель степени, описывающий, в том числе, температурную зависимость подвижности неосновных носителей заряда, n изменяется от 1,5 до 3 [6]; E_{G0} – ширина запрещённой зоны кремния при $T = 0$ К.

При работе БТ в широком диапазоне коллекторных токов необходимо учитывать отклонение вольтамперной характеристики (ВАХ) от экспоненциальной зависимости (1), которое обычно описывается с помощью зависящего от коллекторного тока m -фактора:

$$I_C \approx IS \times \exp \frac{V_{BE}}{m \times \phi_T} = \text{const} \times T^n \times \exp \frac{V_{BE} - E_{G0}}{m \times \phi_T}. \quad (3)$$

Чаще всего величина m -фактора находится в диапазоне от 1 до 3. В области малых токов отклонение m от единицы объясняется усилением влияния на работу БТ процессов рекомбинации, а в области больших токов – сопротивлением базовой области и эффектами высокого уровня инжекции, поэтому значение m -фактора частично зависит от конструкции транзистора. Так, для горизонтальных *p-n-p*-транзисторов отклонение m от единицы в области малых коллекторных токов обыч-

но проявляется раньше, чем для $n-p-n$ -транзисторов из-за увеличения рекомбинационных токов. Уменьшить величину m -фактора в области больших коллекторных токов возможно с помощью конструкций БТ, обеспечивающих малое сопротивление базовой области.

На ВАХ транзисторов также влияют механические напряжения, возникающие на кристалле из-за действия различных температурных коэффициентов расширения материалов подложки и корпуса или при герметизации кристалла с помощью полимеров [7]. Эти напряжения являются одной из причин долговременного дрейфа характеристик. Экспериментальные исследования показали, что изменение характеристик вертикальных $p-n-p$ -транзисторов с коллектором на подложке при наличии механических напряжений меньше, чем $n-p-n$ -транзисторов [8].

Таким образом, при выборе БТ для датчиков температуры можно рекомендовать:

- в качестве термочувствительного элемента – прямосмещённый эмиттерный переход вертикального $p-n-p$ -или $n-p-n$ -транзистора (не допускается использование горизонтального $p-n-p$ -транзистора);
- конструкцию БТ с минимальным сопротивлением базовой области;
- максимальное увеличение плотности коллекторного тока до появления области, в которой $m > 1$.

Последнее условие легко выполнить при схемотехническом моделировании БТ, включённого по схеме с общей базой, и расчёте m -фактора по соотношению:

$$m = \frac{V_{BE}}{\phi_T \times \ln \frac{I_C}{I_{CM1}} + V_{BEM1}}, \quad (4)$$

где V_{BEM1} – падение напряжения на прямосмещённом эмиттерном переходе при величине коллекторного тока I_{CM1} , соответствующей среднему уровню токов, где $m \approx 1$.

Пример моделирования и расчёта m -фактора, позволяющий выбрать область рабочих токов и напряжений, приведён на рисунках 1 и 2 для $n-p-n$ -транзистора базового матричного кристалла «АБМК-1.3» [5]. В соответствии с правилами графического постпроцессора системы проектирования OrCAD на вертикальной оси отображена переменная $V(Vb:+)/ (714.29mV +$

$+ 26mV \cdot \log(I(Q1:c)/50.63\mu A))$, которая соответствует (4) при $V_{BEM1} = 714,29$ мВ, $I_{CM1} = 50,63$ мкА, $\phi_T = 26$ мВ.

Важность учёта m -фактора при выборе БТ в качестве термочувствительного элемента неоднократно отмечалась в литературе [9, 10]. Поэтому для обеспечения высокой точности температурных измерений с помощью дискретных транзисторов можно рекомендовать выполнение измерений и отбор транзисторов по m -фактору в соответствии с (4), например, с применением измерителя параметров полупроводниковых приборов ИППП-1 и графического постпроцессора OrCAD [11, 12].

Из (3) получаем соотношения для определения прямого падения напряжения на эмиттерном переходе БТ $V_{BE} = f(I_C, T)$ и его температурного изменения $dV_{BE}/dT = f(I_C, T)$:

$$\frac{V_{BE}}{m} = E_{G0} \times \left(1 - \frac{T}{T_0}\right) + \frac{V_{BE0}}{m} \times \frac{T}{T_0} + \frac{n \times k \times T}{q} \times \ln \frac{T_0}{T} + \frac{k \times T}{q} \times \ln \frac{I_C}{I_{C0}}, \quad (5)$$

$$\frac{1}{m} \times \frac{dV_{BE}}{dT} = -\frac{E_{G0}}{T_0} - \frac{V_{BE0}}{m} \times \frac{1}{T_0} - \frac{n \times k}{q} \times \left(1 + \ln \frac{T}{T_0}\right) + \frac{k}{q} \times \ln \frac{I_C}{I_{C0}}, \quad (6)$$

где V_{BE0} – падение напряжения на прямосмещённом эмиттерном переходе в опорной рабочей точке при $T = T_0$, $I_C = I_{C0}$.

Заметим, что для транзистора типа GC1E $n = 1,23$ в диапазоне температур от 200 до 400 К и $I_{C0} = 400$ мкА, поэтому в соответствии с (6) температурный коэффициент dV_{BE}/dT при $T = 300$ К будет составлять $-1,744$ мВ/К.

Характеристики ряда аналоговых устройств, выполненных на БТ, зависят от статического коэффициента передачи тока в схеме с общим эмиттером (β) и его температурной зависимости, для оценки которой справедливо условие [13]:

$$\frac{d\beta}{\beta} \times \frac{1}{dT} = +0,005 \left[\frac{1}{^\circ C} \right]. \quad (7)$$

В Spice-подобных симуляторах температурную зависимость $\beta = \beta(T)$ характеризуют главным образом параметром XTB :

$$BF(T) = BF(T_0) \times \left(\frac{T}{T_0} \right)^{XTB}, \quad (8)$$

где $BF(T)$, $BF(T_0)$ – величина Spice-параметра BF при температуре T , T_0 ;

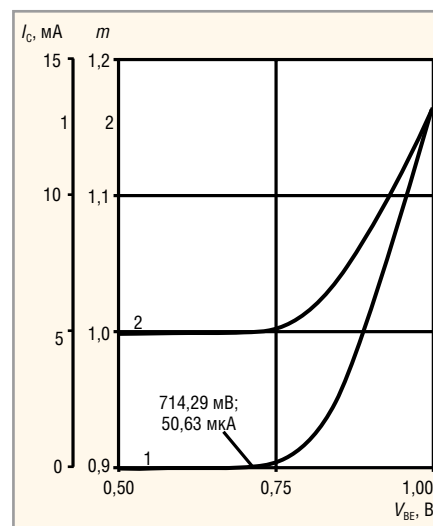


Рис. 1. Зависимость коллекторного тока (график 1, ось 1) и m -фактора (график 2, ось 2) от напряжения на прямосмещённом эмиттерном переходе $n-p-n$ -транзистора типа GC1E

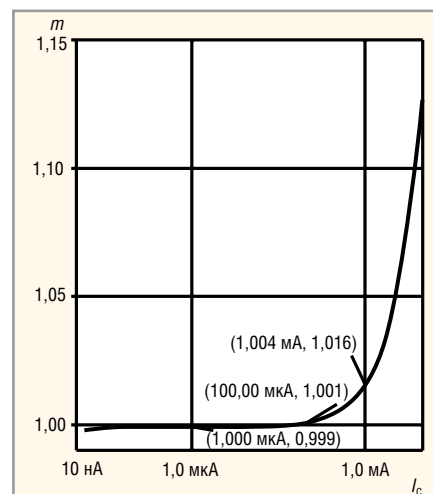


Рис. 2. Зависимость m -фактора от коллекторного тока $n-p-n$ -транзистора типа GC1E

$BF = \beta$ в активном режиме работы БТ в прямом включении в том случае, когда допустимо пренебречь зависимостью β от тока и напряжения на коллекторном переходе, XTB – температурный коэффициент параметра BF .

Обычно за величину параметра BF принимают максимум функции [14]:

$$\beta = \beta(I_C) \text{ при } V_{CB} = 0, \quad (9)$$

поэтому величину XTB необходимо подобрать таким образом, чтобы при крайних значениях диапазона температур для максимального β обеспечивалось выполнение условия (8). Например, максимальная величина β при температуре $-60^\circ C$ составляла 54,18%, а при $+125^\circ C$ – 134,68%, значения при нормальных же условиях ($27^\circ C$) – 89,21%, как показано на рисунке 3 для транзисторов «АБМК-1.3».

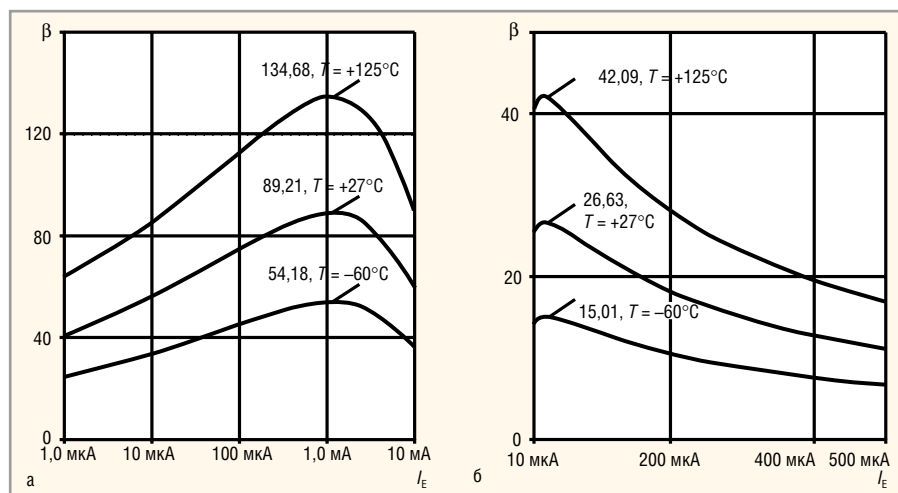


Рис. 3. Температурная зависимость β биполярных транзисторов «АБМК-1.3»:

а – n - p - n -типа 2GC; б – p - n - p -типа PNPJFnp

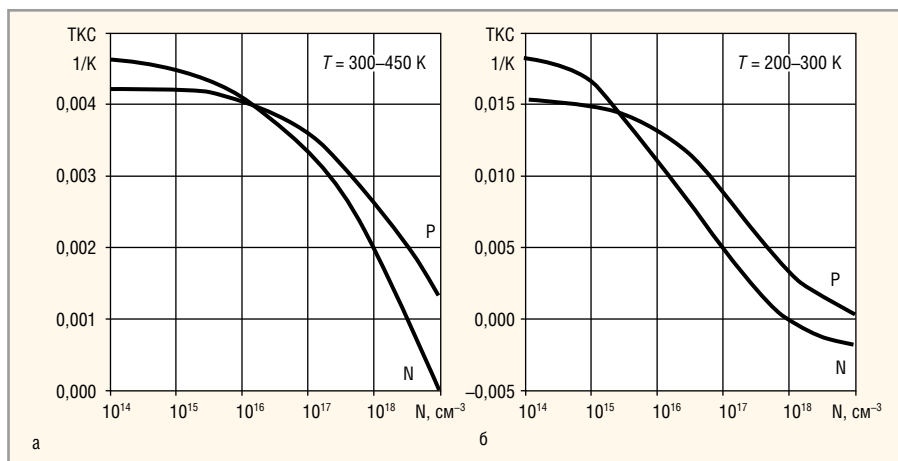


Рис. 4. Температурный коэффициент сопротивления кремниевых резисторов разного типа проводимости в зависимости от концентрации примеси при температурах 300–450 К (а) и 200–300 К (б)

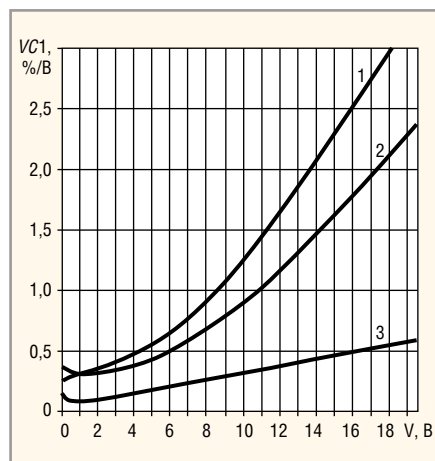


Рис. 5. Зависимость коэффициента $VC1$ от напряжения:

- 1 – для p -резистора: $L = 7,5$ мкм, $W = 10$ мкм;
- 2 – для p -резистора: $L = 9,0$ мкм, $W = 10$ мкм;
- 3 – для ПКК-резистора: $L = 192$ мкм, $W = 20$ мкм

Резисторы

Зависимость сопротивления резистора от напряжения и температуры $R(V, T)$ при моделировании часто представляется в следующем виде:

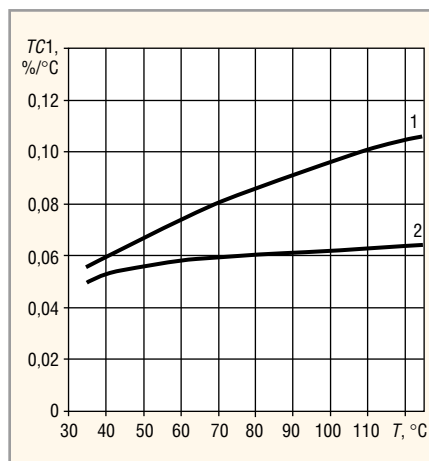


Рис. 6. Зависимость коэффициента $TC1$ от температуры:

- 1 – для p -резистора: $L = 7,5$ мкм, $W = 4$ мкм;
- 2 – для ПКК-резистора: $L = 192$ мкм, $W = 20$ мкм

$$R(V, T) = R_0 \times [1 + VC1 \times (V^+ - V^-) + VC2(V^+ - V^-)^2] \times [1 + TC1 \times (T - T_0) + TC2 \times (T - T_0)^2],$$

где V^+ , V^- – положительный и отрицательный потенциал выводов резисто-

ра; T , T_0 – текущая и номинальная температура; R_0 – сопротивление резистора при номинальной температуре и малом падении напряжения на резисторе; $VC1$ ($VC2$) – коэффициент линейной (квадратичной) зависимости сопротивления от напряжения (Voltage Coefficient of Resistance); $TC1$ ($TC2$) – коэффициент линейной (квадратичной) зависимости сопротивления от температуры (Temperature Coefficient of Resistance). В инженерной практике для расчётов обычно применяют только коэффициенты $VC1$, $TC1$, величины которых определяют как усреднённые значения в диапазоне напряжений и температур.

Нелинейность и температурная зависимость ВАХ резисторов может оказать значительное влияние на характеристики датчиков температуры, поэтому для прецизионных изделий рекомендуется применение тонкоплёночных резисторов с малым температурным коэффициентом сопротивления (ТКС). Если при разработке ИС доступны только полупроводниковые резисторы, то их следует выполнять на сильнолегированных полупроводниковых слоях с минимальным ТКС, который можно оценить по графикам на рисунке 4 [14].

Так, p -резисторы «АБМК-1.3» характеризуются сопротивлением слоя $R_s = 560$ Ом/квадрат и глубиной залегания $X_j = 0,36$ мкм, при этом их удельное сопротивление составляет $\rho \approx R_s X_j = 0,02$ Ом·см и средняя концентрация примеси $N = 3 \times 10^{18}$ см $^{-3}$. В диапазоне температур от 300 до 450 К для p -резисторов ТКС = 0,0015, а параметры модели $TC1 = 0,0015$, $TC2 = 0$.

Обычно полагают, что для полупроводникового резистора нелинейность ВАХ обусловлена распространением области пространственного заряда изолирующего p - n -перехода в токопроводящую область резистора. Этот эффект аналогичен действию затвора в полевых транзисторах с p - n -переходом, поэтому для описания нелинейности ВАХ полупроводникового резистора часто применяют комбинированную модель Шихмана-Ходжеса [14].

Резисторы современных микросхем чаще всего реализованы на сильнолегированных полупроводниковых слоях, расположенных в слаболегированных изолирующих карманах. В этом случае область пространственного заряда изолирующего p - n -перехода преимущественно распространяется в карман,

и нелинейность ВАХ резисторов в большей степени обусловлена насыщением скорости носителей заряда в электрических полях с большой напряжённостью. На рисунках 5 и 6 приведены результаты измерений ВАХ сильнолегированных резисторов разной длины (L) и ширины (W), сформированных с помощью технологического маршрута изготовления «АБМК-1.3», а именно для области p -типа с указанными выше параметрами и поликристаллического кремния (ПМК) с $R_s = 37$ Ом/квадрат и толщиной $X_j = 0,45$ мкм.

Результаты экспериментальных исследований позволили установить, что [5]:

- коэффициент $VC1$ зависит от напряжения, а $TC1$ – от температуры, поэтому для моделирования температурных датчиков необходим учёт параметров модели $VC2$, $TC2$;
- для уменьшения зависимости сопротивления сильнолегированного резистора от напряжения необходимо увеличивать его длину;
- наименьшей нелинейностью ВАХ в диапазоне температур обладает низкоомный ПМК- резистор.

СХЕМОТЕХНИЧЕСКИЕ РЕШЕНИЯ ДАТЧИКОВ ТЕМПЕРАТУРЫ

Для нахождения температуры допустимо использовать температурный коэффициент напряжения (ТКН) пробоя обратносмещённого p - n -перехода (см. рис. 7) [5]. Однако величина положительного ТКН лавинного пробоя (туннельный пробой с отрицательным ТКН обычно характеризуется высоким уровнем шумов), сравнивая по абсолютному значению с dV_{BE}/dT , обычно достигается при пробивном напряжении, превышающем 6 В, что приводит к нежелательному увеличению напряжения питания ИС.

Как указывалось ранее, в качестве термочувствительного элемента можно применять прямосмещённый эмиттерный переход БТ. Из соотношения (3) для БТ получим:

$$V_{BE} \approx \frac{m \times k \times T}{q} \times \ln \frac{I_C}{IS}. \quad (11)$$

Если коллекторный ток БТ поддерживать постоянным и измерять зависимость $V_{BE}(T)$, то абсолютную темпера-

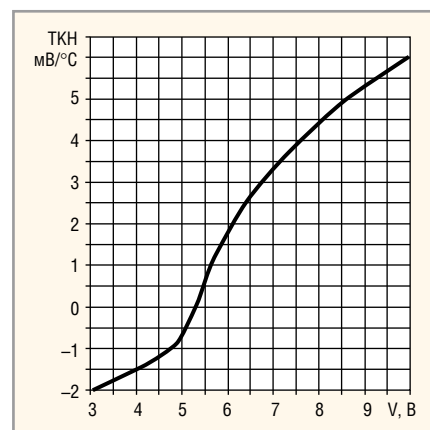


Рис. 7. Зависимость температурного коэффициента напряжения пробоя плоского кремниевого p - n -перехода от величины напряжения пробоя

туру в градусах Кельвина можно определить из соотношения:

$$T \approx \frac{q}{m \times k} \times \frac{V_{BE}}{\ln \frac{I_C}{IS}}. \quad (12)$$

К сожалению, величина IS имеет значительный технологический разброс и зависит от температуры, что затрудняет точное определение последней

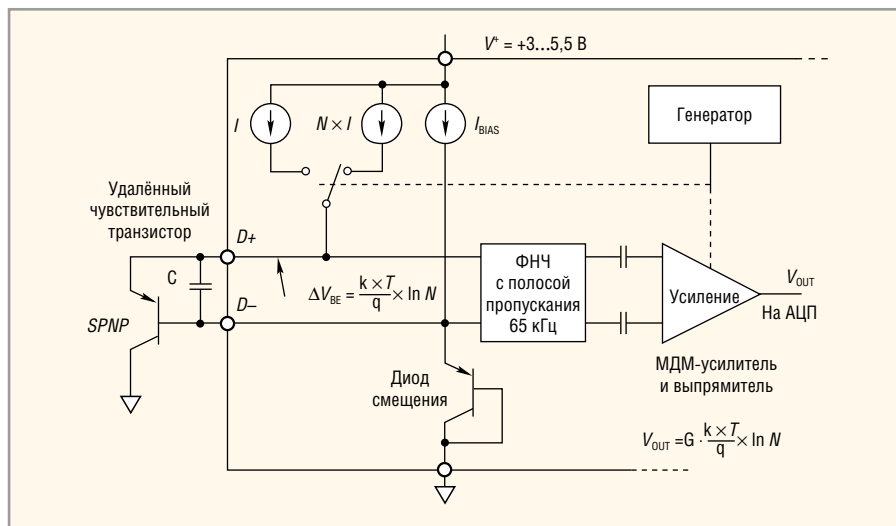


Рис. 8. Структурная схема температурного датчика в ИС ADM1021

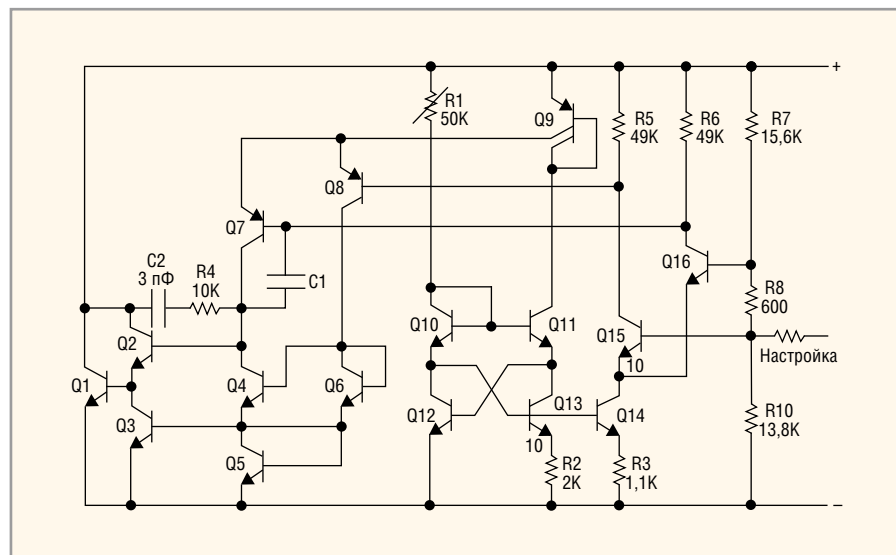


Рис. 10. Упрощённая электрическая схема температурного датчика LM135

в широком диапазоне значений. Для увеличения точности определения температуры часто используют так называемую дельта-методику, в соответствии с которой:

$$T \approx \frac{q}{m \times k} \times \frac{V_{BE2} - V_{BE1}}{\ln \left(\frac{I_{C2} \times I_{S1}}{I_{C1} \times I_{S2}} \right)}, \quad (13)$$

где V_{BE1} – величина V_{BE} при I_{C1} , I_{S1} .

Так, в некоторых температурных датчиках в качестве удалённого термочувствительного элемента используют прямосмещённый эмиттерный переход внешнего транзистора, через который попеременно задают два значения тока, отличающиеся в N раз ($I_{C1} = N \times I_{C2}$) (см. рис. 8), регистрируют V_{BE1} , V_{BE2} и с учётом (13), а также $I_{S1} = I_{S2} = IS$ рассчитывают температуру:

$$T \approx \frac{q}{m \times k} \times \frac{V_{BE1} - V_{BE2}}{\ln N}. \quad (14)$$

Как следует из (14), точность регистрации температуры в этом случае не зависит от величины IS , однако на погрешность измерений влияет ряд других факторов [10]:

- различное падение напряжения на полупроводниковых областях удалённого чувствительного транзистора и соединительных проводах при отличающихся коллекторных токах I_{C2} , I_{C1} ;
- наличие наводок, возникающих при коммутации токов I_{C2} , I_{C1} через внешний транзистор, усреднённое значение которых влияет на измеренную величину V_{BE} .

В датчиках, содержащих термочувствительный элемент и схему обработки сигнала на одном кристалле, для регистрации температуры применяют два БТ, работающих при одинаковом коллекторном токе $I_{C2} = I_{C1}$, но имеющих различные IS ($I_{S2} = N \times I_{S1}$) за счёт масштабирования площадей

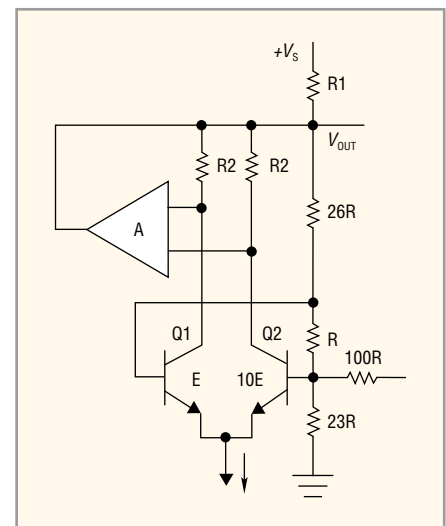


Рис. 9. Интегральный датчик температуры

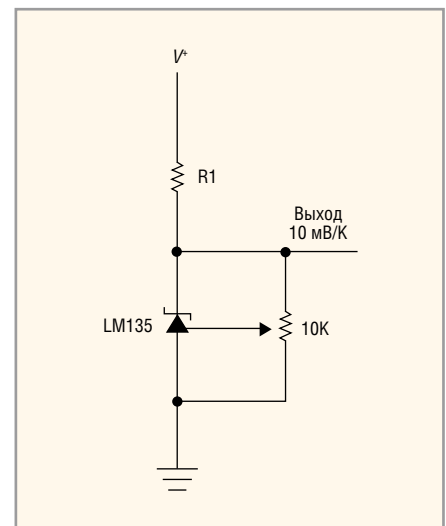


Рис. 11. Схема включения температурного датчика LM135

эмиттерных переходов транзисторов $S_{E2} = N \times S_{E1}$ (см. рис. 9) [15]. Усилитель А на рисунке 9 через цепь отрицательной обратной связи (ООС) устанавливает коллекторный ток Q1 такой величины, что напряжение между входами усилителя А близко к нулевому значению, т.е. коллекторные потенциалы Q1 и Q2 равны. Поскольку сопротивления коллекторных резисторов транзисторов Q1 и Q2 одинаковы, то действие ООС обеспечивает равенство коллекторных токов $I_{C1} = I_{C2}$, а падение напряжения на резисторе R (V_R) и выходное напряжение схемы (V_{OUT}) составляют:

$$V_R \approx V_{BE1} - V_{BE2} \approx \frac{m \times k \times T}{q} \times \ln N, \quad (15)$$

$$V_{OUT} \approx 50 \times \frac{m \times k \times T}{q} \times \ln N \approx 10 \frac{mB}{K}. \quad (16)$$

Резистор, обозначенный на рисунке 9 как 100R, применяется для подстройки выходного напряжения, а резистор R1 находится вне температурного датчика.

Такая схема регистрирует абсолютную температуру в градусах Кельвина; при её использовании для определения температуры в градусах Цельсия из выходного напряжения следует вычесть относительно высокий постоянный уровень, $V_{OUT}(T = 273 \text{ K}) \approx 2,711 \text{ В}$.

Рассмотренный метод формирования напряжения в соответствии с (15), прямо пропорционального абсолютной температуре (Proportional to Absolute Temperature, PTAT), используется во многих полупроводниковых датчиках, основное отличие которых заключается в различном уровне формируемого PTAT-напряжения и коэффициентах передачи масштабирующих усилителей, согласующих выходное напряжение температурного датчика с температурной шкалой в градусах Кельвина (K), Цельсия (°C) или Фаренгейта (°F).

На рисунках 10 и 11, соответственно, приведены упрощённая электрическая схема и схема включения температурного датчика LM135, в которой:

- Q15, Q16 – термочувствительные транзисторы с различающейся в 10 раз площадью эмиттерных переходов;

- масштабирование PTAT-напряжения $V_{BE16} - V_{BE15}$ осуществляется резистивным делителем в $(R7 + R8 + R10)/R8 = 50$ раз;

- R1, Q9 – Q14 – источник тока, питающий (I_{C14}) термочувствительные транзисторы и (I_{C9}) дифференциальный каскад усилителя ООС;

- усилитель ООС (А на рисунке 9) включает дифференциальный каскад Q7, Q8 с активной нагрузкой на «токовом зеркале» Q4, Q6 и выходной каскад с «открытым» коллектором Q1, нагрузкой которого является внешний резистор (R1 на рисунке 11).

Функционирование схемы, показанной на рисунке 10, аналогично схеме рисунка 9.

Особенностью датчика температуры LM134 (см. рис. 12 и 13) является выходной сигнал в виде тока, пропорционального абсолютной температуре с коэффициентом преобразования $0,336\%/^{\circ}\text{C}$ при 25°C . Источники тока на $p-n-p$ -транзисторах Q4, Q5 устанавливаются с помощью ООС (Q6, R_{SET}) одинаковый коллекторный ток термочувствительных $n-p-n$ -транзисторов Q1, Q2, соотношение площадей эмиттеров

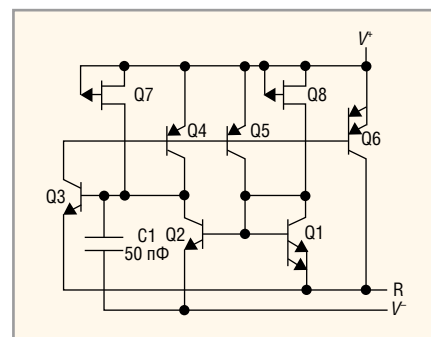


Рис. 12. Упрощённая электрическая схема температурного датчика LM134

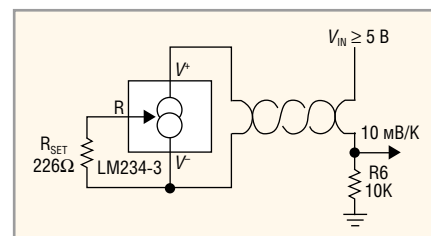


Рис. 13. Схема включения температурного датчика LM134

которых (12/1) выбрано таким образом, что PTAT-напряжение на резисторе R_{SET} , включённом между выводами R и V^- , составляет 64 мВ при 25°C . Так как $V_{BE6} = V_{BE5} = V_{BE4}$, то коллекторный ток

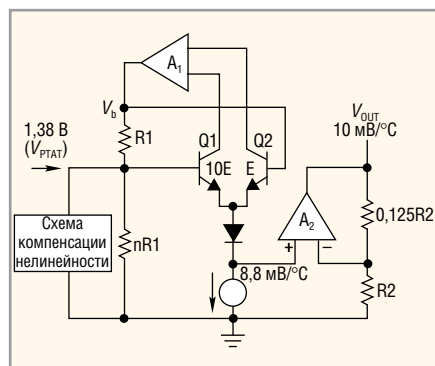


Рис. 14. Структурная схема температурного датчика LM35

Q6 точно масштабирован относительно коллекторных токов транзисторов Q4, Q5. При этом ток, протекающий через резистор R_{SET} , всегда составляет $17/18$ суммарного тока потребления I_{SET} ($S_{E4} = S_{E5} = S_{E6}/16$), втекающего в вывод V^+ :

$$I_{\text{SET}}(25^\circ\text{C}) = \frac{18}{17} \times \frac{64 \text{ MB}}{R_{\text{SET}}} = \frac{67,8 \text{ MB}}{R_{\text{SET}}}. \quad (17)$$

Транзистор Q3 применён вместо диодного включения Q4 для того, чтобы значительно уменьшить влияние базовых токов p - n - p -транзисторов на равенство коллекторных токов Q1, Q2 и таким образом устранить зависимость РТАТ-напряжения от величины I_{SET} . Микроомощные полевые транзисторы с p - n -переходом Q7, Q8, максимальный ток стока которых составляет около 20 нА, и конденсатор C1 образуют цепь (start-up circuit), запускающую работу источников тока Q4 – Q6 при подаче напряжения между выводами V^+ и V^- за время, в течение которого потенциал базы Q3 достигнет величины около 500 мВ, т.е. за $500 \text{ мВ} \times 50 \text{ пФ} / 20 \text{ нА} = 1,25 \text{ мс}$.

На рисунке 14 приведена модернизированная схема, преимуществами которой являются [15]:

- возможность получения относительно высокого температурного изменения выходного напряжения dV_{OUT}/dT и требуемого значения выходного напряжения при заданной температуре (например, $V_{OUT} = 250$ мВ при 25°C);
- простой метод калибровки;
- компенсация нелинейности (curvature compensation circuit) температурной зависимости $V_{BE}(T)$.

Заметим, что в качестве усилителя А1 на рисунке 14 допустимо применять усилитель напряжения с резисторами в коллекторных цепях Q1, Q2, как показано на рисунке 9, или высококачественные повторители тока [16].

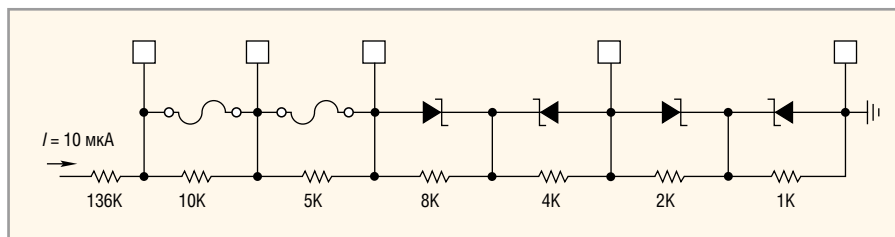


Рис. 15. Электрическая схема цепи калибровки температурного датчика LM34

Такая структурная схема с небольшими изменениями применена в температурных датчиках LM34, LM35, LM50.

Разность напряжений $V_{BE2} - V_{BE1}$ преобразуется в ток резистором $R1$ и создаёт РТАТ-напряжение V_{PTAT} на цепочке резисторов nR_1 , суммарное сопротивление которых обычно подстраивают на пластине (см. рис. 15) для получения необходимого температурного изменения выходного напряжения.

На неинвертирующий вход усилителя А2 поступает напряжение $V_{PTAT} - 2V_{BE}$, которое преобразуется усилителем А2 таким образом, чтобы согласовать уровень выходного напряжения с выбранной температурной шкалой и установить температурное изменение около 10 мВ на градус этой шкалы. Так, для схемы, показанной на рисунке 14, при температуре 25°C будут справедливы следующие величины основных параметров: $V_{BE1} = 0,581$ В; $dV_{BE1}/dT = -2,1$ мВ/°С; $V_{BE2} - V_{BE1} = 59,2$ мВ; $n = 23,3$; $V_{PTAT} = 1,38$ В; $dV_{PTAT}/dT = 4,63$ мВ/°С; $dV_{IN+}/dT = 8,83$ мВ/°С; $V_{IN+} = 0,218$ В; $V_{OUT} = 0,245$ В; $dV_{OUT}/dT = 9,94$ мВ/°С. Более точного значения температурного изменения выходного напряжения (10 мВ/°С) можно достичь за счёт подстройки на пластине величины n (рис. 15), а требуемого выходного напряжения (0,25 В при 25°C) – с помощью изменения резисторов в цепи ООС усилителя А2.

Заметим, что в соответствии с (6) величина dV_{BE}/dT зависит от V_{BE0} и имеет технологический разброс, поэтому подстройка сопротивления цепочки резисторов $nR1$, выполняемая за счёт закорачивания стабилитронов или пережигания перемычек [17] в схеме на рисунке 15, необходима для любых высокоточных датчиков температуры. Выполненный в [15] анализ позволяет утверждать, что температурное изменение выходного напряжения dV_{OUT}/dT , полученное при настройке для одной температуры, будет сохраняться во всём температурном диапазоне.

Как следует из (5), V_{BE} нелинейно зависит от температуры, что может

привести к значительным погрешностям температурного датчика по схеме рисунка 14 из-за нелинейного изменения напряжения на неинвертирующем входе усилителя А2, обусловленного падением напряжения на прямосмещённом эмиттерном переходе Q1 и диоде. Для компенсации температурной нелинейности V_{BE} предназначена схема, показанная на рисунке 16.

Транзисторы Q1 и Q2 на рисунке 16 применяются для задания тока в остальных трёх транзисторах схемы. Ток через Q1 и Q2 устанавливается внешней цепью прямо пропорциональным абсолютной температуре (I_{PTAT}), поэтому ток через Q5 и R_B также будет иметь PTAT-зависимость при условии $R_B \ll V_{BE5}/I_{E5}$. Ток через резистор R_A определяется падением напряжения на прямосмещённом эмиттерном переходе Q4 и поэтому убывает с ростом температуры, а эмиттерный ток Q3, являющийся суммой тока, прямо пропорционального (I_{C3}) и обратно пропорционального (I_{RA}) температуре, не зависит от температуры, т.е. $I_{C3} = \text{const}$. Коллекторный ток Q4 (I_{C4}) найдём из следующих соотношений:

$$I_{C4} \approx IS_4 \times \exp\left(\frac{V_{BE4}}{m \times \phi_T}\right), \quad (18)$$

$$V_{\text{BE4}} = V_{\text{BE1}} + V_{\text{BE2}} - V_{\text{BE3}}. \quad (19)$$

Если все БТ имеют идентичные параметры t и IS , то:

$$I_{C4} = \frac{I_{C1} \times I_{C2}}{I_{C3}} = \frac{I_{PTAT}^2}{I_{const}}. \quad (20)$$

Таким образом, генерируется ток I_{Cp} , прямо пропорциональный квадрату температуры и компенсирующий температурную нелинейность двух последовательно соединённых прямосмещённых p - n -переходов.

На погрешность температурных датчиков могут оказывать влияния ТКС резисторов, а также обратные токи коллекторных переходов и переходов коллектор – подложка термочувствительных транзисторов (Q1 и Q2 на рис. 14). Хотя обратные токи доволь-

но малы, их величина обычно удваивается при увеличении температуры на 10°C , что может привести к дополнительной температурной нелинейности V_{BE} . Для выравнивания обратных токов транзисторы Q1 и Q2 целесообразно формировать из матрицы транзисторов, часть из которых соединена со схемой (см. рис. 17) [15], а топология транзисторов должна обеспечивать максимальную идентичность их параметров [14]. Дополнительным фактором, повышающим точность температурных датчиков, является использование тонкоплёночных резисторов с малым ТКС и отсутствием зависимости сопротивления от напряжения.

Основные параметры распространённых датчиков температуры приведены в таблице.

Выводы

Для регистрации температуры в биполярных полупроводниковых датчиках чаще всего применяют температурную зависимость падения напряжения на прямосмещённом эмиттерном переходе (соотношение (5)) и формирование напряжения, прямо пропорционального абсолютной температуре (РТАТ-напряжения) по соотношению (15). РТАТ-напряжение в КМОП-датчиках получают как разность падения напряжения на двух p - n -переходах разной площади, через которые протекает одинаковый ток; коммутацией разных токов через один p - n -переход, как показано на рисунке 8, или с помощью КМОП-транзисторов, работающих в области слабой инверсии, в которой зависимость тока стока от напряжения затвор-исток $I_D = f(V_{\text{GS}}, T)$ аналогична $I_C = f(V_{\text{BE}}, T)$.

Прецизионные датчики температуры целесообразно создавать на термочувствительных биполярных транзисторах с отличающейся в 10–15 раз площадью эмиттерных переходов и компенсацией нелинейной зависимости $V_{\text{BE}} = f(T)$. Такие датчики возможно реализовать не только по биполярной, но и по КМОП-технологии с применением стандартных структур.

ЛИТЕРАТУРА

- Дворников О.В., Чеховский В.А., Дятлов В.Л., Прокопенко Н.Н. Особенности аналоговых интерфейсов датчиков. Современная электроника. № 2. № 3. 2013.
- Baker B. Temperature Sensing Technologies. Microchip Technology Inc. AN679.
- Lepkowski J. Temperature Measurement Circuits for Embedded Applications. Microchip Technology Inc. AN929.
- Дворников О.В., Чеховский В.А., Дятлов В.Л., Прокопенко Н.Н. Интерфейсы датчиков для систем на кристалле. Современная электроника. № 8. 2013.
- Прокопенко Н.Н., Дворников О.В., Крутинский С.Г. Элементная база радиационно-стойких информационно-измерительных систем. Шахты. 2011.
- Достал И. Операционные усилители. Мир. 1982.
- Сергеев В.С., Кузнецов О.Л., Захаров Н.П., Летагин В.А. Напряжения и деформации в элементах микросхем. Радио и связь. 1987.
- Meijer G.C.M., Wang G., Fruett F. Temperature sensors and voltage references implemented in CMOS technology. IEEE Sensors Journal. Vol. 1. № 3. 2001.
- Digital temperature sensor accuracy explained. Philips. AN10349.
- Jones M. Accurate temperature sensing with an external P-N junction. www.edn.com.
- Дворников О.В., Шульгевич Ю.Ф., Толкун А.В. Применение постпроцессора PROBE для анализа результатов измерителя параметров полупроводниковых приборов ИППП-1. www.mnpi.by.
- www.mnpi.com.
- Соклоф С. Аналоговые интегральные схемы. Мир. 1988.
- Абрамов И.И., Дворников О.В. Проектирование аналоговых микросхем для прецизионных измерительных систем. Минск. 2006.
- LM34/LM35 Precision Monolithic Temperature Sensors. Texas Instruments. AN-460.
- Дворников О.В. Схематехника биполярно-полевых аналоговых микросхем. Часть 2. Высокоточные повторители тока. Chip News. № 10. 2004.
- Дворников О.В. Применение элементов с изменяемым сопротивлением для подгонки характеристик монолитных ИС. 2001.

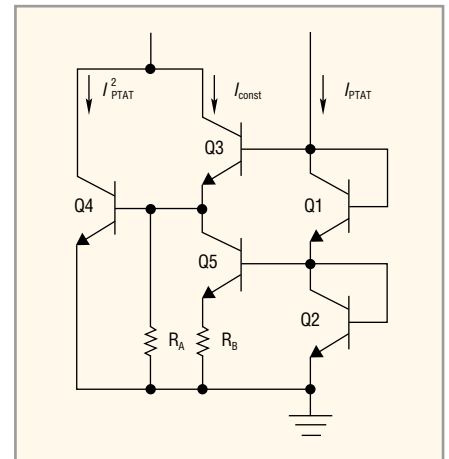


Рис. 16. Электрическая схема цепи компенсации температурной нелинейности LM34

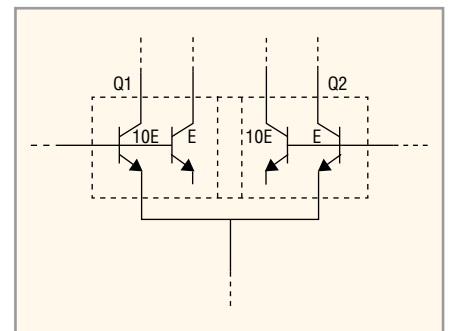


Рис. 17. Электрическая схема цепи термочувствительных транзисторов LM34

Параметры распространённых ИС датчиков температуры

Наименование датчика	Тип выходного сигнала (его величина)	Температурный диапазон, $^{\circ}\text{C}$	Температурное изменение выходного сигнала	Температурная погрешность, %	Напряжение питания, В
LM134	Ток (регулируемый от 100 мкА до 1 мА при 25°C)	$-55...+125$	0,336 %/K	+3	0,9...40
LM35	Напряжение (0 при 0°C)	$-55...+150$	10 мВ/ $^{\circ}\text{C}$	+1	4...30
LM50	Напряжение (0,5 В при 0°C)	$-40...+125$	10 мВ/ $^{\circ}\text{C}$	+4	4,5...10
LM60	Напряжение (0,424 В при 0°C)	$-40...+125$	6,25 мВ/ $^{\circ}\text{C}$	+4	2,7...10
LM135	Напряжение (2,982 В при 25°C)	$-55...+150$	10 мВ/K	+2,7	2,98 В + 5 мА $\times$ R1
MCP9700	Напряжение (0,5 В при 0°C)	$-40...+125$	10 мВ/ $^{\circ}\text{C}$	+2	2,3...5,5
MCP9701	Напряжение (0,4 В при 0°C)	$-40...+125$	19,5 мВ/ $^{\circ}\text{C}$	+2	3,1...5,5
TC1046	Напряжение (0,424 В при 0°C)	$-40...+125$	6,25 мВ/ $^{\circ}\text{C}$	+2	2,7...4,4
TMP17	Ток (298,2 мкА при 25°C)	$-40...+105$	1 мкА/K	+3,5	4...30
TMP35	Напряжение (0,25 В при 25°C)	$-10...+125$	10 мВ/ $^{\circ}\text{C}$	+2	2,7...5,5
TMP36	Напряжение (0,75 В при 25°C)	$-40...+125$	10 мВ/ $^{\circ}\text{C}$	+2	
TMP37	Напряжение (0,5 В при 25°C)	$+5...+100$	20 мВ/ $^{\circ}\text{C}$	+2	
ADT45	Напряжение (0,25 В при 25°C)	$-40...+125$	10 мВ/ $^{\circ}\text{C}$	+2	2,7...12
ADT50	Напряжение (0,75 В при 25°C)	$-40...+125$	10 мВ/ $^{\circ}\text{C}$	+2	

Современные 32-разрядные ARM-микроконтроллеры серии STM32: блок резервных данных ВКР

Олег Вальпа (г. Миасс, Челябинская обл.)

Приведено описание блока резервных данных ВКР 32-разрядных ARM-микроконтроллеров серии STM32 от компании STMicroelectronics. Рассмотрены архитектура, состав и назначение регистров конфигурирования ВКР, а также примеры программ для работы с этим блоком.

ВВЕДЕНИЕ

Блок резервных данных ВКР 32-разрядных ARM-микроконтроллеров серии STM32 [1] представляет собой область данных, сохранение которых при пропадании основного питания микроконтроллера обеспечивается за счёт энергии резервной батареи.

Аббревиатура ВКР является сокращением слова Backup, которое в переводе с английского означает «резервный». В англоязычных источниках аббревиатура ВКР применяется для обозначения слов Backup registers (резервные регистры), однако в отечественной технической литературе обычно используется перевод – резервные данные. Поэтому данный блок назван как «блок резервных данных» или ВКР (англ.).

Регистры, расположенные в данной области, не сбрасываются ни при перезагрузке системы, ни при восстановлении подачи питания, ни при пробуждении устройства из режима ожидания Standby.

После сброса микроконтроллера доступ к регистрам области резервных данных заблокирован, и блок ВКР защищён от возможной случайной записи. Чтобы разрешить доступ по записи к регистрам этой области, необходимо выполнить определённую процедуру. Такой аппаратный способ блокировки обеспечивает защиту записанных в блоке ВКР данных.

Состав и особенности блока ВКР

В области резервных данных располагаются регистры, используемые для работы часов реального времени RTC, и 16-разрядные регистры резервных данных. В зависимости от модели микроконтроллера количество

этих регистров может варьироваться от 10 до 42. Их удобно использовать, например, для хранения энергонезависимых данных, предназначенных для настройки системы. Фактически они являются аналогом памяти EEPROM с небольшим объёмом. Конечно, в отличие от EEPROM энергетическая независимость данных в этих регистрах обеспечивается резервной батареей, но зато количество циклов записи для них не ограничено.

Поскольку блок ВКР может питаться от резервной батареи, когда основное питание отсутствует, и процессор микроконтроллера не работает, сброс регистров, относящихся к этой области, отличается от сброса остальных регистров контроллера. Сбросить регистры этого блока можно программно, выполнив определённые процедуры, или аппаратно, подав сигнал на вывод TAMPER. Причём аппаратный сброс требуется предварительно программно разрешить.

Регистры блока ВКР

Блок ВКР включает в свой состав следующие регистры:

- ВКР_DRx – группа информационных регистров;
- ВКР_RTCCR – регистр управления блоком RTC;
- ВКР_CR – регистр управления назначением многоцелевого вывода;
- ВКР_CSR – регистр управления прерыванием от многоцелевого вывода.

Регистры ВКР_DRx используются для хранения произвольных данных, сохранение которых необходимо даже после выключения питания контроллера. Они имеют разрядность 16 бит, а их количество в зависимости от моде-

ли контроллера может достигать 42. Таким образом, в этой области можно хранить до 84 байт данных.

Регистр ВКР_RTCCR служит для управления блоком RTC и также является энергонезависимым.

Последние два регистра позволяют настроить микроконтроллер для использования многоцелевого вывода PC13-TAMPER-RTC. Можно выполнить настройки таким образом, чтобы при появлении сигнала на этом выводе выполнялся сброс регистров области резервных данных. Также можно настроить прерывание от этого события.

Формат регистров блока ВКР с названиями входящих в них разрядов представлен в таблице 1.

Рассмотрим поочерёдно структуру и назначение этих регистров.

Структура регистров **ВКР_DRx** приведена в таблице 2.

Все разряды этих регистров являются информационными и служат для хранения произвольных данных. Они имеют доступ по записи и чтению.

Здесь и далее способ обращения к разрядам регистров имеет следующие условные обозначения:

- *rw* – допускается чтение и запись разряда;
- *r* – допускается только чтение разряда;
- *w* – допускается только запись разряда.

Регистр **ВКР_RTCCR** служит для управления блоком RTC. Назначение всех разрядов этого регистра приведено в таблице 3.

Разряд ASOS определяет, какой из сигналов поступает на многоцелевой вывод PC13-TAMPER-RTC. Если этот разряд имеет состояние «0» – поступает сигнальный выход RTC, а если «1» – секундный выход RTC. Этот разряд может быть сброшен только при сбросе всего блока ВКР.

Разряд ASOE разрешает работу выходного сигнала, определяемого разрядом ASOS. Этот разряд также может быть сброшен только при сбросе всего блока ВКР.

Разряд ССО подключает сигнал калибровки к многоцелевому выводу PC13-TAMPER-RTC. Если этот разряд имеет состояние «0» – сигнал отключён, а если «1» – подключён сигнал калибровки, представляющий собой импульсы тактовой частоты генератора RTC, поделённые на 64. Этот разряд сбрасывается при отключении питания микроконтроллера.

Разряды CAL[6:0] задают величину калибровки часов реального времени RTC. Эта величина указывает количество тактовых импульсов для RTC, которые будут проигнорированы каждые 2^{20} часов, т.е. каждые 1 048 576 часов. Это позволяет выполнить калибровку RTC, замедляющую часы с шагом $1\,000\,000/2^{20}$ PPM, где PPM – это одна миллионная часть величины (от англ. *Parts Per Million* – частей на миллион). С помощью разрядов CAL часы RTC могут быть замедлены от 0 до 121 PPM.

Регистр **ВКР_CR** служит для управления назначением многоцелевого вывода. Назначение разрядов этого регистра приведено в таблице 4.

Разряд TRAL определяет альтернативное назначение многоцелевого вывода PC13-TAMPER-RTC. Если этот разряд имеет состояние «0», то все информационные регистры ВКР сбрасываются от высокого уровня сигнала на выводе PC13-TAMPER-RTC, а если состояние «1» – от низкого уровня сигнала на том же выводе. При этом должен быть предварительно установлен в единичное состояние разряд TPE.

Разряд TPE определяет назначение многоцелевого вывода PC13-TAMPER-RTC. Если этот разряд имеет состояние «0», то вывод является свободно определяемым двунаправленным выводом, а если «1», то этот вывод выполняет альтернативную функцию.

Одновременная установка разрядов TRAL и TPE может привести к случайному назначению многоцелевого вывода. Поэтому рекомендуется изменять разряд TRAL только при условии, когда разряд TPE сброшен.

Регистр **ВКР_CSR** служит для обслуживания прерывания от многоцелевого вывода. Назначение всех разрядов этого регистра приведено в таблице 5.

Разряд TIF представляет собой флаг прерывания сигнала TAMPER. Данный разряд устанавливается аппаратно, когда обнаружено событие сигнала

TAMPER и разряд TPIE установлен. Сброс этого разряда производится записью 1 в разряд CTI, при этом сбрасывается и само прерывание. Состояния разряда означают: 0 – нет прерывания от сигнала TAMPER, 1 – произошло прерывание от сигнала TAMPER.

Этот разряд сбрасывается только при системном сбросе и при пробуждении из спящего режима.

Разряд TEF представляет собой флаг события сигнала TAMPER и устанавливается аппаратно, когда обнаружено событие сигнала TAMPER. Сброс

Таблица 1. Формат регистров ВКР

Сдвиг	Регистр	31	30	29	28	27	26	25	24	23	22	21	20	19	18	17	16	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0					
0 × 00	Резерв																																					
0 × 04	BKP_DR1	Резерв															D[15:0]																					
	Исх.значение																0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0						
0 × 08	BKP_DR2	Резерв															D[15:0]																					
	Исх.значение																0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0						
0 × 0C	BKP_DR3	Резерв															D[15:0]																					
	Исх.значение																0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0						
0 × 10	BKP_DR4	Резерв															D[15:0]																					
	Исх.значение																0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0						
0 × 14	BKP_DR5	Резерв															DIV[15:0]																					
	Исх.значение																1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0						
0 × 18	BKP_DR6	Резерв															D[15:0]																					
	Исх.значение																0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0						
0 × 1C	BKP_DR7	Резерв															D[15:0]																					
	Исх.значение																0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0						
0 × 20	BKP_DR8	Резерв															D[15:0]																					
	Исх.значение																0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0						
0 × 24	BKP_DR9	Резерв															D[15:0]																					
	Исх.значение																0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0						
0 × 28	BKP_DR10	Резерв															D[15:0]																					
	Исх.значение																0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0						
0 × 2C	BKP_RTCCR	Резерв																					ASOS		ASOE		CCO		CAL[6:0]									
	Исх.значение																						0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
0 × 30	BKP_CR	Резерв																									TPAL		TPE									
	Исх.значение																										0	0										
0 × 34	BKP_CSR	Резерв																					TIF		TEF		Резерв						TPIE		CTI		CTE	
	Исх.значение																						0	0	Резерв						0	0						

Таблица 2. Назначение разрядов регистров ВКР_DRx

Разряд	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0
Обозначение	D[15...0]															
Обращение	rw	rw	rw	rw	rw	rw	rw	rw	rw	rw	rw	rw	rw	rw	rw	rw

Таблица 3. Назначение разрядов регистра ВКР_RTCCR

Разряд	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0
Обозначение	Резерв						ASOS	ASOE	CCO	CAL[6...0]						
Обращение							rw	rw	rw	rw	rw	rw	rw	rw	rw	rw

Таблица 4. Назначение разрядов регистра ВКР_CR

Разряд	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0
Обозначение	Резерв														TRAL	TPE
Обращение															rw	rw

Таблица 5. Назначение разрядов регистра ВКР_CSR

Разряд	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0	
Обозначение	Резерв						TIF	TEF	Резерв						TPIE	CTI	CTE
Обращение							r	r							rw	w	w

Листинг 1

```
uint16_t t; // Вспомогательная переменная t
// Разрешить тактирование управления питанием и управления резервной областью
RCC->APB1ENR |= RCC_APB1ENR_PWREN | RCC_APB1ENR_BKPEN;
t = BKP->DR4; // Читать регистр данных DR4
t++; // Увеличить прочтенное значение на 1
PWR->CR |= PWR_CR_DBP; // Разрешить запись в область BKP
BKP->DR4 = t; // Записать новое значение в регистр DR4
PWR->CR &= ~PWR_CR_DBP; // Запретить запись в область BKP
```

Листинг 2

```
//-----
// Функция инициализации блока BKP
//-----
void Init_BKP(void)
{
// Разрешить тактирование управления питанием и управления резервной областью
RCC->APB1ENR |= RCC_APB1ENR_PWREN | RCC_APB1ENR_BKPEN;
}
//-----
// Функция табличного получения физического адреса
// данных блока BKP по адресу смещения 1...42
//-----
uint32_t BKP_GetAdr(uint8_t adr)
{
static uint32_t t[] =
{BKP_BASE+0x00, BKP_BASE+0x04, BKP_BASE+0x08, BKP_BASE+0x0c,
BKP_BASE+0x10, BKP_BASE+0x14, BKP_BASE+0x18, BKP_BASE+0x1c, \
BKP_BASE+0x20, BKP_BASE+0x24, BKP_BASE+0x28, BKP_BASE+0x40,
BKP_BASE+0x44, BKP_BASE+0x48, BKP_BASE+0x4c, BKP_BASE+0x50, \
BKP_BASE+0x54, BKP_BASE+0x58, BKP_BASE+0x5c, BKP_BASE+0x60,
BKP_BASE+0x64, BKP_BASE+0x68, BKP_BASE+0x6c, BKP_BASE+0x70, \
BKP_BASE+0x74, BKP_BASE+0x78, BKP_BASE+0x7c, BKP_BASE+0x80,
BKP_BASE+0x84, BKP_BASE+0x88, BKP_BASE+0x8c, BKP_BASE+0x90, \
BKP_BASE+0x92, BKP_BASE+0x94, BKP_BASE+0x98, BKP_BASE+0x9c,
BKP_BASE+0xa0, BKP_BASE+0xa4, BKP_BASE+0xa8, BKP_BASE+0xac, \
BKP_BASE+0xb0, BKP_BASE+0xb4, BKP_BASE+0xb8, BKP_BASE+0xbc};
if(adr<=42) return t[adr]; // Вернуть данные
else return 0;
}
//-----
// Функция чтения данных из блока BKP по адресу 1...42
//-----
uint16_t BKP_Rd(uint8_t adr)
{
return ((*(__IO uint32_t*) BKP_GetAdr(adr)));
}
//-----
// Функция записи данных в блок BKP по адресу
//-----
void BKP_Wr(uint8_t adr, uint16_t data)
{
PWR->CR |= PWR_CR_DBP; // Разрешить запись в область BKP
*(__IO uint16_t*)BKP_GetAdr(adr) = (uint16_t)data;
PWR->CR &= ~PWR_CR_DBP; // Запретить запись в область BKP
}
```

этого разряда производится записью 1 в разряд СТЕ. Состояния разряда означают: 0 – нет событий сигнала TAMPER, 1 – произошло событие сигнала TAMPER.

Разряд ТПЕ разрешает прерывания от сигнала TAMPER. Сброс разряда в состояние «0» запрещает прерывания от сигнала TAMPER, а установка в состояние «1» – разрешает. В этом случае должен быть установлен разряд ТРЕ регистра BKP_CR.

Разряд СТИ очищает прерывание сигнала TAMPER, когда устанавливается в состояние «1». При этом он также сбрасывает флаг TIF.

Разряд СТЕ при установке его в состояние «1» очищает события сигнала.

Более подробное описание назначения регистров BKP можно найти в источнике [2].

ПРОГРАММИРОВАНИЕ

Для инициализации блока BKP и работы с ним необходимо выполнить следующие действия:

- разрешить тактирование и доступ к резервной области данных;
- разрешить доступ к области резервных данных для записи;
- произвести операции чтения или записи данных;
- запретить доступ к области резервных данных для записи.

Рассмотрим конкретный пример программы обращения к регистрам резервных данных BKP (см. листинг 1).

Первая команда данной программы обеспечивает подачу тактовых импульсов для BKP. Без этого область BKP будет недоступна.

Перед записью данных в область BKP сначала разрешается доступ к области резервных данных для записи, а после записи BKP вновь блокируется, что позволяет защитить эти данные.

Для удобства разработки программ в листинге 2 приведён набор функций, позволяющих выполнить все необходимые операции для работы с BKP.

Представленные готовые функции позволяют избавиться от необходимости запоминания названия специальных регистров и упрощают работу с блоком BKP.

ЛИТЕРАТУРА

1. <https://www.st.com>.
2. www.st.com/web/en/resource/technical/document/reference_manual/CD00246267.pdf.

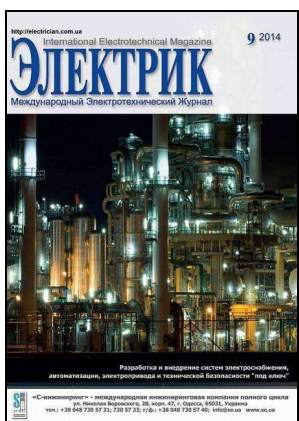
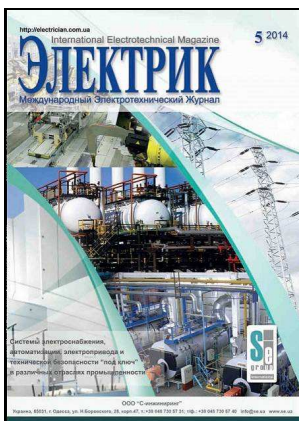
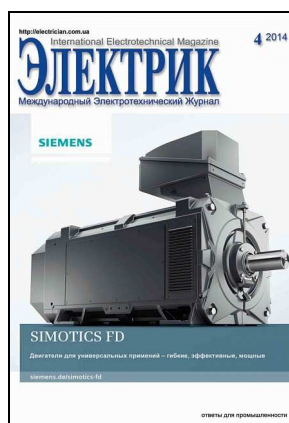


International Electrotechnical Magazine

ЭЛЕКТРИК

Международный Электротехнический Журнал

www.electrician.com.ua



Содержание журнала «Электрик. Международный электротехнический журнал» за 2014 г.

Электронности

Витрина продукции	3/6, 4/4, 5/4, 9/4, 10/4
Деловые новости	3/7, 6/4, 9/5
Новости компании Schneider Electric ..1-2/4, 4/7, 7-8/4, 9/6, 10/8, 11-12/5	
XII Международный промышленный форум	1-2/6
Знакомьтесь: компания ERGOM	4/7
Партнерство Panasonic и Viko: «Общая цель PANASONIC и VIKO – мировое лидерство»	4/10
Заседание рабочей группы по вопросам технической политики и стратегического развития в электроэнергетике	Екатерина Фурса 5/5
Новости компании Eaton	5/6, 11-12/6
Ускорим экономический рост вместе!	5/10
Промышленный форум «Технологии и материалы, оборудование и рынки сбыта 2014»	6/6
Перспективы украинского рынка датчиков газа. Интервью с президентом компании Figaro Engineering inc господином Таро Амамото.	9/8
Высокоэффективные нагреватели от компании «Элтех».	Валерий Лесных 10/6
«ЭНЕРГИЯ ВОДЫ» – компания полного цикла в области водоснабжения.	Ива Березюк 11-12/8
Выставка «БЕЗПЕКА-2014»	11-12/9
XII Международная специализированная выставка «Энергетика в промышленности – 2014»	11-12/10
В Алматы состоялись выставки по электроэнергетике	11-12/11

Техника и технологии

Силовые элегазовые трансформаторы	Юрий Гура, Адольф Кравченко 1-2/8
Устройства плавного пуска от корпорации CHINT GROUP	Ян Цзицзян 1-2/12
Новинки 2014 г. от Mean Well	Юрий Скрипка 1-2/14
Метод раннего обнаружения дефектов в механизмах высоковольтных выключателей	Николай Чернышев 1-2/16
Силовые элегазовые трансформаторы	Юрий Гура, Адольф Кравченко 3/8
SIMATIC S7-1500 – универсальный программируемый контроллер нового поколения.	Андрей Токарский 3/12
Модульное оборудование от корпорации CHINT GROUP	Ян Цзинцзян 3/16
Драйверы для IGBT- и MOSFET-транзисторов от IXYS.	Игорь Васильев 3/18
Новинки от компании Eaton	Анна Хардалопас 3/20
Проблемы энергосбережения при применении частотно-регулируемых электроприводов	Сергей Драчёв 4/12
Защита асинхронных и синхронных электродвигателей с применением устройства МРЗС-05Д.	Александр Кошман 4/14
Энергоэффективные промышленные решения надежного электроснабжения	Виктор Хоменко 4/16
Дозируем энергию по часам с помощью преобразователей частоты Delta Electronics	4/18
Защита от ударов молний	4/21
Ультратонкие экономичные источники питания для LED-панелей	Павел Воропаев 4/22
Ограничители перенапряжения ЕТІ ЕПТЕС А для защиты низковольтных линий электропередач	Андрей Андреев 5/12
DC/DC-преобразователи для установки на печатную плату.	Владимир Рентюк 5/16
Проблемы энергосбережения при применении частотно-регулируемых электроприводов	Сергей Драчёв 5/20
Динамические ИБП	Юрий Николаев 5/22
Энергосбережение в системах освещения	Адольф Кравченко 6/8
Дизельные электростанции серии SSM	6/12
DC/DC-преобразователи для установки на печатную плату	Владимир Рентюк 6/14
Мощный светодиод Z5M1 как основа для систем LED-освещения.	Игорь Павлов 6/18
Динамические ИБП	Юрий Николаев 6/20
Современные системы молниезащиты промышленных объектов	Адольф Кравченко, Ольга Долинская 7-8/6
Уменьшение вероятности нежелательных срабатываний для модульных защитных аппаратов	Андрей Олейник 7-8/10
Практические достижения энергосберегающих светодиодных технологий	Анатолий Порошенко 7-8/12
Применение сухих трансформаторов SEA SpA серии TTR в энергетике	Ирина Коваль, Кирилл Милютин 7-8/14
Преобразователи частоты для электропривода	Алексей Харитонов 7-8/16

Воздушные линии электропередачи с самонесущими изолированными проводниками	Адольф Кравченко 9/10
Коммутационная техника и энергосбережение.	Павел Осинский 9/14
Новый маркировочный принтер от PARTEX	Сергей Шиденко 9/16
Измерительные трансформаторы тока 110 кВ с азотной изоляцией.	Андрей Боганский 9/20
Надежные средства автоматизации для энергосетей	Харальд Греве, Йенс Винеке 9/22
Микротурбинные генераторы – новая технология в электроснабжении	Николай Михеев 9/26
Модульные системы электrorаспределения Ri4Power производства Rittal. От уникальных разработок к реализации проекта	Алексей Верхотуров 10/10
Пластмассовые корпуса соединителей для жестких условий эксплуатации.	Дитер Петерс 10/14
Оптимальные решения гарантированного электропитания	Виктор Хоменко 10/16
Система металлоконструкций для низкого напряжения SOLID GSX компании ЕТІ	10/18
Дозируем энергию по часам с помощью преобразователей частоты Delta Electronics	10/22
Дизельные электростанции серии SSP.	10/25
Трехуровневая система защиты человека от поражения электрическим током.	Адольф Кравченко, Виктор Красинский 10/26
Индивидуальная защита от электрической дуги.	Адольф Кравченко, Ольга Долинская 11-12/12
Rittal – ведущий мировой поставщик систем корпусной техники и распределительных шкафов	11-12/16
Практические достижения энергосберегающих светодиодных технологий	Анатолий Дорошенко 11-12/19
Белорусские гиганты с петербургской «начинкой»	Николай Серов, Антон Гребенчиков, Владимир Иванов 11-12/20
Новое решение старых задач	Павел Осинский 11-12/24
Система металлоконструкций для низкого напряжения SOLID GSX компании ЕТІ	11-12/26
xEffect – новая промышленная серия модульных приборов с расширенными функциями диагностики.	Андрей Олейник 11-12/28
Модернизация конверсионных дизельных генераторов	11-12/30
Новые решения для промышленности	11-12/31

Производство и ресурсы

Украинский рынок электроэнергетики в 2013 г.	Андрей Семёнов 1-2/20
О роли «человеческого фактора» в обеспечении безопасности обслуживания и надёжности работы воздушных линий электропередачи	Николай Марфин 1-2/24
Технико-экономические аспекты аппаратного метода защиты микропроцессорных реле в вопросах и ответах.	Владимир Гуревич 1-2/28
Стрелочные приборы и их развитие	Андрей Жабоедов 1-2/34
Кабеля FLEX – JZ / FLEX – OZ	Андрей Собянин 1-2/37
RoHS, RoHS 2, China RoHS, super-RoHS; продолжение следует?	Владимир Рентюк 1-2/38
Новые панельные компьютеры с проекционно-ёмкостным сенсорным экраном от компании AAEON	Леонид Литвяков 1-2/43
Днепропетровская ГАЭС – самый масштабный гидроэнергетический проект Европы.	Адольф Кравченко 1-2/44
Стимулирующее тарифообразование и энергетика Украины	Андрей Семёнов 3/23
Использование MULTISIM для проектирования активных фильтров второго порядка, построенных по схеме Пауха	Юрий Пономарёв, Ольга Дячук 3/26
Иллюзия фундаментальной науки.	Святослав Поляков 3/32
Когда наступит конец эры электромеханических реле?	Геннадий Котов 3/36
Пожаробезопасность современных электроустановок низкого напряжения.	Виктор Красинский, Адольф Кравченко 4/24
Украинская энергетика и сланцевый газ.	Андрей Семёнов 4/28
Комплексная система диспетчеризации подстанций (КСДП) 10/0,4 кВ – новая разработка компании СЭА для нужд энергетика Украины.	Алексей Скибчик 4/32
Новые 15- и 17-дюймовые панельные ПК Advantech с заказными конфигурациями.	Андрей Собянин 5/27
Модернизированные датчики для водорода, метана и углеводородных газов от Figaro.	Вадим Черный 5/28
Украинская энергетика и сланцевый газ.	Андрей Семёнов 5/30
Сухие силовые трансформаторы	Адольф Кравченко, Константин Гура 5/34

Новые технологии и перспективы ветроэнергетики стран СНГ	Анатолий Сергеев 6/26
Бюджетное автономное освещение	Виктор Михальчук 6/29
Защита коаксиальных линий и оборудования систем видеонаблюдения от грозозовых импульсных перенапряжений	Анатолий Савченко 6/32
Когда наступит конец эры электромеханических реле? Продолжаем обсуждение	Владимир Гуревич 6/36
Новые технологии и перспективы ветроэнергетики стран СНГ	Анатолий Сергеев 7-8/20
Защита коаксиальных линий и оборудования систем видеонаблюдения от грозозовых импульсных перенапряжений	Анатолий Савченко 7-8/24
Котлы с ЦКС: экологично, экономично, компактно.	Ольга Рогожкина 7-8/28
Встраиваемый компьютер UNO-2362G с модульной технологией iDoog	Андрей Собянин 7-8/30
Защита морских судов от пиратов	Николай Марфин 7-8/32
Бюджетное автономное освещение	Виктор Михальчук 7-8/34
Как правильно выбрать медную шину	Андрей Сердюков 7-8/36
Новые технологии сжигания угля и биомассы	Иван Сидоренко 9/32
Атмосферная теория и Стандартная модель физики	Святослав Поляков 9/37
Особенности строительства воздушных линий электропередачи в населенных пунктах и в особых зонах	Николай Марфин 9/40
СРС40055ST – новое твердотельное реле переменного тока с оптической изоляцией от компании IXYS	Игорь Васильев 9/42
Целесообразность применения профессионального светодиодного освещения	Богдан Сай 10/30
Воздушные ЛЭП. Без инноваций не обойтись!	Даниил Молочаев, Ирина Коваль 10/32
Микротурбинные генераторы – новая технология в электроснабжении	Николай Михеев 10/35
Перспективы развития ТЭК Украины.	Андрей Семёнов 10/38
Энергоменеджмент и контроль выполнения энергосберегающих программ	10/42
Защита микропроцессорных устройств релейной защиты от преднамеренных дистанционных деструктивных воздействий. Часть 2	Владимир Гуревич 10/44
Современные подходы к управлению спросом на электроэнергию	Андрей Семёнов 11-12/32
Силовой трансформатор SEA на 25 МВА прошел испытание не только ГОСТом	Вадим Чёрный 11-12/36
Как применение преобразователя частоты со встроенными интеллектуальными сервисами увеличивает надежность системы электропривода	Владимир Шатунин 11-12/38
Выбор универсального прибора для контроля трансформаторов, электрических машин и коммутационного электрооборудования	Николай Чернышев 11-12/41
Технология iDoog – максимальная гибкость ввода-вывода	Андрей Каюков 11-12/44
Многодвигательный асинхронный электропривод	Константин Коломоицев 11-12/46

Инженерные решения

Ремонт источника питания DVD-проигрывателя RAINFORD DVD-3300	Сергей Ёлкин 1-2/48
Переделка компьютерных ИП в лабораторные источники питания	Дмитрий Карелов 1-2/50
Комбинированный блок питания	Александр Молчанов 1-2/53
Источники питания и разъемы универсального назначения.	Андрей Кашкаров 1-2/54
Унифицированные трансформаторы в преобразователе напряжения с частотой 400 Гц	Василий Мельничук 1-2/56
Простое сторожевое устройство для дома или автомобиля	Алексей Усков 1-2/60
Электронный ключ с памятью	Вячеслав Калашник 1-2/62
Стабилизатор напряжения для мобильного телефонного аппарата	Андрей Бутов 1-2/63
Простой источник питания с выходным напряжением 3 В.	Владимир Хмара 1-2/65
Опыт эксплуатации и доработка GSM сигнализации MT9021	Андрей Кашкаров 1-2/66
Акустические светодиодные драйверы	Александр Одинок 3/42
Трехфазный регулятор мощности нагревательного элемента	Сергей Абрамов 3/45
Измеритель выходного напряжения и частоты бензогенератора	Сергей Милевский 3/46

Термореле	Алексей Голованов 3/49
Универсальный источник питания – зарядное устройство	Святослав Бабын 3/50
Регулятор мощности на симисторе	Олег Белоусов 3/52
Три DC/DC-преобразователя для автомобиля.	Андрей Кашкаров 3/54
Источники питания промышленных компьютеров форм-фактора ITX	Владимир Рентюк 3/56
ИП для светодиодной лампы с цоколем E27	Алексей Усков 4/35
Доработка сетевого фильтра-удлиителя	Андрей Бутов 4/36
Модернизация светодиодного фонарика	Сергей Ёлкин 4/38
Релейный стабилизатор переменного напряжения	Тарас Путиенко 4/40
Ремонт автомата управления горелками IFS 258-10/2W	Андрей Бутов 4/43
Дневные ходовые огни на лампах дальнего света	Виктор Кандауров 4/44
Охранные сигнализации с автономным питанием	Андрей Кашкаров 4/46
Десульфатор для кислотных аккумуляторов. Вячеслав Калашник 5/36	
Модернизация охранных ИК извещателей	Андрей Бутов 5/38
Регулирование скорости вращения однофазного конденсаторного асинхронного двигателя	Константин Коломоицев 5/40
Простые датчики влажности	Андрей Кашкаров 5/42
Формирователи импульсов-2	Владимир Рентюк 5/44
Переделка компьютерного блока питания в зарядное устройство	Василий Мельничук, Сергей Григоряк 5/48
Автомобильные инверторы	Андрей Кашкаров 6/40
Управление ходовой частью детского электрокара	Сергей Шишкин 6/42
Универсальное зарядно-питающее устройство	Сергей Ёлкин 6/44
Четыре устройства на симисторах	Андрей Бутов 6/46
Проектирование активных низкочастотных фильтров в программе FilterPro	Владимир Рентюк 6/50
Проектирование активных фильтров в системе WEBENCH Designer Center	Владимир Рентюк 7-8/38
Сварка – самый надежный способ соединения электропроводов	Николай Власюк 7-8/42
Ремонт стабилизаторов сетевого напряжения «Ресанта»	Анатолий Горячкин 7-8/46
Таймер для управления циркуляционным насосом	Вячеслав Калашник 7-8/50
Регулируемые вольтодобавочные устройства	Константин Коломоицев 7-8/52
Три схемы DC/DC преобразователей	Александр Алексенцев, Роман Проць 7-8/56
Регулятор частоты вращения электродвигателя	Сергей Абрамов 7-8/58
Импульсный источник питания на ИМС IR2153	Юрий Зморозович 9/44
Простые регуляторы температуры паяльника	Александр Алексенцев, Роман Проць 9/46
Проектирование активных фильтров в системе WEBENCH Designer Center	Владимир Рентюк 9/48
Сварка – самый надежный способ соединения электропроводов	Николай Власюк 9/52
Современные ключи и идентификаторы систем кодового доступа	Андрей Кашкаров 9/56
Модернизация светодиодного светильника «Эра К-48»	Андрей Бутов 9/60
Зарядное устройство из компьютерного блока питания	Алексей Усков 10/48
Регулятор скорости вентилятора автомобильной печки	Иван Шевченко 10/50
Регулятор освещения с акустическим реле	Андрей Бутов 10/52
Автоматическое зарядное устройство для автомобильных аккумуляторов	Сергей Шишкин 10/55
Вопросы конструирования маломощных ВЭУ.	Анатолий Журенков 10/58
Ремонт импульсного блока питания DSO-0121-03B 24-портового коммутатора LG модели LS&3124A	Николай Власюк 11-12/48
Простые методы защиты от вредного электромагнитного излучения	Андрей Кашкаров 11-12/51
Сетевая светодиодная лампа с реактивным балластом	Сергей Ёлкин 11-12/54
Проектирование усилителей импульсов	Владимир Рентюк 11-12/56
Зарядное устройство для Li-Ion аккумуляторов	Дмитрий Денисюк 11-12/60
Высокочастотный измеритель	Александр Саволок 11-12/64
Простой аккумуляторный пробник	Святослав Бабын 11-12/67
Устройство управления электромагнитным реле	Андрей Бутов 11-12/68

WWW.ELCOMDESIGN.RU

ЭК

Электронные компоненты

Журнал для
разработчиков:
компоненты, решения,
теория, опыт,
события, обзоры

www.elcomdesign.ru/magazine/



Сводное содержание журнала «Электронные компоненты» за 2014 год

Рынок

Монопольная глобализация или глобальная монополизация. Что происходит в России? Часть 1	№ 1
Итоги 2013 г. В целом все неплохо.	
Обзор новостей мирового и российского рынков электроники за 2013 г. Часть 2	№ 1
Монопольная глобализация или глобальная монополизация. Что происходит в России? Часть 2	№ 2
Проследить и предотвратить! <i>Интервью</i>	№ 3
Консервация или вынужденная перезагрузка 3.0	№ 4
Что ждет микроэлектронику России?	№ 4
Наше новое название — Keysight Technologies	№ 4
Пути развития российского навигационного рынка	№ 5
Выставка Aerospace Testing & Industrial Control: 11 лет свершений и побед	№ 6
Александр Гончаров — авантюрист под знаком Льва	№ 7
Международный форум «МЭМС сегодня и завтра»	№ 7
Импортозамещение – сеанс № 2	№ 10

Разработка и конструирование

Заземление, экранирование и защита в измерительных системах	№ 1
Спектральные свойства цифровых сигналов	№ 1
Программы расчёта моточных изделий в импульсных преобразователях	№ 2
МООР и МОРР: методы защиты оператора и пациента	№ 3
Новые методы проектирования теплоотводов для преобразователей с высокой плотностью энергии	№ 4
Технология ультрафиолетовой лазерной маркировки кабельной продукции бортовой кабельной сети	№ 5
Программное средство TINA-TI от Texas Instruments для моделирования и анализа	№ 6
Проблемы определения надежности устройства	№ 7
Современные решения по тепловому регулированию для печатных плат высокомоощных систем	№ 8
Измерения и оптимизация аддитивного джиттера тактового сигнала	№ 8
Симметрирующие устройства	№ 10

Топология печатных плат

Эффективная топология проводников на печатной плате	№ 4
Оконечная нагрузка в линии передачи данных	№ 6
Трассировка DDR3-памяти	№ 7
Роль возвратного тока в борьбе с электромагнитными помехами	№ 8
Как улучшить параметры системы и уменьшить ее стоимость	№ 10

Техника и технологии

Тепловизионные модули Quark 640 компании FLIR в беспилотниках Sky-Watch	№ 1
Обзор новостей техники и технологий электроники за 2013 г.	№ 1

Испытание и тестирование

Сравнение процессов разработки приложений в системах JTAG ProVision и JTAG Live Studio. Часть 1	№ 2
Тестирование изделий в малом форм-факторе	№ 2
Сравнение процессов разработки приложений в системах JTAG ProVision и JTAG Live Studio. Часть 2	№ 3
Эффективные методы выявления контрафактных компонентов	№ 3
Методы тестирования оборудования на стойкость к ЭМП	№ 5
Методы тестирования логических ИС: ATPG или BIST?	№ 6
Электрические испытания пассивных компонентов	№ 8
Анализ динамических характеристик нагрузок и параметров источников вторичного электропитания с использованием осциллографов R&S RTO	№ 10

Микроэлектроника

12 принципов проектирования систем с низким потреблением	№ 1
Технологическая платформа UltraCMOS: быстрое движение вперед	№ 2
Ближайшие перспективы углеродной электроники	№ 3
Современные технологии радиочастотных компонентов	№ 7

Автоматизация и электрооборудование

Разработка систем диспетчеризации и управления технологическим процессом	№ 5
Дилемма источников питания для промышленной автоматики Часть 1.	
Архитектура систем промышленной автоматики	№ 6
Распределительные щиты. Так ли всё просто?	№ 6
Дилемма источников питания для промышленной автоматики. Часть 2.	
Синхронные стабилизаторы напряжения	№ 7

Встраиваемые системы

Системы с мезонинной архитектурой	№ 3
Рынок ВКТ: перемены под флагом Bay Trail	№ 5

Беспроводные технологии

Двухдиапазонные антенны с компланарным волноводом	№ 1
Микрополосковая антенна на основе метаматериалов	№ 2
Двойной балансный смеситель с пониженным напряжением питания	№ 2
От программно-определяемого — к программному радио	№ 2
Когнитивные радиосистемы в сетях тактического назначения	№ 3
Антенна с интегрированным волноводом	№ 4
Качество модуляции в системах связи	№ 4
Причины возникновения и методы борьбы с интерференции	№ 5
Многополосная патч-антенна	№ 5
Микрополосковая антенна на тонкой подложке	№ 5
Компактные фильтры для РЧ- и СВЧ-диапазонов	№ 5
Технология беспроводной зарядки	№ 5
Технология беспроводной зарядки: принцип действия, стандарты, производители	№ 6
Уменьшение размера дипольной антенны	№ 6
Четырехполосный фильтр для беспроводных систем	№ 6
Технология беспроводной зарядки: стандарты, интегральные компоненты	№ 7
Wi-Fi вчера и завтра	№ 7
Использование дифференциального сигнала для оптимизации активных смесителей	№ 7
Чувствительность приемника и эквивалентная полоса шума	№ 7
Оптимизация характеристик приемников прямого преобразования	№ 7
Обеспечение точности геопозиционирования 10 см	№ 8
Компактная антенна WiMAX/WLAN	№ 8
Широкополосная микрополосковая антенна	№ 8
Широкополосная СВЧ-антенна бегущей волны	№ 8
Недорогой приемник на 9 ГГц	№ 8
Датчик возгорания на основе радиометра	№ 8
Носимые антенны	№ 10

Измерительные средства и приборы

Перспективы развития программных измерительных приборов	№ 1
Устранение электромагнитных помех (ЭМП) при помощи осциллографов	№ 2
Практическая диагностика ЭМП в современных встраиваемых системах	№ 2
Измерение абсолютной электрической площади знакопеременных импульсов	№ 3
Нестандартный подход к высокоскоростной цифровой связи: рекомендации по измерению	№ 3
Как выбрать измерительный преобразователь?	№ 6
Анализ джиттера с помощью осциллографа	№ 6
Средства измерения параметров цепей переменного тока	№ 7
Измерение характеристик памяти DDR с помощью осциллографа смешанных сигналов	№ 7
Тестирование встраиваемых решений с помощью осциллографов смешанных сигналов	№ 8
Пять критериев оценки целостности сигнала, измеренного осциллографом	№ 8
Преимущества многофункциональных цифровых электроизмерительных приборов	№ 10

Источники питания

Подавление импульсов 600 В в бортовых сетях летательных аппаратов	№ 1
Технологии и тестирование литиевых батарей	№ 1

Всё об аккумуляторных батареях. Часть 1.	№ 2
Модули питания ООО «АЕДОН» для компактной аппаратуры промышленного и специального назначения	№ 4
Проектирование систем питания высокой надежности	№ 4
Увеличение КПД преобразователя за счет синхронного выпрямления	№ 4
Основные причины отказа источников питания	№ 5
Однокаскадная схема корректора коэффициента мощности с двумя трансформаторами	№ 5
Понижающий SEPIC для неизолированных DC/DC-преобразователей	№ 5
Новые способы ограничения пускового тока в AC/DC-модулях	№ 6
Всё об аккумуляторных батареях. Часть 2.	
Щелочные, углеродно-цинковые и воздушно-цинковые батареи	№ 6
Новые литиево-железофосфатные аккумуляторы «долгожители» от EEMB	№ 6
Надежные системы резервного питания на основе суперконденсаторов	№ 6
Усовершенствованные средства разработки обратного преобразователя	№ 7
Схема для оптимизации заряда NiCd-батарей высоким током	№ 7
Обратное смещение выхода преобразователя при последовательном соединении	№ 10

Электроника для военной и авиакосмической промышленности

Экспорт DC/DC-преобразователей из США обеспечит рост космической отрасли России	№ 10
---	------

Сети и интерфейсы

Отладка сети CAN на физическом уровне	№ 2
Стандарт PROFINET для встраиваемых систем на базе 32-разрядного микроконтроллера	№ 2
Управление питанием повышает энергоэффективность PoE-систем	№ 3
Высокопроизводительный интерфейс «токовая петля 4–20 мА» для жестких условий эксплуатации	№ 3
Шина M-Bus. Взгляд изнутри	№ 4
Приемопередатчики 8.8 MIMO	№ 4
Синхронизация преобразователей в стандарте JESD204B	№ 5
Тестирование устройств USB 2.0 с помощью цифровых осциллографов R&S RTO	№ 5
Стандарт MIPI M-PHY позволяет уменьшить потребление мобильных устройств	№ 6
Встраиваемый микропроцессор RZ/A и реализация его преимуществ на примере HMI-приложения	№ 6
Новое в USB 3.1	№ 7
Назначение и цель тестов на загрузку сети промышленного Ethernet	№ 7
Проектирование микросхем с использованием LVDS-интерфейса	№ 7
Преимущества использования буфера на шине I ² C	№ 7
Подключение компьютера к Ethernet через телефонную или телевизионную сети	№ 8
Технологии PoE и PoE+ от Phoenix Contact	№ 8
Экономичная схема подключения isoSPI к высоковольтной шине	№ 8
Создание совместимых USB-устройств	№ 10

Телеком и мультимедиа

По материалам компании Tensilica	№ 1
Эффективная высокопроизводительная архитектура DSP для приемников WCDMA	№ 1
Транскодирование мультимедийной информации в IP-сетях	№ 4
Система 3D-видео на основе FPGA	№ 4
HEVC — новый стандарт передачи видеопотока	№ 5
Трассировка лучей в системах реального времени	№ 7

Светотехника и оптоэлектроника

Два типа интегральных драйверов светодиодов	№ 2
Бестрансформаторные драйверы светодиодов	№ 3
Снижение пульсаций в безындуктивных драйверах СИД	№ 4
Интеллектуальное управление светодиодным освещением	№ 6
Мощные светодиоды Kingbright: добавьте цветов в палитру	№ 8

Энергосбережение и учет расхода ресурсов

Интеллектуальные счетчики как инструмент равномерного распределения нагрузки на электросеть	№ 1
---	-----

Аналоговые компоненты

Советы по проектированию усилителя на дискретных компонентах	№ 1
Выбор оптимального источника опорного напряжения	№ 1

Паразитные колебания в мощных MOSFET	№ 2
Дифференциальный усилитель на входе АЦП	№ 3
Особенности дифференциальных усилителей	№ 3
Влияние статических параметров на точность усилителя	№ 4
Оптимизация схемы прецизионного фотоусилителя	№ 4
МШУ с байпас-защитой	№ 4
Оптимизированный аттенуатор с переменным коэффициентом ослабления	№ 4
Выбор источника опорного напряжения АЦП и ЦАП	№ 5
Источники шума в АЦП	№ 5
Быстродействующие ЦАП повышают скорость переключения в синтезаторах с быстрой перестройкой частоты	№ 5
Методы цифрового преобразования параметров сигналов $\sin/\cos$	№ 5
Формирование стабильного выходного тока	№ 6
Применение устройства на основе усилителей с регулируемым коэффициентом усиления	№ 7
Малогабаритные усилители для 200-мВт нагрузки	№ 7
Увеличение мощности выходного сигнала высоковольтного ОУ	№ 8
Расчет полосы пропускания трансимпедансного усилителя	№ 10
Применение счетверенных ОУ. Часть 1	№ 10

АЦП и ЦАП

Корректность начальной выборки в АЦП последовательного приближения	№ 2
Выбор АЦП для мультиплексированных систем сбора данных	№ 4
Динамический диапазон без паразитных составляющих АЦП	№ 8
Выбор дельта-сигма АЦП	№ 8
На пути к полностью цифровым РЛС: новые решения для высокоскоростных АЦП	№ 10
Калибровка погрешностей коэффициента усиления и синхронизации АЦП в режиме реального времени	№ 10
Точность измерений в системах сбора данных на базе АЦП последовательного приближения	№ 10
Проектирование широкополосной согласующей цепи на выходе высокоскоростного ЦАП	№ 10

Генераторы, таймеры и синтезаторы сигналов

Проектирование синтезатора частоты на основе ФАПЧ с малым фазовым шумом	№ 4
Проектирование и измерение характеристик малошумящих генераторов частоты	№ 7
Усовершенствованные генераторы на базе МЭМС-резонаторов	№ 8

Датчики

Дифференциальные датчики давления для ответственных приложений	№ 1
Преимущества оптических энкодеров отражательного типа	№ 6
Гироскопы на объемных акустических волнах	№ 7
Измерение углового положения и скорости	№ 8
Что следует знать при создании преобразователя тока	№ 10

Дискретные силовые компоненты

Краткий обзор основных IGBT-технологий	№ 2
MOSFET повышенной надежности	№ 3
Причины снижения надежности масштабированных MOSFET-транзисторов	№ 5
Быстровосстанавливающиеся мощные диоды для высокоэффективных инверторных систем	№ 8

Микроконтроллеры и микропроцессоры

Построение встраиваемой системы на базе микроконтроллера RL78/L1C	№ 1
Современные микроконтроллеры для систем с малым энергопотреблением	№ 2
Семейство ARC HS в Synopsys DesignWare: процессорные ядра для встраиваемых применений	№ 2
Выбор архитектуры для многопроцессорных систем	№ 3
Специализированная интегральная микросхема для систем управления электропитанием	№ 3
Микроконтроллеры Renesas семейства RL78 True-Low-Power	№ 3
Коммуникационные процессоры Axxia от LSI	№ 4
Методы проектирования систем на базе микроконтроллеров с низким потреблением	№ 4
Интеллектуальные функции для электронной идентификации медицинских приборов	№ 4
Портирование платформ для 32-разрядных МК	№ 4
Радиационностойкие 16-разрядные микроконтроллеры 1874BE7T и 1887BE6T	№ 5
Микроконтроллеры для систем электроусилителя рулевого управления автомобиля	№ 5

Современные интерфейсы для бытовых электронных приборов	№ 5
Многоядерные сетевые процессоры от Tilera	№ 6
Мультиинтерфейсный микроконтроллер 1882BM1T со встроенной системой защиты данных	№ 6
Усовершенствованные решения по управлению трехфазным BLDC-двигателем	№ 7
Гибридные контроллеры управления питанием от Microchip	№ 8
Базовые правила проектирования системы на базе 32-разрядного микроконтроллера	№ 8
Интегрированные сетевые процессоры потоков от Netronome	№ 10
Интеграция размывает границы между микроконтроллерами и СнК	№ 10
Реализация Ethernet для промышленных сетей с помощью 32-разрядных микроконтроллеров	№ 10

Стандартные цифровые микросхемы и память

Энергонезависимая память будущего Fujitsu FRAM	№ 3
FRAM: универсальная память для регистрации данных	№ 4
Энергонезависимая память FRAM объемом 1 Мбит/2 Мбит и с интерфейсом SPI	№ 10

Микросхемы силовой электроники

Построение безмостового ККМ с управлением One Cycle Control на базе ИС от IR	№ 3
Новейшие DC/DC-преобразователи для медицинского оборудования	№ 4
МС34063. Старые песни на новый лад	№ 8
Импульсные стабилизаторы с входным напряжением до 150 В	№ 10

Встраиваемое ПО

Оптимизация кода с помощью компилятора	№ 1
Модель программирования для многоядерных встраиваемых платформ	№ 1

ПЛИС и СБИС

Стандарт OpenCL и его реализация на ПЛИС	№ 1
Обзор архитектуры ПЛИС UltraScale	№ 2
ПЛИС как система-на-кристалле: новый класс программируемых устройств	№ 2
OpenCL для ПЛИС	№ 2
Бескомпромиссное решение для системы питания ПЛИС	№ 2
Новейшее семейство ПЛИС со сверхмалым потреблением	№ 4
Конфигурируемая система управления электроприводом	№ 5
Восемь способов ускорения проектирования СнК на уровне RTL	№ 5
Методы реализации математических операций на ПЛИС	№ 6
Проектирование высокопроизводительных систем реального времени на базе СнК	№ 6
Разработка прототипа СнК на базе ПЛИС с использованием HAPS-DX	№ 7

Пассивные компоненты

Катушки индуктивности Bourns для преобразователей энергии	№ 2
Особенности применения керамических конденсаторов в цепях обработки сигналов	№ 3
Современные соединители для печатных плат	№ 3
Ферритовые трансформаторы для построения делителей мощности	№ 3
Новое поколение устройств защиты от статического электричества	№ 3
Сетевые фильтры для импульсных источников питания	№ 4
Оптимальные решения для защиты микросхем от статического электричества	№ 4
Новые устройства защиты от длительных перенапряжений	№ 5
Разъемы плат расширения M.2 NGFF нового стандарта от TE Connectivity	№ 6
Недостатки простых фильтров ЭМС	№ 6
Практическая разработка и оптимизация фильтров ЭМС	№ 6
Применение фильтров ЭМП, отвечающих требованию стандарта MIL-STD-461D-F	№ 7
Встраиваемые резисторы в низкоомных системах	№ 7
Обзор сигнальных реле Omron	№ 8
Новые конденсаторные технологии: что выбрать?	№ 10
Эволюция корпусов для электронных устройств	№ 10
Факторы, влияющие на рабочее напряжение разъема	№ 10
Компактные и экономичные дроссели MaxFlux с подмагничиванием	№ 10

Провода и кабели

Поточная плазменная обработка материалов для изоляции проводов и кабелей. Часть 2

№ 10

Теория и практика

Основы работы линейных стабилизаторов и импульсных источников питания

№ 1

Основные специфицируемые параметры радиочастотных систем

№ 2

Снабберные цепи

№ 5

Основы работы магнетрона

№ 7

Справочные страницы

Стабилизация напряжения путем компенсации потерь напряжения на соединительных проводах

№ 2

Светодиодный контроллер с двойным контуром управления током

№ 3

Бесконтактные датчики положения и вращения компании Bourns

№ 5

Новые компоненты на российском рынке

№ 1...10

«Инженер - инженеру»

www.elcomdesign.ru/engineer/

15 ватный дифференциальный усилитель с защитой от перегрева

Трассировка высокоскоростных линий JESD204B

Применение ADP2370 в качестве драйвера светодиодов.

Фильтр с переменной полосой

Выбор между аппроксимирующим и Σ - Δ АЦП в задачах с широким динамическим диапазоном

Двухфазный тактовый генератор

Полосовой фильтр второго порядка

Изолированный контроль над током возбуждения в электромагнитных расходомерах

Динамическое управление питанием (DPC) минимизирует потери мощности, расширяет температурный диапазон

Как уменьшить перекрестные помехи между проводниками на плате

Простая RC цепь снижает шум линейного стабилизатора

Повышение защиты тиристоров по dV/dt

Подбор ИОН для АЦП

Организация схемы питания параллельных светодиодных линий

Источник шума в полосе звукового сигнала

Полоса единичного усиления и производство полосы пропускания на коэффициент усиления

Защита от перенапряжений при переходных процессах

Повышение защиты тиристоров по dv/dt

http://www.elcomdesign.ru/ingineer/ingineer_62.html

Рассмотрены методы повышения устойчивости тиристора к dv/dt

Тиристорам (SCR) по-прежнему нет равных в мегаваттном диапазоне мощности, да и при меньших мощностях они находят широкое применение. Тиристоры на 2 кА и 1,2 кВ используются в приводах электровозов, в системах управления электропечами в алюминиевом производстве и т.д. Эквивалентной схема тиристора приведена на рисунке 1а.

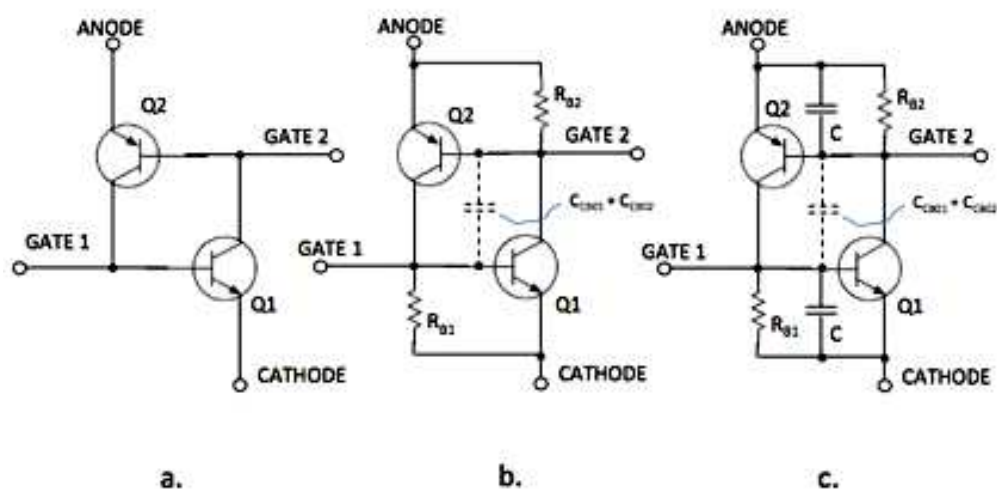


Рис. 1

Это устройство находится в выключенном состоянии, пока на затвор GATE1 не поступит положительный импульс тока. В результате между анодом и катодом включается четырехуровневая структура, и необходимость в токе затвора отпадает.

В более реалистичной модели тиристоров в цепях база–эмиттер PNP- и NPN-транзисторов имеются резисторы (см. рис. 1b), позволяющие избежать токов утечки в Q1 и Q2 при включении схемы. Ток затвора определяется следующим образом:

$$I_{G1} \geq V_{BE1}/R_{B1}$$

Недостатком тиристоров является то, что если время нарастания напряжения на аноде превышает критическое значение, они включаются, невзирая на нулевой ток затвора. Это напряжение появляется на коммутируемых индуктивных нагрузках, когда анодный ток приближается к нулю и становится меньше уровня удержания. При этом в результате протекания запасенного в индуктивности заряда наблюдается резкое возрастание напряжения на аноде. Коммутирующее напряжение возникает также при переключении резистивных нагрузок при совместном использовании, по крайней мере, двух тиристоров, соединенных в виде аналогового мультиплексора, когда один прибор включается при резком увеличении анодного напряжения на другом приборе.

В схеме на рисунке 1b критическое значение крутизны коммутирующего напряжения определяется следующим образом:

$$S_{Vcrit} \approx V_{BE0}/[(C_{CB01} + C_{CB02})R_B], \quad (1)$$

где $V_{BE0} \sim 0,7$ В – типовое значение напряжения, при котором включается полупроводниковый транзистор, а C_{CB01} и C_{CB02} – емкости коллектор–база транзисторов Q1 и Q2.

Поскольку значения этих емкостей уменьшаются с ростом напряжения эмиттер–коллектор, в формуле (1) используются их максимальные значения. Для транзисторов на рисунке 2 $C_{CB01} + C_{CB02} < 20$ пФ. При $R_{B1} = R_{B2} = 6,8$ кОм значение $S_{Vcrit} \approx 5$ В/мкс достаточно мало, т.к. для монолитных приборов SCR величина $S_{Vcrit} \approx 100$ В/мкс.

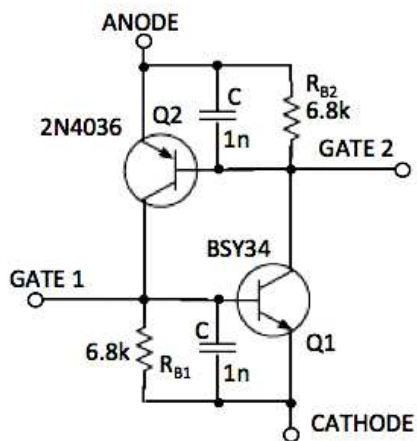


Рис. 2.

Способ сохранить малым ток включения затвора, увеличив при этом критическое значение крутизны напряжения коммутации, иллюстрируется на рисунке 1с. Включив конденсатор С параллельно переходу база–эмиттер обоих транзисторов, теоретически можно повысить эту крутизну до бесконечно большого значения. Величина С определяется как:

$$C \approx 2\Delta V(C_{CB01} + C_{CB02})/V_{BE0}, \quad (2)$$

где ΔV – величина нарастания. Для простоты расчета повышение анодного напряжения считается линейным. На практике критическое значение крутизны рассчитывается из допустимого значения максимального базового тока транзисторов:

$$S_{Vcrit} \approx I_{Bmax}/(C_{CB01} + C_{CB02}) \quad (3)$$

Если предположить, что $I_{Bmax} = 200$ мА, уравнение 3 дает реалистичное значение $S_{Vcrit} \approx 100$ кВ/мкс.

В эксперименте использовался PNP-транзистор 2N4036 с максимальным током базы 500 мА и максимальным током коллектора 1 А. При резком изменении напряжения анода ($\Delta V = 9$ В за 30 нс, или 300 В/мкс) дискретный прибор SCR (см. рис. 2) не включался.

Как уменьшить перекрестные помехи между проводниками на плате

http://www.elcomdesign.ru/ingineer/ingineer_63.html

Когда проводники на печатной плате находятся очень близко друг от друга, между ними возникают перекрестные помехи из-за емкостной связи, которые мешают совместному использованию аналоговых и цифровых схем на одной плате.

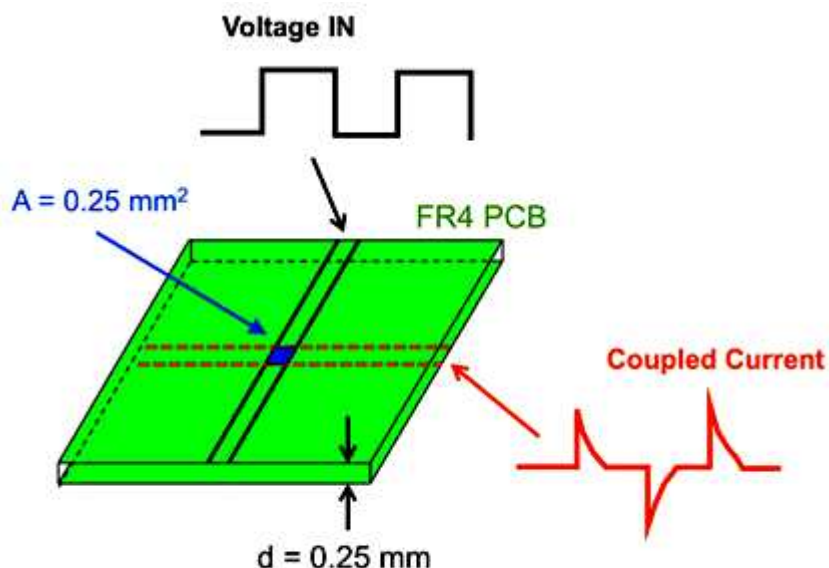
Решить эту проблему можно двумя способами. Первый из них заключается в такой топологии, где проводники пересекаются на двух разных уровнях. Во втором способе два проводника на одном уровне располагаются параллельно друг другу.

При двух достаточно близко расположенных проводниках между ними возникает паразитная емкость, которая определяется следующей формулой:

$$C = \epsilon_R \epsilon_0 A / d, \quad (1)$$

где ϵ_R и ϵ_0 – диэлектрическая проницаемость материала платы и вакуума, соответственно; A – площадь перекрытия; d – расстояние между ними.

Диэлектрическая проницаемость (ϵ_R) стеклопластика на основе эпоксидной смолы FR4, применяемого для изготовления печатных плат, составляет 4,4–4,8. В нашем расчете мы воспользуемся значением 4,7. Диэлектрическая проницаемость вакуума равна $8,84 \cdot 10^{-12}$ Ф/м. На рисунке 1 приведен пример двух перпендикулярно расположенных проводников на плате FR4.



Note: 10 mil = 0.25 mm.

Рис. 1. Два проводника, расположенных перпендикулярно на разных слоях печатной платы толщиной 0,25 мм. По проводнику верхнего слоя платы распространяется прямоугольный тактовый сигнал

FR4 PCB – печатная плата FR4; Coupledcurrent – сигнал тока в проводнике второго слоя платы

Сплошными черными линиями на рисунке 1 схематично изображен проводник на верхнем слое платы, а красные пунктирные линии соответствуют второму проводнику. Расстояние между слоями составляет 0,25 мм. Подставив в уравнение (1) соответствующие значения параметров, получаем, что паразитная емкость между этими проводниками составляет 0,001 мкФ.

Если по проводнику верхнего слоя распространяется тактовый сигнал прямоугольной формы, по второму проводнику течет ток, определяемый формулой (2):

$$I = C \partial V / \partial t, \quad (2)$$

где $\partial V / \partial t$ – скорость изменения напряжения.

Если время нарастания напряжения цифрового сигнала в диапазоне 0–5 В составляет 10 нс, а емкость –

0,01 пФ, пиковый ток равен 50 мкА. Эта величина практически равна току, протекающему по второму проводнику. Если импеданс второго проводника с аналоговым сигналом равен 100 МОм, соответствующее напряжение достигает 0,5 В. Для аналоговых цепей это достаточно высокое напряжение, вызывающее разрушение проводника.

На рисунке 2 изображен случай, когда паразитная емкость возникает между двумя проводниками одного слоя платы.

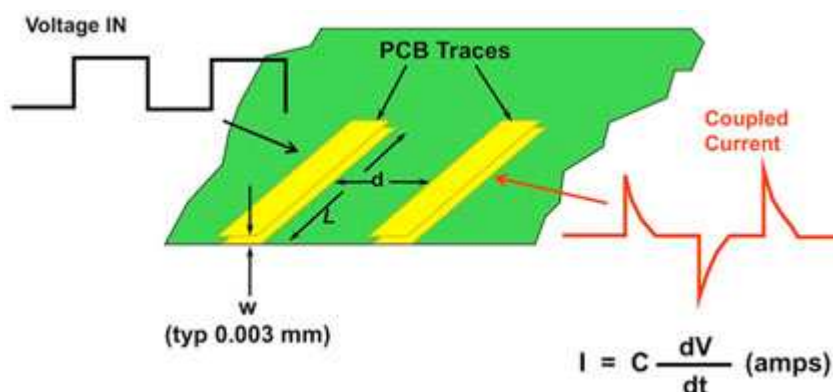


Рис. 2. Два проводника на одном слое печатной платы. По одному из них распространяется прямоугольный тактовый сигнал

VoltageIN – входное напряжение; PCBtraces – проводники печатной платы; Coupledcurrent – сигнал тока в проводнике второго слоя платы

Паразитная емкость между этими проводниками определяется следующей формулой:

$$C = \epsilon_R \epsilon_0 L w / d, \quad (3)$$

где $\epsilon_R = 4,7$ и $\epsilon_0 = 8,84 \cdot 10^{-12}$ Ф/м – диэлектрическая проницаемость материала платы и вакуума, соответственно; L – длина проводников; w – толщина проводников; d – расстояние между ними.

Типовые значения расчетных параметров: длина L – 5 см; расстояние между проводниками – 0,5 мм. Паразитная емкость для этого случая составляет 0,01 пФ.

К сожалению, при времени переключения менее нс в купе с высоким импедансом аналоговых линий могут возникать проблемы, связанные с целостностью сигнала.

Для их устранения необходимо разделить на плате цифровую схему от аналоговой. Речь идет не об использовании отдельных слоев – следует в как можно большей мере уменьшить величину паразитной емкости, увеличив, например, в схеме на рисунке 1 расстояние между пересекающимися проводниками. В случае же со второй схемой следует уменьшить длину проводников и увеличить расстояние между ними.

Паразитную емкость можно также уменьшить, поместив заземляющий проводник между проводниками (см. рис. 3).

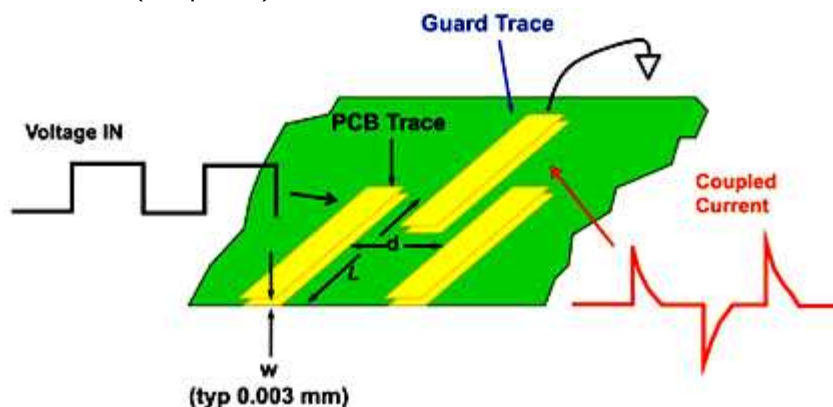


Рис. 3. Чтобы уменьшить перекрестные помехи, между проводниками помещается земляной проводник

Voltage IN – входное напряжение; Ground trace – заземляющий проводник; PCB trace – проводник печатной платы; Coupledcurrent – сигнал тока в проводнике второго слоя платы.

Двухфазный тактовый генератор

http://www.elcomdesign.ru/engineer/engineer_68.html

Рассмотрен простой способ получения многофазового тактового сигнала, изменение частоты которого сопряжено минимальным фазовым сдвигом.

Фазовый сдвиг второго выходного сигнала может составлять от 0 до 180°. В схеме используется минимум элементов: конденсатор, два резистора, два триггера Шмитта (см. рис. 1).

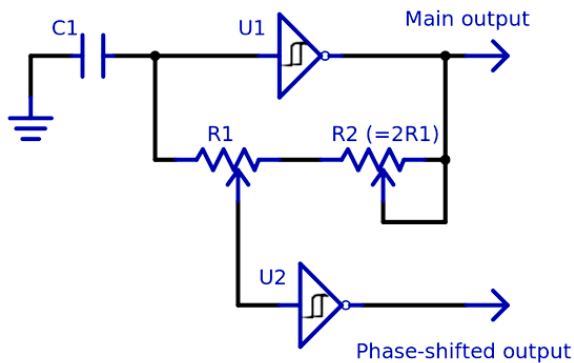


Рис. 1. Двухфазный осциллятор с регулируемой частотой и фазовым сдвигом

Выходная частота определяется номиналами C1, R1 и R2. Выходной сигнал U2 сдвинут по фазе. Он управляет выходным сигналом главного триггера U1 через потенциометр R1. Когда на выходе U1 высокое напряжение, C1 заряжается и напряжение на входе U2 выше напряжения на входе U1. Соответственно, U2 изменит состояние раньше U1.

Когда на выходе U1 низкое напряжение, напряжение на входе U2 ниже напряжения на входе U1, и он снова переключится раньше, чем U1. Так формируется опережение по фазе. Чем ближе значения R1 к R2, тем оно больше.

В триггерах Шмитта на КМОП входные пороги несимметричны относительно выхода, поэтому фазовые сдвиги будут различаться, особенно при небольшом опережении по фазе.

Резистор R1 управляет фазовым сдвигом, R2 ограничивает частоту. На схеме они представлены потенциометрами, хотя могут быть использованы резисторы с фиксированным сопротивлением.

На рисунке 2 показана схема, в которой изменение частоты сопровождается минимальным изменением фазы. Управление частотой осуществляется с помощью резисторов R1 и R2, резисторы R3 и R4 устанавливают фазу. Суммарное сопротивление R3 и R4 должно быть не меньше суммы R1 + R2.

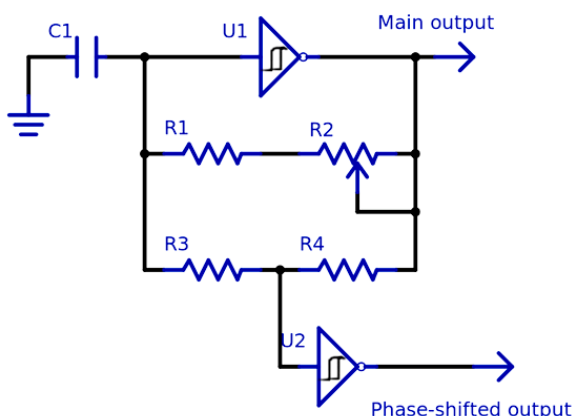


Рис. 2. Схема с меньшей зависимостью фазы от изменения частоты

Данная схема позволяет регулировать частоту в пределах декады. Больше не рекомендуется, поскольку конденсатор на входе U2 создает задержку фазы, заметную на высоких частотах.

Схему на рисунке 2 можно преобразовать в трехфазную. Для этого резистор R3 необходимо заменить на два одинаковых и сигнал со средней точки инвертировать по отношению к остальным двум фазам.

ЭКиС

Electronic Components and Systems

ЭЛЕКТРОННЫЕ КОМПОНЕНТЫ И СИСТЕМЫ

www.ekis.kiev.ua



Уважаемые подписчики и читатели нашего журнала!

В 2015 году журнал "Электронные компоненты и системы" будет выпускаться
в электронном виде

Подписка на журнал бесплатная

Подписаться на журнал можно в любой момент времени

Для оформления подписки достаточно прислать по электронной почте
на адрес ekis@vdmairs.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 прошлогодних номеров.

Содержание журналов доступно на сайте <http://www.ekis.kiev.ua/archive.php>

Для получения статьи достаточно прислать заявку по адресу ekis@vdmairs.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
- Э КиС
- 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 2014 г. Contents of Journal in 2014

Перечень содержит все статьи и краткие сообщения, опубликованные в 2014 году. Публикации сгруппированы по рубрикам и расположены в порядке возрастания номера страницы (числитель дроби) и номера журнала (знаменатель дроби).

VD MAIS

В. Давиденко
Фирме VD MAIS 20 лет – открываем новые горизонты.....3/1

АКУСТИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ И УСТРОЙСТВА

Новые пьезоэлектрические сирены
компании Sonitron24/4-6

АНАЛОГО-ЦИФРОВЫЕ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛИ

Система сбора данных с разрешением 24 бита и частотой выборки 250 кГц28/4-6

В ПОМОЩЬ РАЗРАБОТЧИКУ ЭЛЕКТРОННОЙ АППАРАТУРЫ

М. Усач
Особенности применения ИМС преобразователей импеданса AD5933 и AD5934.....6/1

Дж. Сканлон, К. Ваттерсон
Об устойчивости интерфейса RS-485 к воздействию электромагнитных помех.11/1

Изолированный рН-монитор с температурной компенсацией.....3/2-3

Преобразователь отсчетов резольвера в цифровой код с разрешением от 10 до 16 бит3/4-6

Аналоговый интерфейс для магниторезистивного датчика вращения.9/4-6

В. Голуб
Некоторые схемы применения операционных усилителей.....12/4-6

Система сбора данных, устойчивая к помехам3/7-9

Экономичная система сбора данных. ...5/7-9

Высокоточные электромагнитные расходомеры для промышленного применения8/7-9

Детектор токсичных газов3/10-12

Ультразвуковой измеритель расстояния5/10-12

Методы измерения пульсаций и коммутационных выбросов на выходе импульсного стабилизатора напряжения7/10-12

ГЕНЕРАТОРЫ

В. Макаренко
Способы уменьшения джиттера тактовых генераторов37/2-3

Миниатюрные кварцевые генераторы КХО-V9527/4-6

ДАТЧИКИ И СЕНСОРЫ

В. Романов
Датчик изображения для ближней инфракрасной области спектра46/7-9

В. Голуб
Новые инерциальные датчики и модули Analog Devices и средства их оценки47/7-9

ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЕ ПРИБОРЫ

Новинка компании HAMEG:
анализатор спектра HMS-X32/1

ИСТОЧНИКИ ПИТАНИЯ

Г. Местечкина

Серия AC/DC-преобразователей RSP выходной мощностью от 75 до 750 Вт с активной коррекцией коэффициента мощности23/1

Контроллеры синхронных выпрямителей TEA179x28/1

М. Мурнане

Гармонический анализ в источниках энергии на основе солнечных батарей27/2-3

М. О'Бриен

ИМС многоуровневых источников питания для портативных устройств30/2-3

П. Воропаев

DC/DC-преобразователи серии THM с выходной мощностью от 3 до 10 Вт, предназначенные для медицинской аппаратуры36/2-3

В. Охрименко

Новые драйверы светодиодов LCM-25 с током до 1050 мА и выходной мощностью 25 Вт.14/7-9

В. Охрименко

Технология беспроводной зарядки, часть 117/7-9

В. Охрименко

Технология беспроводной зарядки, часть 211/10-12

КАБЕЛЬНЫЕ СИСТЕМЫ

Кабель и древесина: точки соприкосновения45/1

Гибкий кабель для подвижного оборудования56/2-3

Маркировочные материалы

для применения вне помещений58/2-3

КОММУТАЦИОННЫЕ УСТРОЙСТВА

Новости компании HARTING49/1

Неизолированные клеммы для подключения силовых цепей к печатным платам51/1

Миниатюрные соединители Har-flexicon®60/4-6

КОНТРОЛЬ И АВТОМАТИЗАЦИЯ

Средства автоматической идентификации объектов60/2-3

Компактный лазерный сканер для защиты объектов36/4-6

В. Романов, И. Галелюка,

А. Вороненко, В.Грибова

Компьютерные приборы и беспроводные сенсорные сети в сельском хозяйстве и экологическом мониторинге33/10-12

О. Минцер, В. Романов, И. Галелюка

Интеллектуальный медицинский коммуникатор40/10-12

КРАТКИЕ СООБЩЕНИЯ

Новости компании Analog Devices56/1

Минимизация электромагнитного излучения ИМС высокой мощности57/1

Анализатор силовых цепей

РА4000 компании Tektronix

– продукт 2013 года58/1

Экономичные 14-разрядные АЦП для многоканальных систем сбора информации62/2-3

Импульсные стабилизаторы напряжения

компании Resot серии R-78T

для SMD-монтажа63/2-3

Новости компании Omron63/4-6

Новости компании Analog Devices64/4-6

МИКРОПРОЦЕССОРЫ И МИКРОКОНТРОЛЛЕРЫ

А. Вороненко, В. Романов

Выбор унифицированных средств

процессорной обработки данных для био-

сенсорных приборов36/7-9

А. Мельниченко

Новые микроконтроллеры LPC1500 для

управления электродвигателями40/7-9

К. Дугган, Д. Лабреку
Новые микроконтроллеры LPC1500 для управления электродвигателями42/7-9

МОДЕЛИРОВАНИЕ РАДИОЭЛЕКТРОННЫХ УСТРОЙСТВ

В. Охрименко
Spice-модель драйвера светодиодов37/4-6

В. Макаренко
О некоторых особенностях программы моделирования NI Multisim 13.30/7-9

В. Макаренко
Программа моделирования Multisim Blue и ее основные возможности25/10-12

НОВЫЕ КОМПОНЕНТЫ

В. Макаренко
Новые логические микросхемы компании NXP со сверхнизкими напряжением питания и энергопотреблением40/1
Полупроводниковые компоненты компании AVB50/2-3

В. Макаренко
Высоковольтный полумостовой драйвер для управления MOSFET- и IGBT-транзисторами31/4-6

А. Мельниченко
Новости компании Schroff54/7-9

В. Макаренко
Новые компоненты Analog Devices55/7-9

В. Макаренко
Новые высокочастотные компоненты корпорации Molex61/7-9

В. Макаренко
Система ввода/вывода для электрошкафов Axioline F63/7-9

В. Макаренко
Кондиционеры Hoffman Spectracool для внутренней и наружной установки58/10-12

НОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Об одном способе ускоренной зарядки литий-ионных аккумуляторов45/2-3

ОПТОЭЛЕКТРОННЫЕ УСТРОЙСТВА

Многокристальные светодиоды серии CXA.....15/1

Светодиодные дисплейные модули компании Foryard18/1

Видеокамера ImagEM X2.....20/1

Светодиодные модули LMH2.....7/2-3

Г. Местечкина
DAP-04 – устройство интеллектуального управления многоканальной светодиодной системой.....10/2-3

В. Охрименко
Драйверы светодиодов.....14/2-3

Оптические компоненты компании Ledil24/2-3

Новые многокристальные светодиоды серии CXA.....17/4-6

Оптические компоненты компании Ledil19/4-6

Новые светильники компании Cree для наружного свечения22/4-6

В. Макаренко
Необычное использование светодиодов25/7-9

В. Охрименко, Сакен Юсупов
Новые линзы компании LEDiL21/10-12

ТЕЛЕКОММУНИКАЦИИ И СВЯЗЬ

В. Охрименко
Шина M-Bus34/1

Особенности применения сетей WLAN в промышленной среде42/4-6

В. Кондратюк, С. Ильницкая, А. Куценко, А. Савченко
Интегрированная инерциально-спутниковая навигационная система беспилотного летательного аппарата44/4-6

В. Макаренко, С. Доля
Особенности стандарта беспроводной связи IEEE 802.11ad (WiFi)50/4-6

М. О'Бриен
Изолированный I2C/PMBus-интерфейс для применения в промышленности, телекоммуникациях и медицине ...44/10-12

В. Макаренко
Однокристалльная широкополосная подсистема промежуточной частоты48/10-12

ШКАФЫ И КОРПУСА

Новости компании Schroff54/1

Кондиционеры для жестких условий эксплуатации53/2-3

19" система Titan COTS VME64X с ударопрочностью до 25 g58/4-6

КАЛЕНДАРЬ ВЫСТАВОК РЫНКА ЭЛЕКТРОНИКИ 201564/10-12

Уважаемые подписчики

и читатели нашего журнала!

В 2015 году журнал “Электронные компоненты и системы” будет выпускаться в электронном виде. Подписка на журнал бесплатная.

Для оформления подписки достаточно прислать по электронной почте на адрес ekis@vdtma.kiev.ua заявку следующего содержания:

- 1. Подписка на ЭКиС.*
- 2. Фамилия, Имя, Отчество.*
- 3. Адрес электронной почты.*
- 4. Название организации в которой Вы работаете и город в котором она располагается.*

ДРАЙВЕРЫ СВЕТОДИОДОВ

В статье рассматриваются варианты бестрансформаторных драйверов светодиодов, ориентированных на использование в разных приложениях.

DRIVERS FOR LEDs

Abstract – This article intends to provide a brief overview of the inductorless drivers for LEDs.

В. Охрименко

V. Okhrimenko

ВВЕДЕНИЕ

Неотъемлемая составляющая светодиодных ламп – драйвер светодиодов – устройство преобразования переменного сетевого напряжения в ток, протекающий через светодиоды [1-8].

Идеальный драйвер светодиодов – это драйвер, поддерживающий неизменное значение тока, протекающего через светодиоды. В этом случае величина прямого падения напряжения на светодиодах не имеет существенного значения, что исключает процесс отбора светодиодов по величине падения напряжения, а, кроме того, исключается влияние температурного коэффициента прямого падения напряжения. Драйверы светодиодов могут быть созданы как на базе разнообразных импульсных преобразователей, так и линейных стабилизаторов тока.

Преимущества бестрансформаторных драйверов светодиодов очевидны – это отсутствие импульсного AC/DC- или DC/DC-преобразователя и соответственно – катушки индуктивности или трансформатора, а также громоздкого помехоподавляющего фильтра, а в некоторых случаях и электролитических конденсаторов, что снижает, в конечном счете, стоимость и габариты светодиодной лампы. Однако не следует забывать, что источники питания светодиодов, созданные с использованием бестрансформаторных драйверов, – неизолированные, т.е. в них имеется гальваническая связь между первичной сетью переменного тока и светодиодами. Поэтому следует уделять особое внимание мерам по защите потребителя от поражения электрическим током.

Импульсные AC/DC- и DC/DC-преобразователи, наиболее часто в настоящее время применяемые в источниках питания светодиодных ламп, во многом обеспечивают высокие

светотехнические и электрические параметры в широком диапазоне изменения сетевого напряжения. Это, в первую очередь: КПД, коэффициент мощности (Power Factor – PF) и коэффициент гармоник потребляемого от сети тока (Total Harmonic Distortion – THD).

Однако вследствие применения трансформатора их отличают сравнительно высокая стоимость, сложность и большие габариты. Поэтому весьма заманчиво исключить неотъемлемую составляющую таких преобразователей – катушки индуктивности или трансформатор.

В статье рассматриваются варианты бестрансформаторных драйверов светодиодов разной сложности. И хотя в ряде схем даны номинальные значения параметров многих компонентов, в статье рассматриваются лишь возможные варианты построения драйверов светодиодов, а не законченные и протестированные решения, предназначенные для использования на практике.

БЕСТРАНСФОРМАТОРНЫЕ ДРАЙВЕРЫ СВЕТОДИОДОВ

Схемы подключения светодиодов непосредственно к сети переменного тока без использования импульсных AC/DC- или DC/DC-преобразователей, получили название Direct-AC-Drive. Далее рассматриваются бестрансформаторные драйверы светодиодов, ориентированные на создание недорогих неизолированных источников питания светодиодов, предназначенных для применения в разных приложениях.

Один из возможных простых вариантов структурной схемы подключения светодиодов непосредственно к сети переменного тока (220 В/50 Гц) приведен на рис. 1. В этой схеме используется так называемый стабилизатор

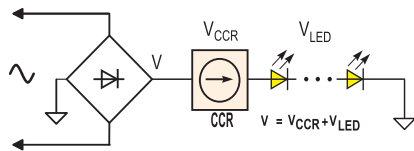


Рис. 1. Структурная схема бестрансформаторного источника питания светодиодов

тока типа CCR (Constant Current Regulator). Ряд компаний предлагает специализированные микросхемы стабилизаторов тока (NSI50350AS, CL220, CSSL-1/2/3/4, LND081A/B/C, CL6807 и пр.), обеспечивающие сохранение заданного тока при изменении напряжения питания и ориентированные на использование в драйверах светодиодов. Микросхемы (NSIxxx), выпускаемые компанией ON Semiconductor, обеспечивают ток нагрузки в диапазоне от 20 до 350 мА при максимальном падении напряжения на стабилизаторе от 45 до 120 В. Для увеличения тока через светодиоды допускается параллельное подключение микросхем. В зависимости от величины тока стабилизации и допустимой рассеиваемой мощности микросхемы изготавливаются в разных корпусах (SOT223, DPAK, SMB) и предназначены для работы при температуре кристалла в диапазоне -55...150 °С или -55...175 °С (например, NSI50350AST3G). Микросхема CL220 (Super-tex Inc.) обеспечивает ток 20 ± 2 мА при падении напряжения на стабилизаторе от 5 до 160 В. Допустимое значение падения напряжения составляет 220 В, динамическое сопротивление – 300 кОм. Стабилизированный ток имеет температурный коэффициент 0.01 %/°С (типовое значение). Тепловое сопротивление

ние $R_{\theta ja}$ – 70 или 78 °С/Вт в зависимости от типа корпуса и площади поверхности печатной платы, предназначенной для отвода тепла. ИМС CL220 изготавливается в корпусе TO-252 (D-PAK) или TO-220 и предназначена для работы при температуре кристалла в диапазоне -40...125 °С.

Приведенная на рис. 1 схема имеет ряд недостатков. При работе в широком диапазоне изменения сетевого напряжения (V) падение напряжения на микросхеме стабилизатора тока (V_{CCR}) также изменяется в больших пределах, что соответственно вызывает увеличение потерь мощности и снижение КПД. Ток через светодиоды протекает только в те интервалы времени, когда сетевое напряжение превышает падение напряжения на ИМС стабилизатора тока и цепочки подключенных светодиодов, что не позволяет получить высокое значение PF. В этом случае приходится искать компромисс между величиной рассеиваемой мощности и длительностью интервала протекания тока через светодиоды.

Обеспечить более эффективную работу стабилизатора тока в большом диапазоне изменения сетевого напряжения, не увеличивая при этом рассеиваемую на нем мощность (и соответственно не снижая КПД) можно при использовании энергии накопительного коммутируемого конденсатора соответствующей емкости. На рис. 2 приведена схема одного из простейших вариантов бестрансформаторного драйвера светодиодов с использованием стабилизатора тока типа NSI45020AT1G (ON Semiconductor) и накопительного конденсатора [1, 2]. ИМС NSI45020AT1G – малогабаритный, двух-

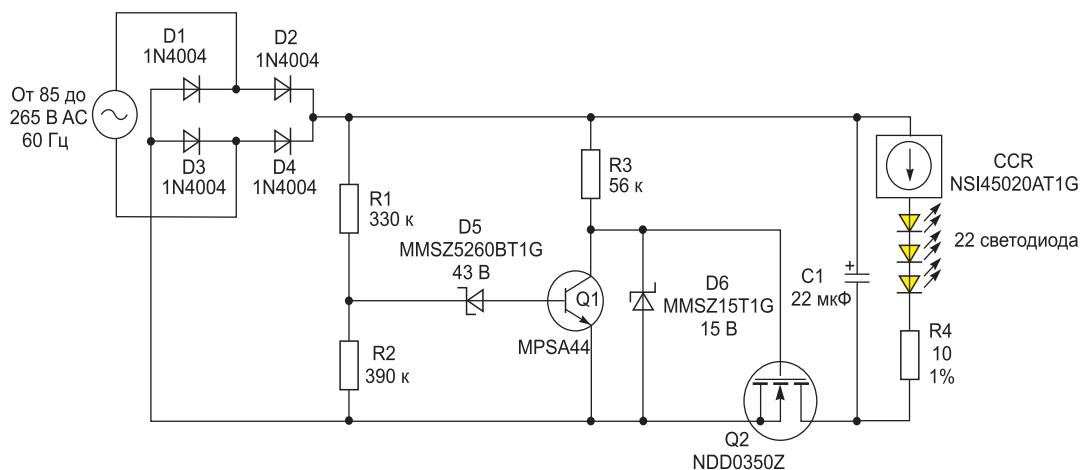


Рис. 2. Схема драйвера светодиодов с использованием ИМС NSI45020AT1G

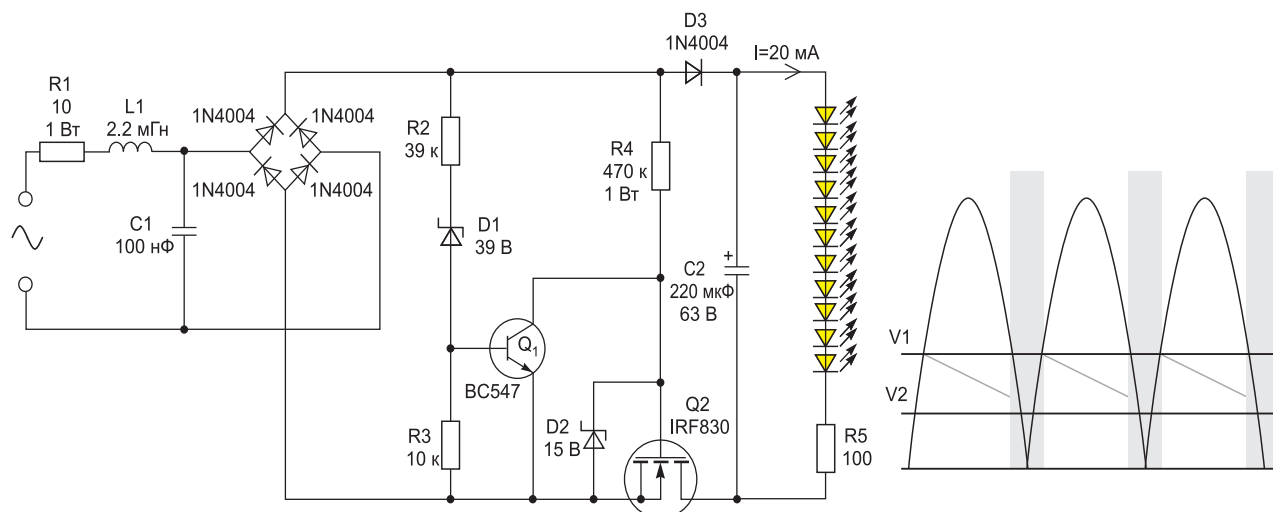


Рис. 3. Вариант схемы бестрансформаторного драйвера светодиодов и диаграмма, поясняющая принцип его работы

выводной стабилизатор тока, предназначенный для управления маломощными светодиодами. Микросхема выпускается в корпусе SOD-123, обеспечивает ток 20 мА и для ее подключения не требуются дополнительные внешние компоненты.

Принцип работы заключается в следующем. Конденсатор поэтапно заряжается до напряжения $V_{LED} + V_{CCR}$, а затем разряжается через цепочку светодиодов и ИМС стабилизатора тока. В этом случае падение напряжения на стабилизаторе изменяется в заданном диапазоне и его всегда можно контролировать. Для коммутации конденсатора применяется простейшее устройство управления. При открывании ключа (транзистор Q2) выполняется зарядка накопительного конденсатора C1 от сети переменного тока через выпрямитель (D1-D4). При закрывании этого ключа происходит разрядка конденсатора через цепочку светодиодов и стабилизатор тока. Напряжение, при котором открывается транзистор Q1, определяется параметрами стабилитрона D5. Когда напряжение на катоде стабилитрона увеличивается до 43 В (см. рис. 2), ток, протекающий через стабилитрон, открывает транзистор Q1, а транзистор Q2 соответственно закрывается. Таким образом, потребляемый от сети ток носит импульсный характер и протекает только в процессе зарядки конденсатора C1, т.е. в интервалах, когда мгновенное значение амплитуды сетевого напряжения становится меньше 43 В.

На рис. 3 приведен еще один из вариантов схемы бестрансформаторного драйвера светодиодов без использования ИМС стабилизатора тока [1, 2]. Диаграмму, поясняющую принцип работы драйвера, см. на рис. 3. Интервал времени, в течение которого транзистор Q2 находится в открытом состоянии, довольно непродолжителен в сравнении с длительностью полупериода частоты сетевого напряжения. Уменьшение напряжения на цепочке светодиодов в интервалах времени, когда закрыт транзистор Q2, непосредственно связано с величиной емкости накопительного конденсатора и тока через цепочку светодиодов. Как следует из диаграммы, зарядка этого конденсатора происходит в интервале увеличения сетевого напряжения и заканчивается при достижении значения амплитуды 39 В (D1). Следовательно, потребляемый от сети ток носит импульсный характер, как и в случае использования обычного мостового выпрямителя с емкостной нагрузкой. Ток протекает только в процессе зарядки конденсатора C2, а угол сдвига фаз между сетевым напряжением и потребляемым током зависит от напряжения открывания стабилитрона. Все эти особенности схем (рис. 2, 3) не позволяют получить большое значение коэффициента мощности.

Вариант схемы модифицированного бестрансформаторного драйвера светодиодов приведен на рис. 4 [1]. В этой схеме стабилизатор тока реализован на микросхеме LM317АН. Кроме того, предусмотрено ограничение амплитуды

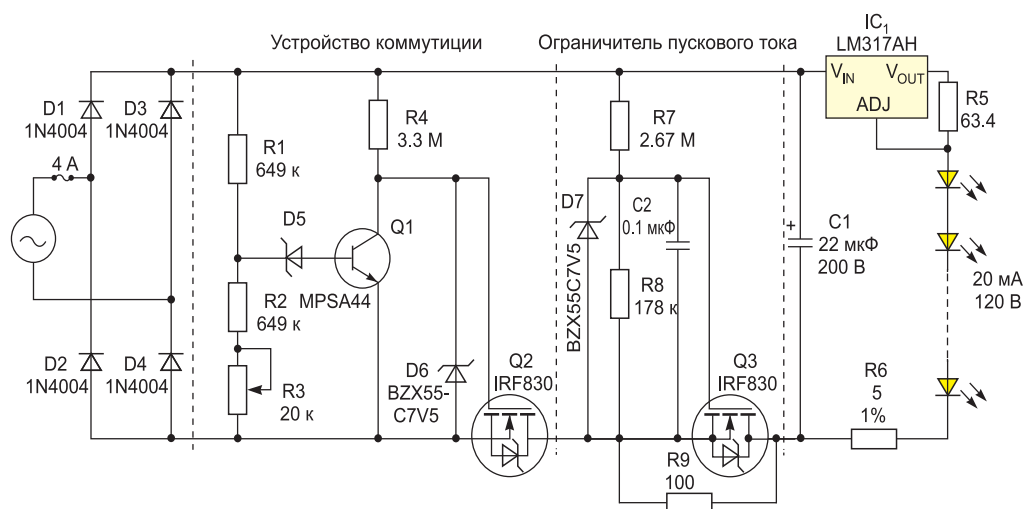


Рис. 4. Схема драйвера светодиодов с использованием ИМС LM317

ды тока зарядки конденсатора при включении питания. Устройство ограничения реализовано на транзисторе Q3 и резисторе R9. Пока транзистор Q3 не переключится в открытое состояние ток зарядки конденсатора (1.35 А) ограничивается резистором R9 (100 Ом). Зависимость КПД от напряжения питания приведена в таблице 1 [1].

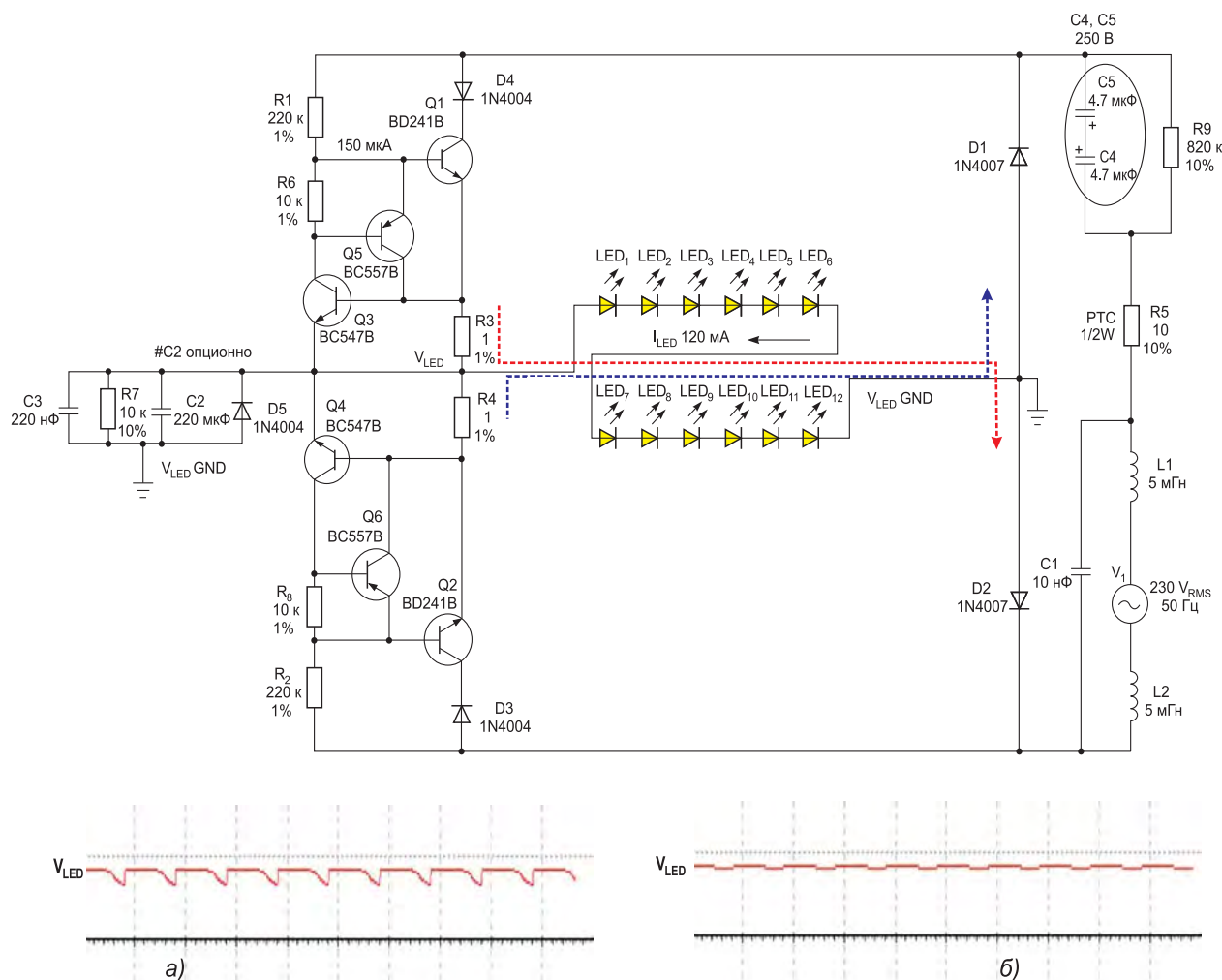
Таблица 1. Зависимость КПД драйвера от напряжения питания

Напряжение, В	96	140	180	220	260
КПД, %	90	87	86	85	82

Схема бестрансформаторного полумостового драйвера светодиодов приведена на рис. 5 [3]. Стрелками красного и синего цвета показаны направления протекания тока через светодиоды при изменении полярности сетевого напряжения. Амплитуда тока, потребляемого от сети, ограничивается сопротивлением резистора R5 с положительным температурным коэффициентом (ПТЦ) и реактивным сопротивлением конденсаторов C4 и C5. Взамен этих конденсаторов можно использовать резисторы сопротивлением 50...200 Ом, однако в этом случае неизбежно возрастают потери мощности. В усилителях тока с отрицательной обратной связью (Q1, Q3 и Q2, Q4) в качестве токочувствительных элементов используются резисторы R3, R4. Ток базы транзисторов Q1, Q2 ограничен на уровне 150 мкА. Форма напряжения пульсаций на цепочке светодиодов при наличии и отсутствии фильтрующего конденсатора C2 показана на рис. 5.

Существенный недостаток приведенных схем бестрансформаторных драйверов светодиодов – невысокий коэффициент мощности. В последнее время ряд компаний-производителей выпустил микросхемы, ориентированные на создание бестрансформаторных драйверов светодиодов, в которых коэффициент мощности достигает значения 0.9 и более. В их числе ACT801/811/813 (Active-Semi), ACS0804/0904/1004/1404 (Altoran Chip & Systems), CL8800/1 (Supertex Inc.), DR3062 (Integrated Crystal Technology Inc.), EXC100 (Exclara), TPS92411 (Texas Instruments). Эти микросхемы обеспечивают типовое значение КПД более 80-85% и THD – менее 20-30%.

Уменьшить потери мощности и увеличить PF можно простым путем. В идеальном случае по мере нарастания сетевого напряжения на величину падения напряжения на одном светодиоде (2.8-3.5 В для белых светодиодов) необходимо поэтапно увеличивать число подключенных к сети светодиодов, а при снижении сетевого напряжения – отключать их, таким способом изменяя число подключенных светодиодов. Таким образом, вся расходуемая мощность будет рассеиваться на светодиодах. Амплитудное значение сетевого напряжения 310 В (220 В × 1.41), поэтому потребуется примерно 100 светодиодов и сложное устройство управления. Чтобы упростить управление, цепочка светодиодов разбивается на 3-6 секций, а в устройстве управления в зависимости от величины сетевого напряжения или протекающего через секции светодиодов тока производится их коммутация. В зависимости от



Пульсации напряжения при отсутствии (а) и наличии (б) конденсатора C2

Рис. 5. Схема мостового драйвера светодиодов

способа коммутации можно использовать два варианта структурной схемы подключения светодиодов.

В первом используются несколько стабилизаторов и измерителей тока, протекающего через секции светодиодов. Такая структурная схема применяется в большинстве предлагаемых на рынке ИМС (ACT801, CL8800/1, DR3062 и многих др.) На рис. 6 [4] приведена структурная схема подключения микросхемы DR3062 при работе от сети напряжением 220 В, форма потребляемого от сети тока (I_L) приведена на рис. 7. Принцип работы заключается в следующем (см. рис. 6). При повышении тока в соответствующей измерительной цепи до заданного значения происходит поэтапное отключение стабилизаторов тока. При увеличении тока в цепи I_2 до заданного значения отключается стабилизатор I_1 , при увеличении тока в цепи I_3 отключается стабилиза-

тор I_2 и т.д. В результате при сетевом напряжении, равном падению напряжения на всей цепочке светодиодов и стабилизаторе тока I_6 , подключен только один стабилизатор I_6 и ток протекает последовательно через всю цепочку светодиодов. Величина токов (I_1 - I_6), протекающих через секции светодиодов, регулируется в диапазоне значений от 7 до 40 мА посредством изменения напряжения V_{REF} . Стабилизированный ток имеет температурный коэффициент $-0.3\%/^{\circ}\text{C}$. Микросхема DR3062 изготавливается в корпусе SOP-8 (6.0×4.85 мм), тепловое сопротивление $R_{\theta ja} - 35^{\circ}\text{C}/\text{Вт}$. В [4] приведен порядок расчета компонентов драйвера при разных значениях сетевого напряжения и тока через светодиоды.

В случае применения микросхем CL8800/01 [5] используется тот же принцип коммутации светодиодов, а их подключение, по сути, осуществляется с применением аналогичной схемы.

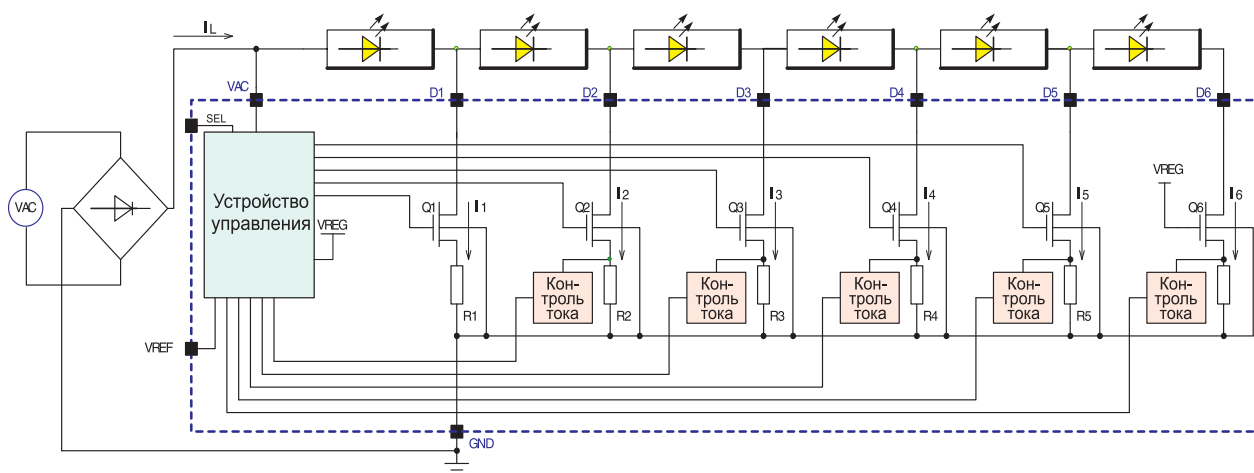


Рис. 6. Структурная схема драйвера светодиодов с использованием ИМС DR3062

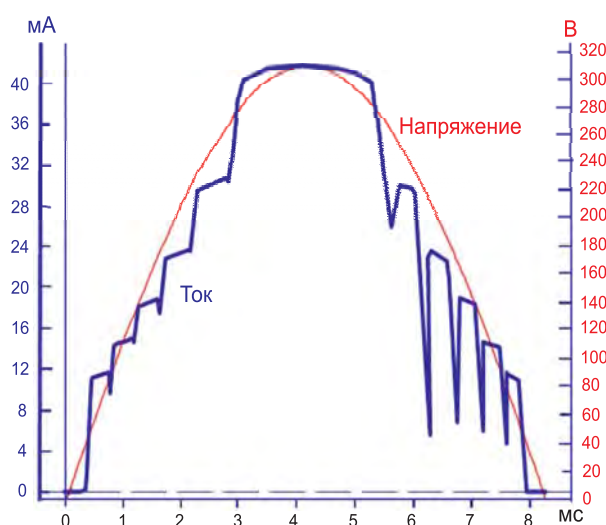


Рис. 7. Форма потребляемого от сети тока при использовании ИМС DR3062

Имеются незначительные отличия в величине тока, протекающего через секцию светодиодов, и способе его регулирования. На *web*-сайте компании Supertex Inc. представлена программа в формате Excel для расчета номинальных значений параметров компонентов и драйвера светодиодов с использованием микросхемы CL8800. Кроме того, на сайте можно найти руководство пользователя (CL8800 Design Guidelines) с подробным описанием работы этой программы и даны рекомендации по ее использованию.

Допустимая рассеиваемая мощность ИМС CL8800 при ее установке на теплоотвод – до 13.5 Вт. Типовое значение КПД – 85%, THD – менее 20%, PF – более 0.95. ИМС CL8800 и CL8801 предназначены для работы при сетевом напряжении 220 и 120 В соответственно. Микросхемы CL8800/01 изготавливаются в корпусе 33-Lead QFN (6×6 мм) и предназначены

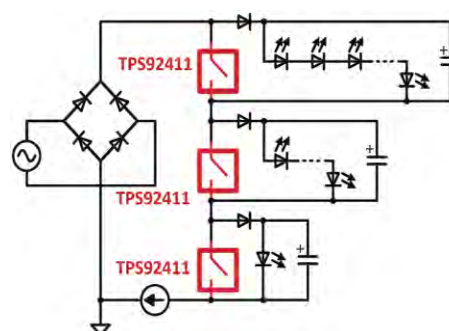


Рис. 8. Структурная схема драйвера светодиодов с использованием ИМС TPS92411

ны для работы при температуре кристалла в диапазоне -40...125 °С.

Во втором варианте используется только один стабилизатор тока, а для коммутации секций светодиодов применяются транзисторные ключи, переключаемые специальным устройством управления. Такой принцип построения бестрансформаторного драйвера светодиодов реализуется с применением анонсированной в конце 2013 года микросхемы TPS92411 (рис. 8), которая представляет собой, по сути, "плавающий" МОП-ключ с устройством управления [6-8]. Структурная схема ИМС TPS92411 приведена на рис. 9. Сопротивление транзисторного ключа в открытом состоянии 2 Ом (типичное значение), допустимое напряжение – 100 В, скорость нарастания выходного напряжения при включении – 1 В/мкс. Микросхема изготавливается в корпусе DBV (SOT23-5) или DDA (SO-8 Power-Pad) и обеспечивает максимальный ток до 200 или 350 мА соответственно. Диапазон допустимой температуры кри-

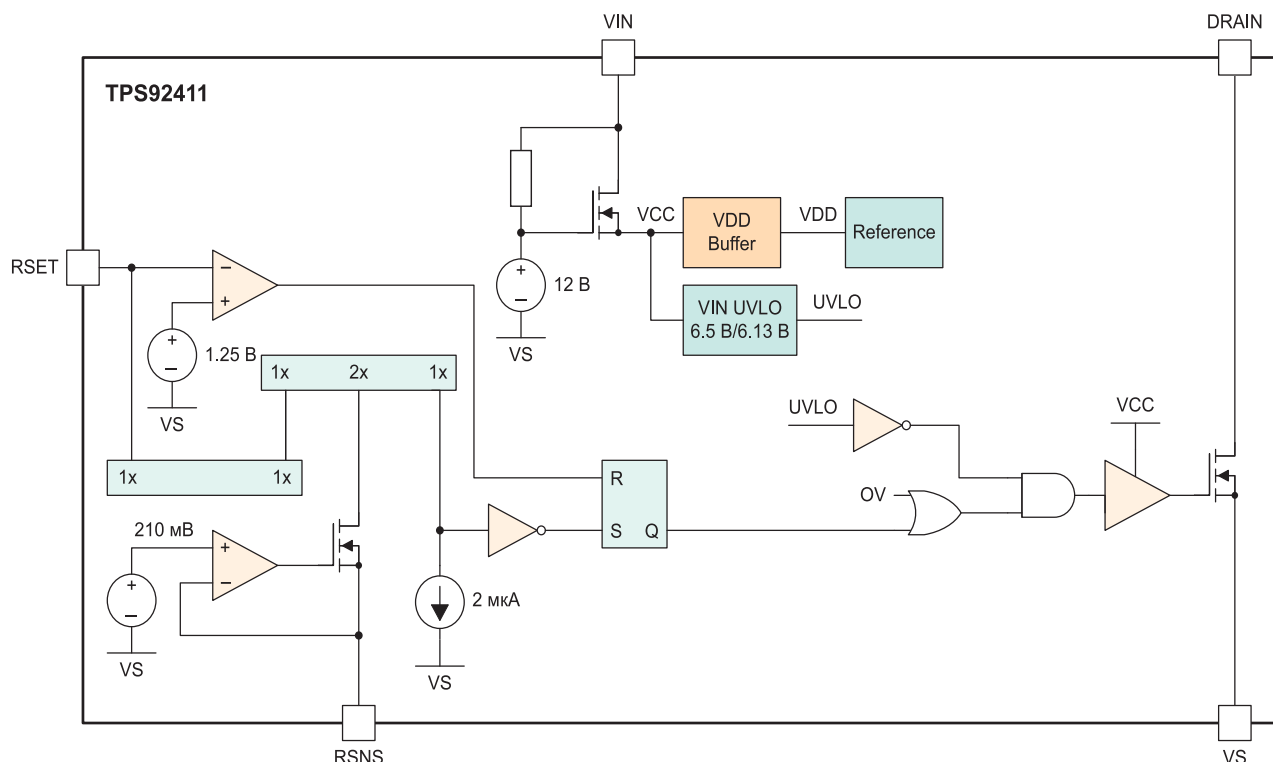


Рис. 9. Структурная схема ИМС TPS92411

сталла $-40...165\text{ }^{\circ}\text{C}$. Тепловое сопротивление $R_{\theta_{jb}}$ – 38 (DBV) или $39.1\text{ }^{\circ}\text{C}/\text{Вт}$ (DDA). Использование микросхемы TPS92411 в драйверах светодиодов обеспечивает получение коэффициента мощности более 0.9.

На рис. 10 приведена схема драйвера светодиодов, в котором использована микросхема TPS92411, и временная диаграмма, поясняющая принцип его работы. Цепочка светодиодов разбивается на три секции таким образом, чтобы сумма падения напряжения на секциях была примерно равна амплитудному значению сетевого напряжения. При напряжении сети 230 В рекомендуемые значения: 40, 80 и 160 В [6]. Для управления состоянием (вкл./откл.) встроенного коммутирующего МОП-транзистора используются RS-триггер и два компаратора (см. рис. 9) с регулируемым напряжением срабатывания, устанавливаемым с использованием всего двух внешних резисторов. Напряжение порога срабатывания компаратора, при котором происходит размыкание ключа, выбирается примерно на 8-12 В выше падения напряжения на соответствующих подключенных секциях светодиодов. Для приведенной на рис. 10 схемы – это 49, 89 и 169 В. Рекомендуемое напряжение порога, при котором про-

исходит замыкание МОП-ключа, составляет примерно 6 В. Таким образом, при достижении напряжения 49 В на первой секции светодиодов (1) МОП-транзистор переходит в закрытое состояние и через светодиоды этой секции происходит разряд подключенного к ней конденсатора. Последовательность вкл./откл. транзисторных ключей всех трех (1-3) секций светодиодов в соответствии с изменением амплитуды сетевого напряжения показана на рис. 10. Стабилизатор тока (Q1, Q2) поддерживает заданный ток при изменении сетевого напряжения. Величина тока определяется допустимой потребляемой мощностью и сопротивлением резистора R_{CS} . К примеру, при потребляемой мощности 16 Вт величина тока составляет 0.07 A ($16\text{ Вт}/230\text{ В}$). Сопротивление резистора R_{CS} определяется из отношения $2.44\text{ В}/0.07\text{ A} = 34.8\text{ Ом}$.

На web-сайте компании Texas Instruments можно найти программу в формате Excel для расчета номинальных значений параметров компонентов и драйвера светодиодов с использованием микросхемы TPS92411. Кроме того, в [7] приведены электрическая схема и параметры прототипа драйвера светодиодов для сетевого напряжения 120 В. Параметры прототипа драйвера даны в таблице 2. На рис. 11

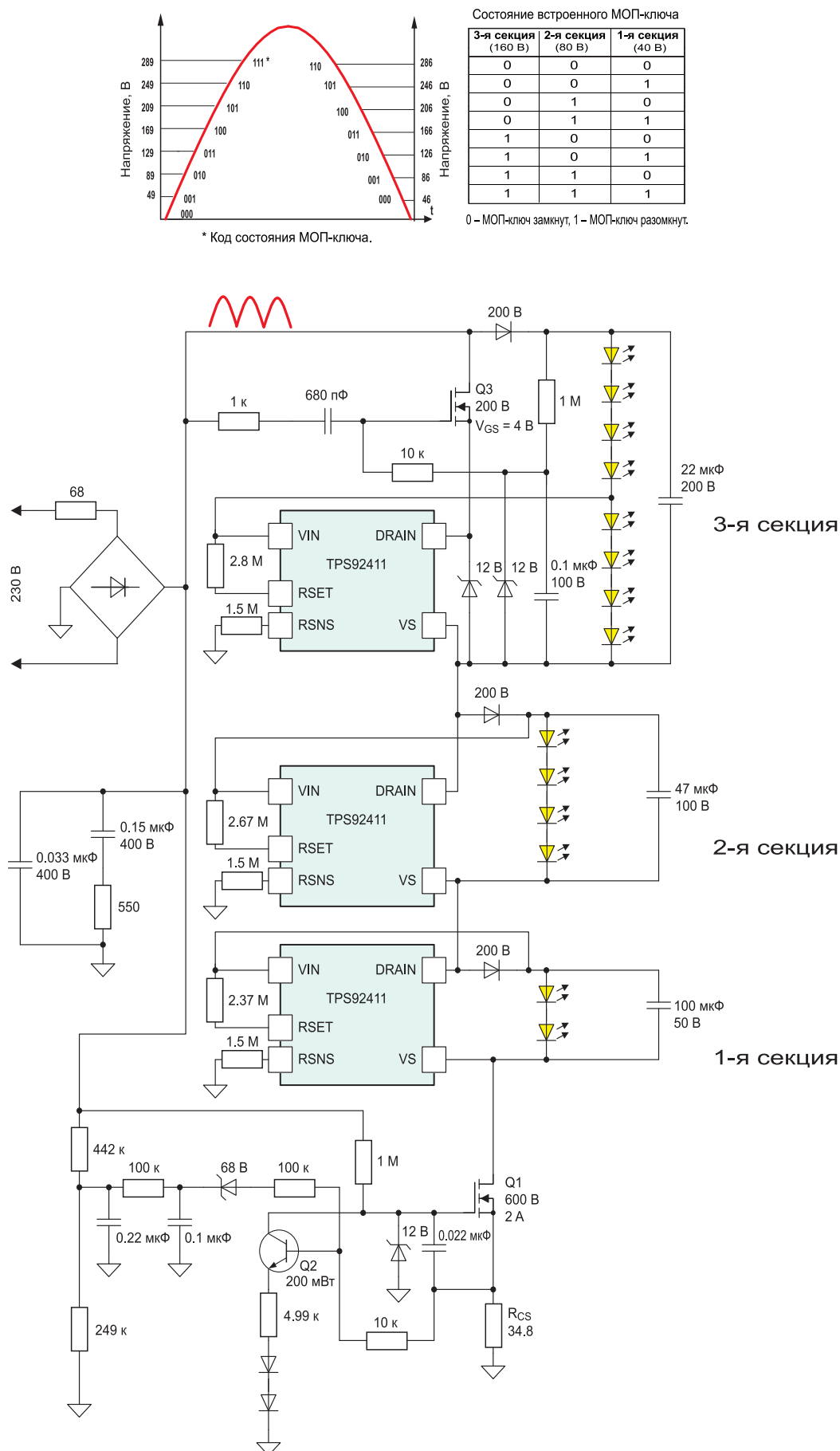


Рис. 10. Схема драйвера светодиодов с использованием ИМС TPS92411 и диаграмма, поясняющая его работу

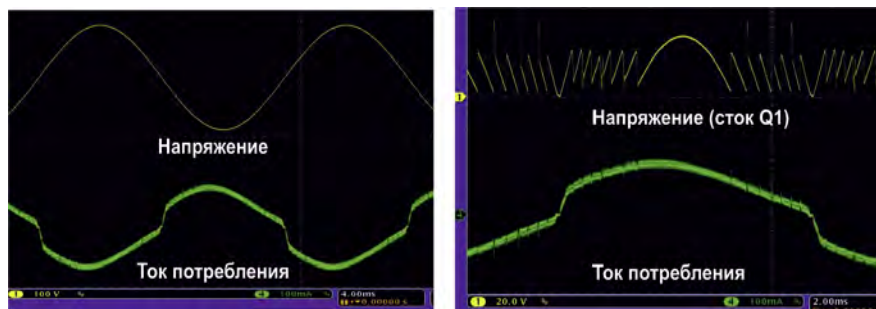


Рис. 11. Осциллограммы сетевого напряжения, потребляемого от сети тока и напряжения на выходе стабилизатора тока (сток Q1)

Таблица 2. Параметры драйвера светодиодов с использованием ИМС TPS92411

Параметр	Значение
Номинальная мощность, Вт	12
Входное напряжение, В	90...135
Максимальный потребляемый ток, мА	105
Пульсации выходного тока, %	36
Пульсации выходного тока в каждой секции, мА (от пика до пика)	65
КПД, %	83
Коэффициент мощности	0.97
THD, %	15

приведены осциллограммы сетевого напряжения, потребляемого от сети тока и напряжения на выходе стабилизатора тока (сток Q1).

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Недостаток, присущий всем рассмотренным бестрансформаторным драйверам светодиодов, – пульсации тока через светодиоды с частотой, равной удвоенной частоте сети, и, как следствие, повышенный коэффициент пульсаций освещенности. Тем не менее, недорогие и надежные неизолированные бестрансформаторные драйверы светодиодов могут найти применение в светодиодных лампах, ориентированных на самые разные приложения, в том числе в системах интерьерной и архитектурной подсветки, светильниках для ЖКХ и многих других. Несомненно, простота их изготовления и соответственно низкая стоимость в сравнении с другими типами драйверов делают их привлекательными для использования в многочисленных приложениях.

Более полную информацию о драйверах светодиодов можно найти в [1-7].

ЛИТЕРАТУРА

1. An improved offline driver lights an LED string. – EDN, January 2013 (www.edn.com).
2. Offline supply drives LEDs. – EDN, April 2011 (www.edn.com).
3. H-bridge paves new ways for LED lighting. – EDN, June 2013 (www.edn.com).
4. Technical Specifications for High Voltage LED Lamp Driver DR3062. – Integrated Crystal Technology Inc., 2012 (www.crystotech.com).
5. CL8800. Sequential Linear LED Driver. – Supertex Inc., 2012 (www.supertex.com).
6. Floating Switch for Offline AC Linear Direct Drive of LEDs with Low Ripple Current. – Texas Instruments, October 2013 (www.ti.com).
7. Switch Controlled Direct Drive Switch for Offline LED Drivers. User's Guide SLVU965. – Texas Instruments, October 2013 (www.ti.com).
8. Floating switch architecture from TI transforms offline LED drive design. – The Wall Street Journal November 4, 2013 (http://online.wsj.com/article/PR-CO-20131104-904656.html).

VD MAIS

Электронные компоненты и системы

- Микросхемы • Датчики • Оптоэлектроника
- Источники питания • Драйверы светодиодов
- Резонаторы и генераторы
- Дискретные полупроводники
- Пассивные компоненты
- СВЧ-компоненты
- Системы беспроводной связи

Дистрибуция и прямые поставки:
Analog Devices, Bluetech, Cree, DDC, Dynex, Fordata, Foryard, Gaia, Geyer, IXYS, Kendell, Kingbright, Ledil, Littlefuse, Mean Well, Microsemi, Omron, Recom, Siti, Sonitron, Suntan, Telit, Vacuumschmelze, Xilinx, Yitran

Украина, 03061 Киев, ул. М. Донца, 6
тел.: (0-44) 220-0101, 492-8852, факс: (0-44) 220-0202
e-mail: info@vdmals.kiev.ua, www.vdmals.kiev.ua

НЕОБЫЧНОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СВЕТОДИОДОВ

В статье рассмотрены вопросы применения светодиодов в качестве датчиков освещенности, приведены результаты моделирования их работы и рекомендации по применению.

В. Макаренко

THE UNUSUAL USE OF LEDS

Abstract – The article considers the issues of application of LEDs as the light sensor, the results of modeling of their work and recommendations for application.

V. Makarenko

Как правило, для определения уровня освещенности и формирования сигнала управления включением/выключением освещения используются фотодиоды (фототранзисторы) или специализированные датчики на их основе [1]. Такие датчики могут иметь высокую чувствительность и широкий диапазон рабочих температур. Однако и стоимость таких датчиков достаточно высока.

В то же время известно, что воздействие оптического излучения на полупроводниковый кристалл приводит к изменению его электрического сопротивления. Такое явление называется внутренним фотоэлектрическим эффектом или фоторезистивным эффектом [2]. Это явление дает возможность использовать недорогие светодиоды широкого применения в качестве датчиков освещенности.

Спектральная чувствительность светодиода в качестве датчика освещенности в значительной мере зависит от материала и технологии изготовления. Экспериментальная проверка нескольких типов светодиодов проводилась с калиброванным источником света, в качестве которого использовался светодиодный модуль LMH020-0850-27G9-00000TW компании CREE [3]. Модуль обеспечивает максимальный световой поток 850 лм и цветовую температуру 2700 °K.

Для проверки чувствительности светодиодов они помещались в закрытый для света бокс соосно с модулем LMH020-0850. Освещенность светодиодов регулировалась изменением тока через светодиодный модуль, который был предварительно откалиброван. Зависимость освещенности от тока управления модулем приведена на рис. 1, а относительная спектральная мощность излучения модуля (фиолетовая кривая) – на рис. 2.

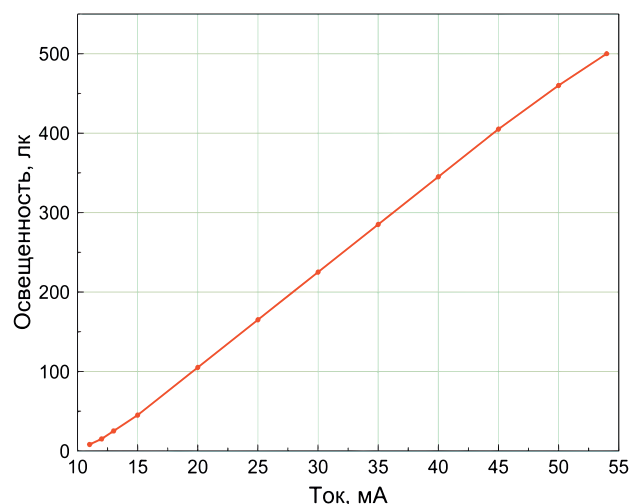


Рис. 1. Зависимость освещенности, создаваемой модулем LMH020-0850, от силы тока

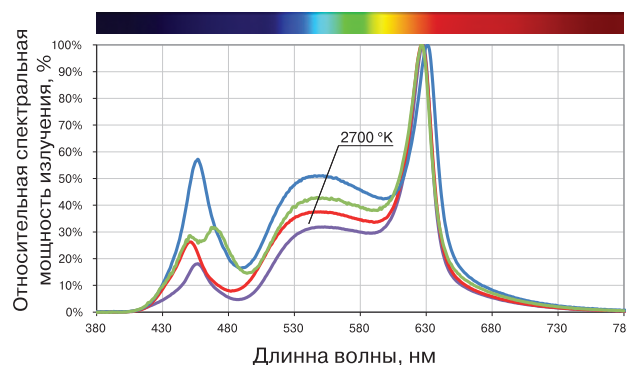


Рис. 2. Относительная спектральная мощность излучения модулей LMH020

Испытанию подверглись несколько светодиодов компании Forgyard и CREE, имеющих бесцветные прозрачные светорассеивающие линзы. Результаты испытаний приведены в таблице. При исследовании чувствительности светодиодов к свету диод включался в обратном направлении последовательно с резистором сопротивлением 1 МОм, на котором измерялось падение напряжения (рис. 3).

Как следует из таблицы, наибольшей чув-

Результаты испытаний чувствительности светодиодов к свету

Тип светодиода	Производитель	Цвет свечения	Длина волны излучения, нм	Напряжение на резисторе (при освещенности), мВ	
				50 лк	560 лк
FYL-5013IRAC1C	FORYARD	инфракрасный	940	4493	4419
FYL-5013UWC/S	FORYARD	белый	–	4495	4495
FYL-5013UBC/30	FORYARD	голубой	470	4496	4488
FYL-5013URC	FORYARD	красный	660	4489	4255
C503B-ACN-CX0Y0251	CREE	желтый	590	4487	4106

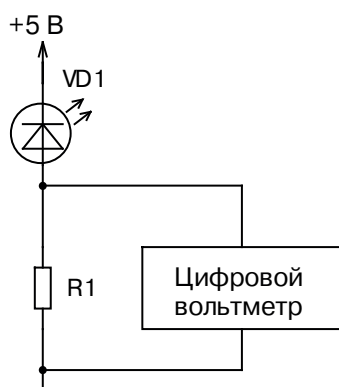


Рис. 3. Схема измерения чувствительности светодиода к силе света

ствительностью к свету обладают светодиоды с красным и желтым цветом свечения. Белый, голубой и инфракрасный диоды практически не чувствительны к видимому свету. Более значительное изменение напряжения при испытаниях желтого светодиода объясняются распределением энергии спектральной мощности излучения источника света. Как следует из рис. 2, относительная мощность излучения в области 590 нм на 20% выше чем при 660 нм. При изменении освещенности на 500 лк ток через желтый светодиод изменяется на 380 мкА, что вполне достаточно для практического применения.

Чтобы представить себе изменение освещенности на 500 лк можно воспользоваться информацией, приведенной на рис. 4 [1].

Так как у светодиодов наблюдается значительная зависимость обратного тока от температуры окружающей среды, то для уменьшения этой зависимости можно воспользоваться схемой, модель которой приведена на рис. 5.

Датчиком света является диод D1, а диод D2, заключенный в непрозрачный корпус, предназначен для температурной компенсации выходного напряжения датчика. Звездочка возле диода D2 обозначает, что его параметры первоначально заданы отличающимися от параметров D1, для имитации разброса параметров. Обратный ток D1 по умолчанию равен $5.15 \cdot 10^{-7}$ А, а для D2 он был изменен на $5.25 \cdot 10^{-7}$ А. Так как в библиотеках Multisim 13 используются упрощенные модели светодиодов, которые имеют только параметр вкл./выкл., то для моделирования и исследования работы такой схемы в широком диапазоне температур были выбраны диоды GP20 (General Semiconductor), обратные токи которых близки к обратным токам светодиодов, перечисленных в таблице.

Для того, чтобы на выходе дифференциального усилителя, включенного в диагональ моста D1, D2, R3, R4 и R7, при любых разбро-

Источник света	Солнечный свет прямой/непрямой	Облачный день	Пасмурный день	Полная луна	Облачная ночь	Свеча	Галогенная лампа	Люминесцентная лампа	Хорошо освещенная улица
Освещенность, лк	$13 \cdot 10^4 / 2 \cdot 10^4$	1000	100	0.01...0.1	0.001	10...15	750	300...500	20

Рис. 4. Зависимость освещенности от характеристик источника света

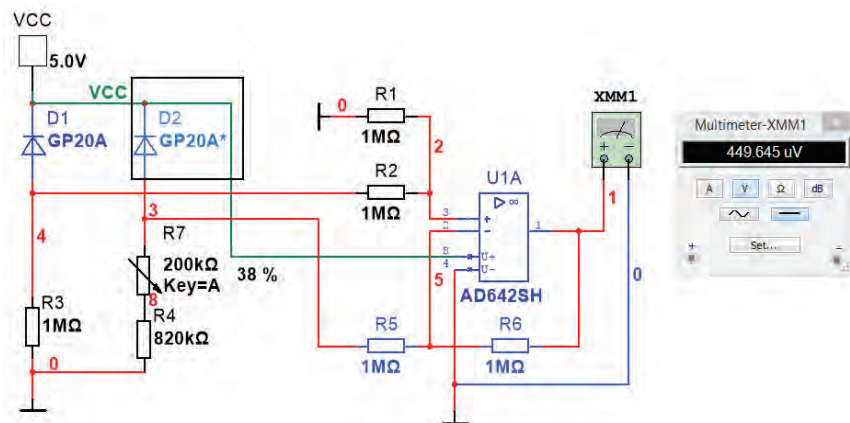


Рис. 5. Схема датчика света с температурной компенсацией

сах начальных значений параметров диодов формировалось напряжение положительной полярности, введен подстроечный резистор R7, который позволяет сбалансировать мост нужным образом. Контроль выходного напряжения осуществляется мультиметром XMM1.

Для проверки эффективности работы схемы температурной стабилизации был проведен температурный анализ (Simulate/Analyses/Temperature sweep...). Диапазон изменения температуры задан от -30 до 60 °C с шагом 30 °C. Результаты анализа приведены на рис. 6.

Как следует из полученных данных, на-

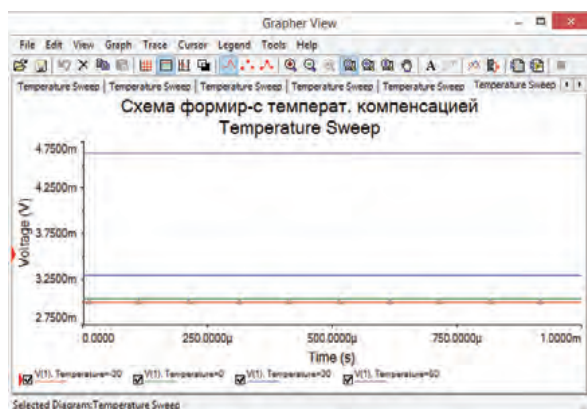


Рис. 6. Результаты температурного анализа работы датчика, приведенного на рис. 5

пряжение на выходе усилителя U1A изменяется от 3 до 4.75 мВ во всем диапазоне температур. Такой же анализ, проведенный при замене диода D2 эквивалентным по сопротивлению резистором, показал, что разброс на-

пряжений на выходе усилителя составил примерно 400 мВ. Это свидетельствует о достаточно эффективной термостабилизации выходного напряжения схемы.

Повысить чувствительность датчика и улучшить его термостабильность можно, используя 4 светодиода, два из которых следует поместить в непрозрачный бокс. Схема модели такого датчика приведена на рис. 7. Повышение чувствительности в два раза достигается благодаря использованию двух светодиодов датчиков света, включенных в противоположные плечи моста (D1 и D3). Коэффициент усиления дифференциального усилителя также увеличен в три раза по сравнению со схемой, приведенной на рис. 5.

Результаты температурных испытаний схемы, показанной на рис. 7, приведены на рис. 8. Как следует из рисунка, чувствительность схемы к изменению температуры уменьшилась примерно в 1.7 раза. Дрейф напряжения на выходе усилителя U1A составил примерно 1 мВ при изменении температуры от -30 до 60 °C. Для эффективной температурной компенсации желательно подобрать пары диодов D1, D4 и D2, D3 с максимально близкими обратными токами.

Приведенные результаты показывают возможность использования светодиодов в качестве датчиков света. Наибольшей чувствительностью обладают желтые и красные светодиоды. Если учесть, что максимальная чувствительность человеческого глаза соответствует длине волны 550 нм, то наиболее подходящими для применения в качестве датчиков света являются светодиоды с желтым цве-

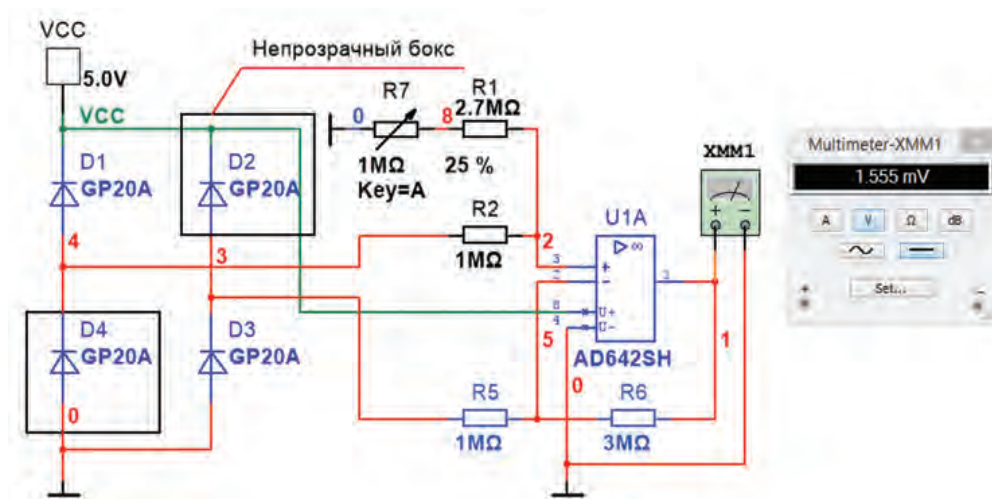


Рис. 7. Схема датчика света с повышенной чувствительностью и температурной компенсацией

том свечения. Можно предположить, что использование светодиодов в SMD исполнении с большей площадью кристалла позволит повысить чувствительность таких датчиков. Хотя сделать окончательные выводы на основании такого ограниченного числа исследованных светодиодов невозможно.

В связи с интенсивным развитием системы "умный дом" можно выделить приложения, где используются или возможно использование недорогих датчиков освещенности: портативные переносные приборы для промышленного применения, видеокамеры систем видеонаблюдения, автоматы включения освещения в помещениях и на улице, адаптивные системы подсветки и другие.

ЛИТЕРАТУРА

1. А. Панкрашкин Датчики уровня освещенности, приближения и цвета // Компоненты и технологии, 2006, №7.
2. Киреев П.С. Физика полупроводников: учеб. пособие для втузов / П.С. Киреев. – М.: Высшая школа, 1969. – 592 с.
3. http://www.cree.com/sitecore%20modules/web/~media/Files/Cree/LED%20Components%20and%20Modules/Modules/Data%20Sheets/LEDModules_LMH2.pdf#search=%22LMH2%22.

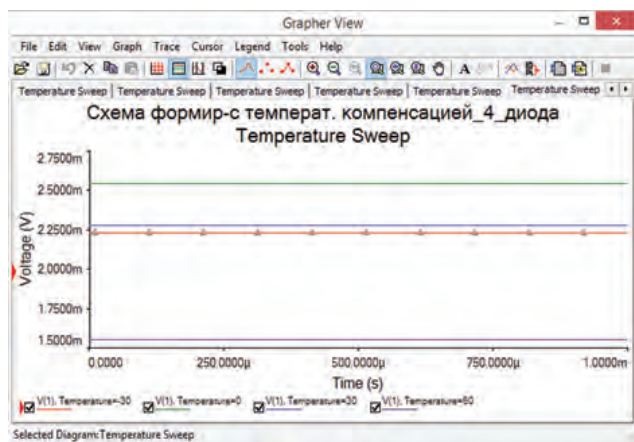


Рис. 8. Результаты температурного анализа работы датчика, приведенного на рис. 7

В 2015 году журнал "Электронные компоненты и системы" будет выпускаться в электронном виде. Подписка на журнал бесплатная.

Для оформления подписки достаточно прислать по электронной почте на адрес ekis@vdmatis.kiev.ua заявку следующего содержания:

1. Подписка на ЭКИС.
2. Фамилия, Имя, Отчество.
3. Адрес электронной почты.
4. Название организации в которой Вы работаете и город в котором она располагается.

ПРОГРАММА МОДЕЛИРОВАНИЯ MULTISIM BLUE И ЕЕ ОСНОВНЫЕ ВОЗМОЖНОСТИ

В статье проведен анализ возможностей программы моделирования радиоэлектронных устройств NI Multisim Component Evaluator Mouser Edition. Рассмотрен состав библиотек компонентов и инструменты анализа, доступные пользователю. Приведена краткая характеристика возможностей разработки печатных плат моделируемых устройств.

В. Макаренко

THE SIMULATION SOFTWARE MULTISIM BLUE AND ITS MAIN FEATURES

Abstract – The article analyzes the possibilities of the program modeling electronic devices NI Multisim Component Evaluator Mouser Edition. Considered part of component libraries and analysis tools that are available to the user. A brief description of possibilities PCB design simulated devices.

V. Makarenko

В конце сентября 2014 г. на сайте компании Mouser Electronics, а затем и на сайте National Instruments появилось сообщение о выпуске новой бесплатной версии программы схемотехнического моделирования Multisim Blue (NI Multisim Component Evaluator Mouser Edition), а в конце октября она стала доступна для загрузки [1]. После регистрации пользователя на сайте National Instruments открывается ссылка на загрузчик программы MultiSIM_BLUE_13_0_downloader. При установке программа запрашивает нужно ли установить только Multisim Component Evaluator или также устанавливать и дополнения для Mouser Edition. После полной установки программы можно сравнить ее возможности с предыдущими бесплатными версиями Multisim.

При запуске программы открывается окно выбора варианта загрузки (рис. 1).



Рис. 1. Окно выбора вариантов загрузки

Можно выбрать один из двух вариантов (рис. 1), но видимых отличий этих вариантов после загрузки обнаружить не удалось. После появления на экране рабочего листа схемы, первое, что отличает эту версию программы от всех предыдущих версий, это кнопка "Mouser Product Finder", после нажатия на которую осуществляется переход на страницу продукции компании Mouser Electronics (рис. 2). В остальном все выглядит таким же образом, как и в версиях программ Ni Multisim 10 и старше.

В программе заметно меньше инструментов анализа, доступных в более ранних версиях. В распоряжение пользователя предоставлены только мультиметр, функциональный генератор, ваттметр, двухканальный и четырехканальный осциллографы, Боде плоттер, генератор слов, логический анализатор, измеритель параметров полупроводниковых приборов, измерительный и токовый пробники (рис. 3) и инструменты LabVIEW (рис. 4).

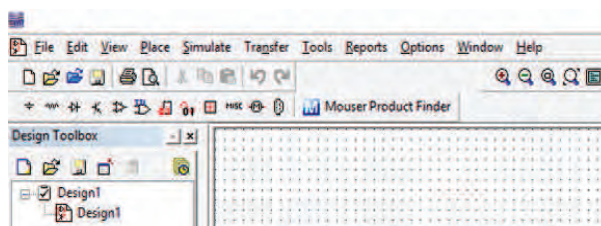


Рис. 2. Рабочий лист программы Multisim Blue

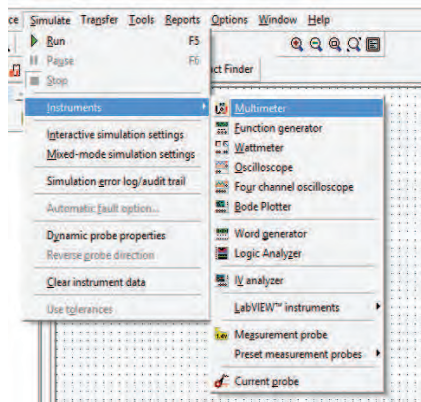


Рис. 3. Инструменты анализа программы Multisim Blue

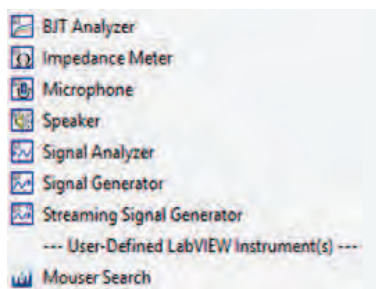


Рис. 4. Инструменты анализа LabVIEW в программе Multisim Blue

Основные возможности этих инструментов анализа достаточно подробно описаны в [2, 3]. Обращает внимание на себя отсутствие инструментов для спектрального анализа и анализа искажений исследуемого сигнала. В бесплатной версии программы NI Multisim™ Component Evaluator-Analog Devices Edition 2013 [2] таких инструментов тоже нет, но имеется возможность проведения 8 вариантов исследований, используя меню Simulate/Analyses (рис. 5). Среди них, кроме анализа по переменному и постоянному току при постоянных и изменяемых параметрах компонентов и температуры, возможен анализ шума и Фурье-анализ, позволяющий исследовать спектр сигнала и получить значение нелинейных искажений. А вот в Multisim Blue меню Analyses отсутствует. В полной версии программы NI Multisim 2013 в меню Analyses доступно 19 вариантов анализа.

Проанализируем состав библиотек Multisim Blue. Для того, чтобы сравнить возможности бесплатных версий программы NI Multisim Component Evaluator-Analog Devices Edition

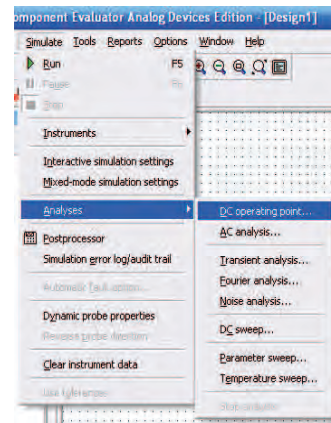
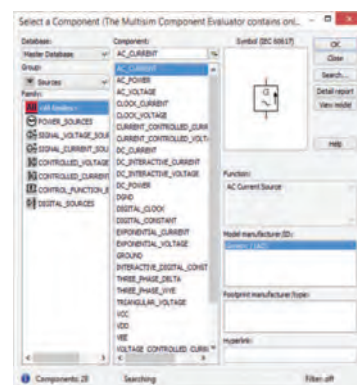


Рис. 5. Меню Analyses программы NI Multisim Component Evaluator Analog Devices Edition 2013

2013 и Multisim Blue, приведем общее количество доступных элементов по каждому виду источников сигнала и компонентов.

Библиотека источников питания и сигналов в Multisim Blue насчитывает всего 28 элементов, в то время как в NI Multisim Component Evaluator-Analog Devices Edition 2013 таких элементов 68 (рис. 6). Значительно уменьшено число источников напряжения, тока и

а)



б)

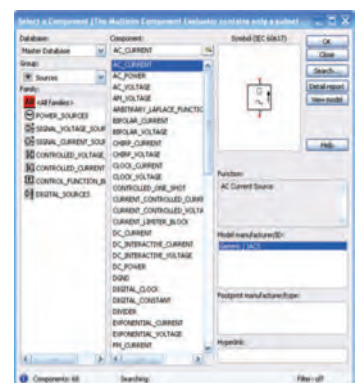


Рис. 6. Элементы библиотек Sources Multisim Blue (а) и NI Multisim Component Evaluator-Analog Devices Edition 2013 (б)

управляемых источников.

В библиотеках базовых (Basic) элементов Multisim Blue есть две базы данных – Master Database и Mouser Database. Что касается библиотек из Master Database, то в их составе (кроме библиотеки Basic) очень мало компонентов. Зато в библиотеках Mauser Database этих элементов значительно больше, чем в NI Multisim Component Evaluator-Analog Devices Edition 2013. Так, например, элементов библиотеки Basic насчитывается 53212 (рис. 7).

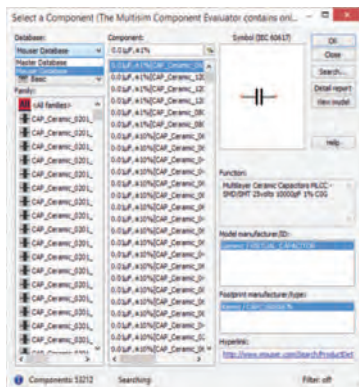


Рис. 7. Элементы библиотеки Basic (Mauser Database) Multisim Blue

Даже беглого взгляда на эту библиотеку достаточно, чтобы понять, что она больше ориентирована на использование в составе программы проектирования печатных плат Ultiboard. Например, для каждого конденсатора указана емкость, отклонение емкости в процентах, значение ТКЕ и тип корпуса для компонентов SMD.

Аналогичная ситуация и с другими библиотеками. В библиотеках Master Database очень мало элементов, а в библиотеках Mauser Database – огромное количество: диодов 6653; транзисторов 2940; операционных усилителей, компараторов и источников опорного напряжения 1515; в смешанной библиотеке цифровых элементов 1076 ИМС EEPROM; в библиотеке Mixed 37 АЦП и ЦАП компаний Maxim и Texas Instruments.

В остальных библиотеках TTL, Indicator, Misc, Electromechanical и Connector элементов Mauser Database нет, а количество элементов библиотек Master Database очень мало. Например, микросхемы TTL представлены всего двумя компонентами – универсальным двоично-

десятичным реверсивным программируемым счетчиком и дешифратором семисегментного кода. Моделировать цифровые схемы можно только с использованием виртуальных компонентов из библиотеки Misc Digital (87 элементов). Пользователю предоставляется возможность изменить параметры этих виртуальных цифровых элементов. Для простых логических элементов – это длительности фронта и спада, а для более сложных – это и время задержки переключения, что позволяет частично компенсировать отсутствие базы компонентов для моделирования устройств на цифровых ИМС. Для сравнения в программе NI Multisim Component Evaluator-Analog Devices Edition 2013 в библиотеке Misc Digital 146 компонентов.

Для начинающих пользователей на сайте компании Mouser Electronic размещена база знаний (<http://www.mouser.com/multisim-blue/support/knowledge-base>), в которой находится множество статей с рекомендациями по использованию Multisim (на английском языке). На странице <http://www.mouser.com/multisimblue/support/support/video-tutorials> можно найти видеоуроки по работе с программой.

Следует отметить что файлы, созданные в любой другой версии программы Multisim, невозможно загрузить в Multisim Blue. Со страницы <http://www.mouser.com/multisimblue/support/downloads/mouser-sample-circuit-library> можно загрузить несколько примеров моделей для Multisim Blue. В примерах к программе прилагается одна модель.

Рассмотрим эту модель для анализа возможностей изменения условных обозначений компонентов и разработки печатной платы. Для загрузки примера достаточно нажать кнопку "Open Samples" (изображение папки синего цвета в стандартном меню на рис. 2). На рис. 8 приведена схема из файла Mouser Getting Started Final. Схема выполнена в стандарте ANSI.

Чтобы поменять вид элемента, необходимо дважды щелкнуть по его изображению "мышкой", и в открывшемся окне нажать кнопку Replace. Открывается окно компонентов, в котором выбирается аналогичный элемент. Если в Master Database его нет, следует переключиться на Mouser Database и найти компонент

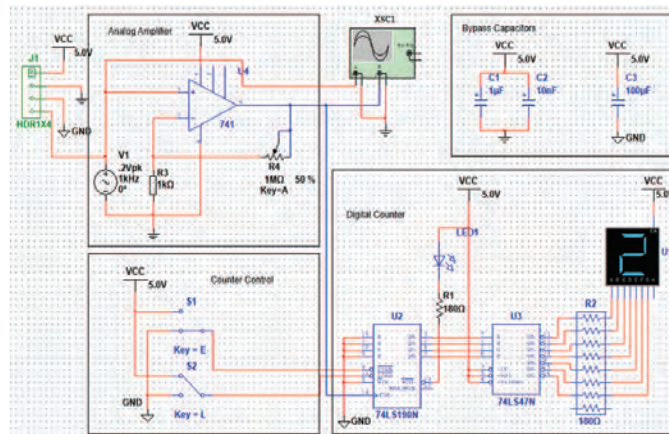


Рис. 8. Схема примера из файла Mouser Getting Started Final в стандарте ANSI



Рис. 9. Окно меню Options/Global Options/Components Devices Edition 2013

из там. После нажатия кнопки ОК изображение элемента будет изменено рис. (9). Это не относится к таким элементам, как общий провод, источники питания, источники сигнала. Для их замены требуется удалить элемент в

стандарте ANSI и вновь вставить его в стандарте IEC 60617. Преобразованная таким образом схема показана на рис. 10.

На схеме выделены 4 узла. Узел Analog Amplifier выполняет функцию компаратора, преобразуя входной гармонический сигнал в прямоугольные импульсы амплитудой 5 В. Узел Digital Counter содержит реверсивный программируемый счетчик U2, дешифратор семи-сегментного кода U3, набор резисторов R2, ограничивающих выходной ток дешифратора, блок переключателей режима работы счетчика (Counter Control) и блок развязывающих конденсаторов по цепям питания операционного усилителя U4 и цепям питания цифровых микросхем.

Для разработки печатной платы этого устройства необходимо выполнить несколько несложных шагов:

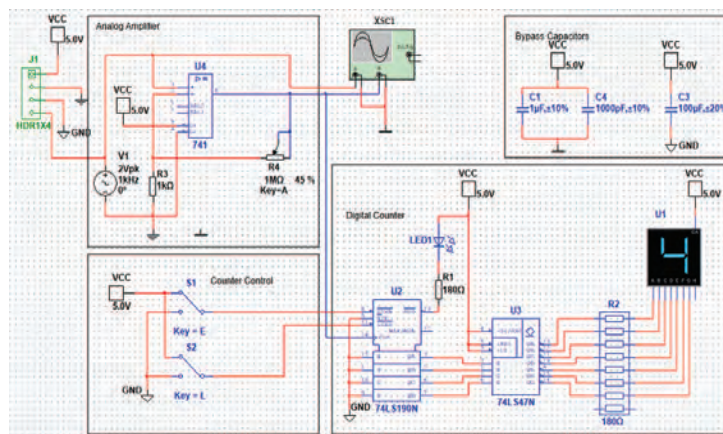


Рис. 10. Схема примера из файла Mouser Getting Started Final в стандарте IEC 60617

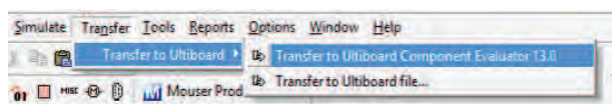


Рис. 11. Выбор режима перехода к проектированию печатной платы

1. В меню Transfer выбрать пункт Transfer to Ultiboard/Transfer to Ultiboard Component Evaluator 13.0 (рис. 11).

2. В открывшемся окне программа предлагает сохранить файл в формате программы Ultiboard – Mouser Getting Started Final.ewnet. Название файла можно изменить при необходимости. Следует согласиться и нажать кнопку "Сохранить". Программа может вывести со-

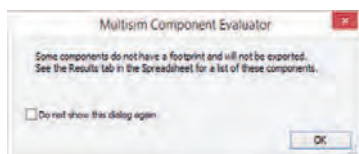


Рис. 12. Сообщение программы Ultiboard о невозможности экспорта некоторых компонентов

общение о том, что некоторые компоненты не имеют посадочного места (footprint) и поэтому не могут быть экспортированы (рис. 12).

Если проигнорировать это сообщение и нажать "ОК", то на экран будет выведено окно Ultiboard Component Evaluator с сообщением о количестве дней, оставшихся до окончания пе-

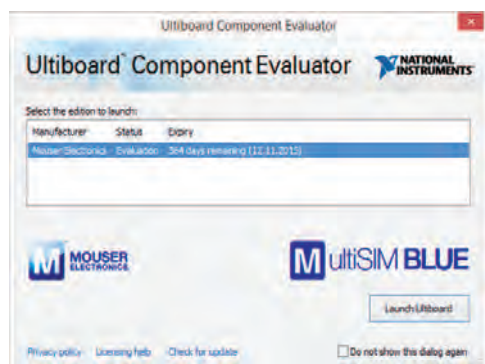


Рис. 13. Сообщение программы Ultiboard Component Evaluator

риода бесплатного использования программы (рис. 13), и кнопкой запуска программы Launch Ultiboard.

После нажатия кнопки "Launch Ultiboard" на экран будет выведен список соединений (рис. 14), импортируемых из Multisim. После нажатия кнопки "ОК" откроется рабочее окно программы Ultiboard (рис. 15).

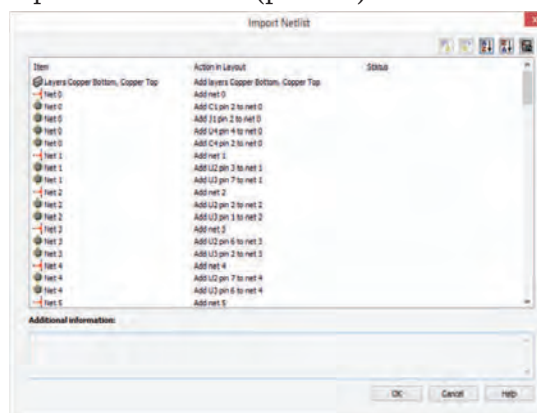


Рис. 14. Список соединений импортируемых из Multisim

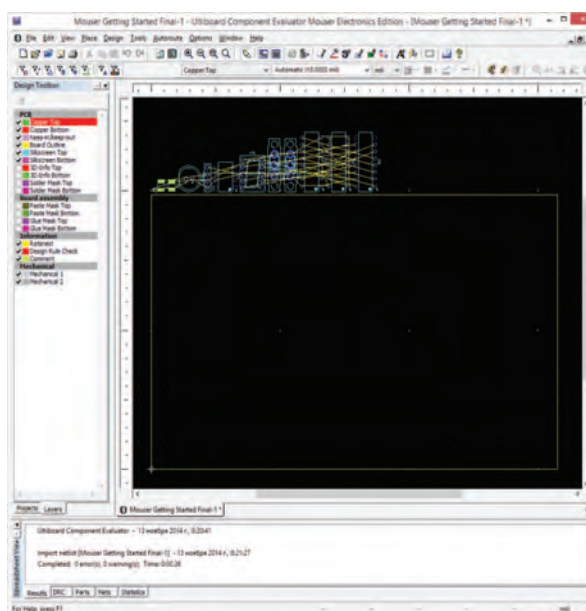


Рис. 15. Рабочее окно программы Ultiboard

3. Так же, как и в Multisim, можно выполнить настройку интерфейса пользователя и цвет выводимых на экран элементов, проводников и др. Не будем на этом останавливаться, а рассмотрим только процесс проектирования печатной платы. На рабочем листе (рис. 15) выведен контур печатной платы (желтым цветом), размеры которой программа задает по умолчанию. Этот размер можно изменить при настройке интерфейса пользователя, но в этом нет необходимости, так как проще изменить размер после завершения размещения элемен-

тов на плате и трассировки соединений.

Для размещения на плате компонентов схемы, которые после открытия рабочего окна располагаются сверху рабочего листа за контуром печатной платы, достаточно в меню Autoroute выбрать пункт Autoplace Part (рис. 16) или нажать кнопку "Autoplace part", расположенную на панели инструментов.

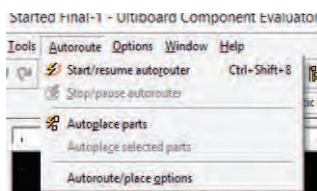


Рис. 16. Меню выбора автоматического размещения компонентов на плате

В результате все компоненты будут компактно размещены на поле печатной платы (рис. 17).

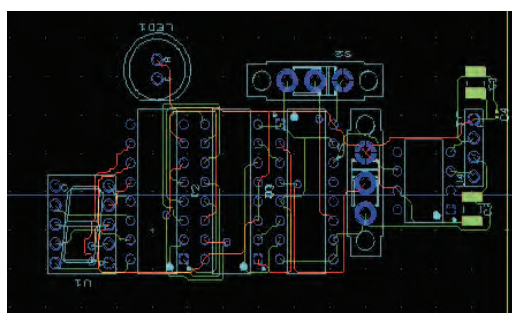


Рис. 17. Результаты автоматического размещения компонентов на плате

Если необходимо переместить какие-то компоненты, то это сделать несложно. Достаточно выделить нужный компонент и “перетащить” в нужное место.

4. Для автоматической трассировки необходимо выбрать пункт меню Autoroute/Start/resume autorouter. Результаты автотрассировки приведены на рис. 18. После завершения трассировки можно установить требуемые размеры платы. Для этого достаточно нажать правую кнопку “мыши” и в выпадающем контекстном меню выбрать пункт “Select All”. На изображении контура печатной платы появятся маркеры, с помощью которых можно трансформировать ее размеры.

Слева от рабочего окна (рис. 18) показаны цвета слоев и элементов платы. Можно отклю-

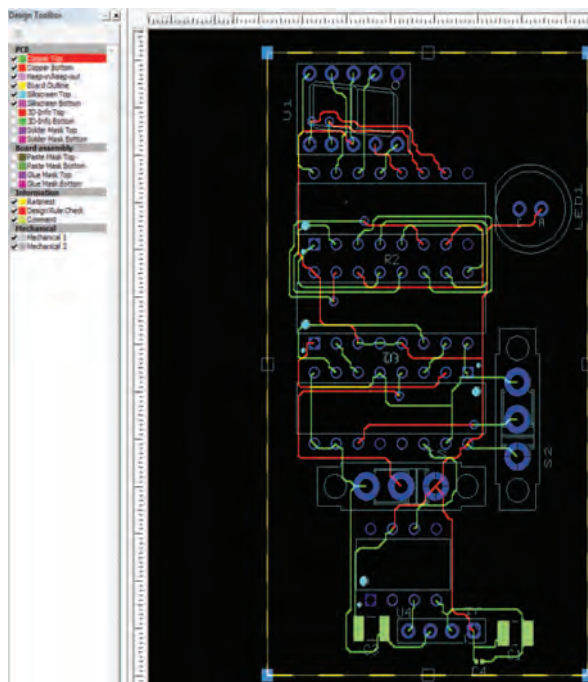


Рис. 18. Результаты автоматической трассировки платы

чать вывод на экран определенного слоя или элемента платы. Например, печатных проводников верхнего слоя или контура платы.

Программа дает возможность увидеть плату в объеме (3D-формате). Для этого достаточно в меню Tools выбрать пункт View 3D. На экран выводится изображение спроектированной платы, как это показано на рис. 19.

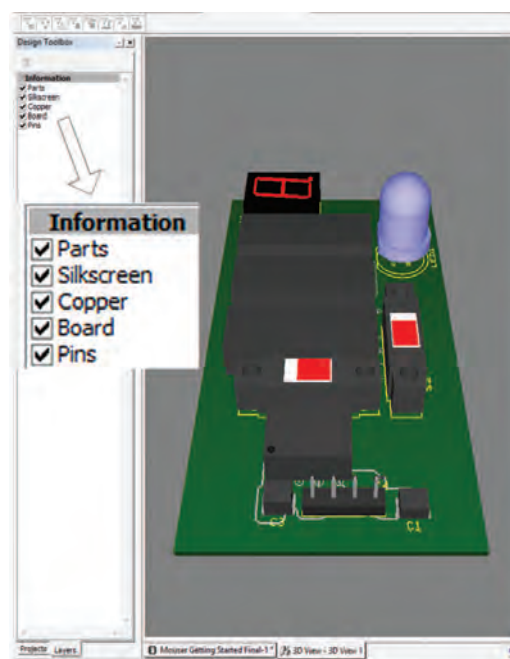


Рис. 19. Объемное изображение спроектированной платы

В левой части окна можно включить или выключить отображение отдельных элементов печатной платы. На рис. 20 показано объемное изображение печатной платы без установленных на ней компонентов, а на рис. 21 – объемное изображение проводников печатной платы.

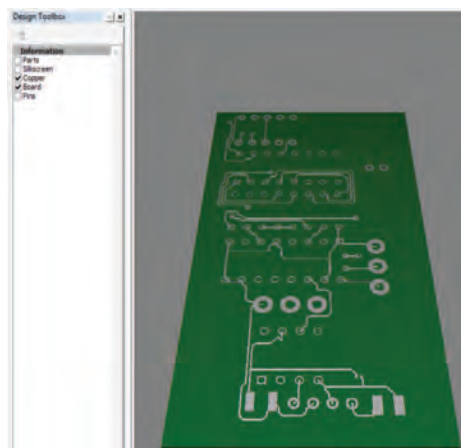


Рис. 20. Объемное изображение платы без установленных компонентов

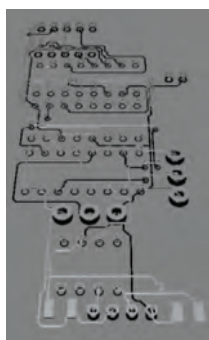


Рис. 21. Объемное изображение проводников спроектированной платы

Кроме чертежа печатной платы в нижней части экрана выводится дополнительная информация в окне Spreadsheet View, в котором есть 5 закладок. В первой из них "Results" выводится текущая информация о результатах действий пользователя (рис. 22).

В закладке "Parts" выводится информация о всех компонентах, расположенных на печатной плате (рис. 23).

В закладке "Nets" выводится информация о проводниках печатной платы (рис. 24), а на рис. 25 – общая информация по печатной плате в закладке "Statistics". В этом окне выводится информация о числе подключенных и

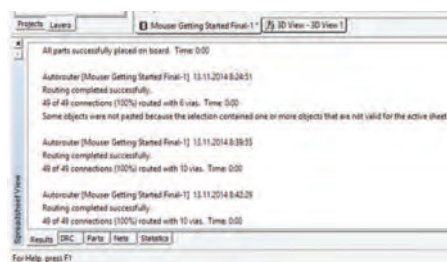


Рис. 22. Просмотр результатов проектирования в окне "Results"

неподключенных выводов, количестве элементов, проводников и др.

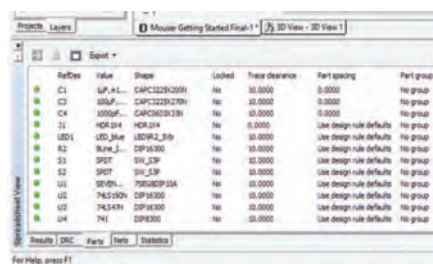


Рис. 23. Информация о компонентах, расположенных на плате, в окне "Parts"

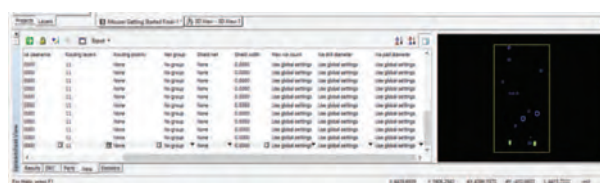


Рис. 24. Информация о проводниках в окне "Nets"

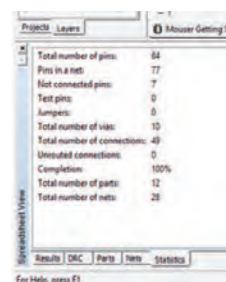


Рис. 25. Общая информация о плате в окне "Statistics"

Конечно в этом кратком обзоре не приведена даже десятая часть информации о возможностях программы "Ultiboard", но и этого достаточно, чтобы сделать вывод о целесообразности ее использования.

Сравнивая возможности различных бес-

платных версий программы Multisim, можно заметить, что наиболее полными возможностями по составу инструментов и анализу обладала версия программы NI Multisim 10 Analog Devices Edition. Но в ней есть один очень существенный недостаток – ограничение на число элементов моделируемой схемы. Их должно быть не более 25. Поэтому для разработки сложных устройств такого числа элементов совершенно недостаточно, а вот для моделирования отдельных узлов она может использоваться весьма успешно. Но наиболее эффективно использование этой версии программы для целей обучения. Ведь она поддерживает все инструменты и функции анализа, которые имеются в коммерческих профессиональных версиях программы.

Подводя кратко итоги знакомства с программой Multisim Blue, можно сделать некоторые выводы:

1. Эту программу целесообразно использовать для проверки работоспособности аналоговых устройств и отдельных несложных узлов цифровых схем.

2. Возможность разработки печатных плат с помощью программы "Ultiboard", входящей в состав Multisim Blue, позволяет быстро разработать макет устройства и не требует участия квалифицированного инженера-кон-

структора для разработки печатной платы.

3. Несовместимость с любыми другими версиями программы Multisim делает невозможным использование разработанных ранее моделей различных устройств, что несомненно увеличивает временные затраты на новую разработку.

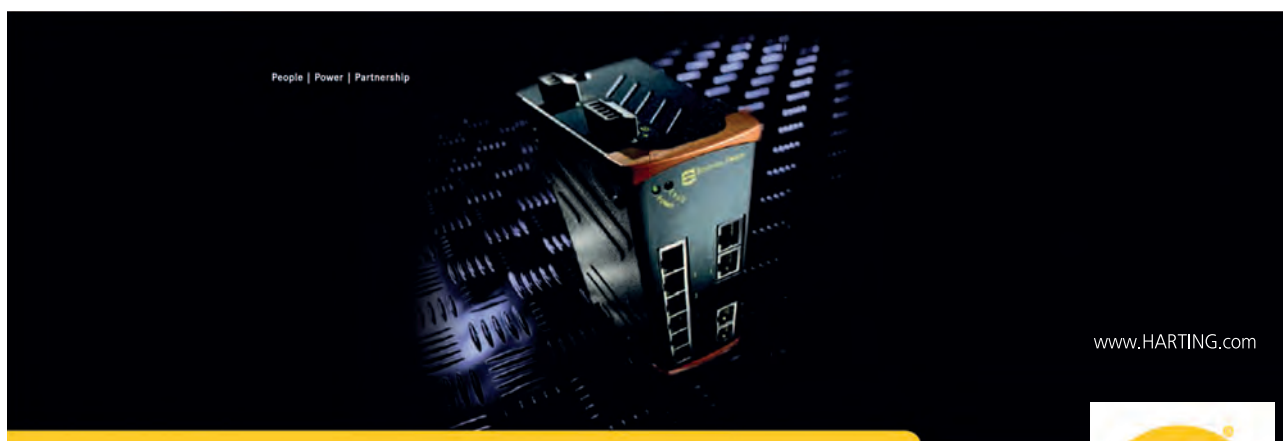
4. Отсутствие инструментов температурного и спектрального анализа значительно ограничивает возможности программы.

ЛИТЕРАТУРА

1. http://www.ni.com/gate/gb/GB_INFO-MULTISIMBLUEP2/US.

2. Макаренко В. Новые версии программы моделирования NI Multisim // ЭКИС – Киев: VD MAIS, 2013, № 12. – http://www.ekis.kiev.ua/UserFiles/Image/pdfArticles/12_2013/V.Makarenko_New_Multisim_EKIS_12_2013-5.pdf.

3. Макаренко В. Моделирование радиоэлектронных устройств с помощью программы NI Multisim // Электронный журнал "Радио-ежегодник" – Выпуск: апрель, 2013 (23), с.141-267. – <http://www.rlocman.ru/book/book.html?di=148191>.



HARTING – это качество!

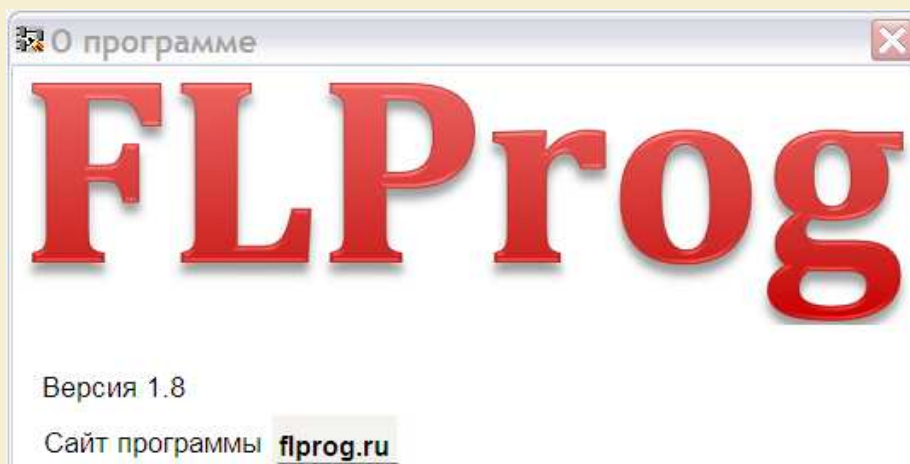
Переключатели mCon-Switch производства компании HARTING – идеальные сетевые компоненты

Интеллектуальные сетевые компоненты, высокое качество которых соответствует бренду HARTING, гарантируют оптимизацию функций управления IT-ресурсами систем автоматизации производства. Изготавливаются под заказ для упрощения соединений в сети Ethernet.



VD MAIS – официальный дистрибьютор компании HARTING в Украине

тел.: (0-44) 220-0101, (0-57) 719-6718, (0-562) 319-128, (0-62) 385-4947, (0-692) 544-622, (0-32) 245-5478, (0-48) 734-1954
info@vdmals.kiev.ua, www.vdmals.kiev.ua



Обзор новостей проекта FLProg

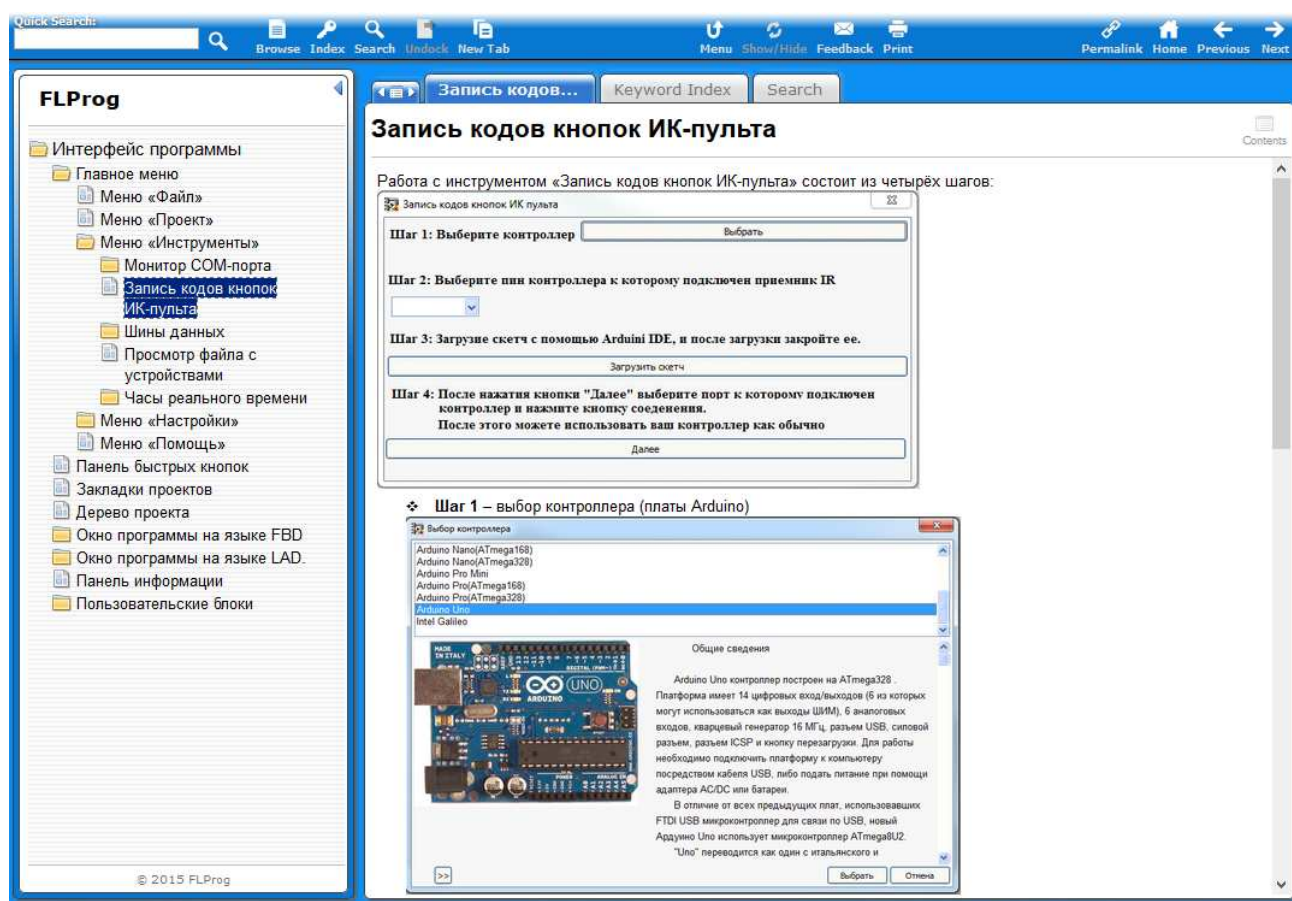
Сергей Глушенко, <http://flprog.ru/> support@flprog.ru

В январском выпуске PE-34 <http://www.rlocman.ru/book/book.html?di=157783> читатели познакомились с проектом FLProg — системой визуального программирования плат Arduino.

За прошедшее время изменения произошли как на сайте проекта, так и в программе.

Начнем с сайта.

Создана страница онлайн-помощи <http://flprog.ru/images/help/index.html>, с подробным описанием интерфейса программы, особенностей работы с программой, создания проектов и схем.



Благодаря тому, что контент находится на сайте, есть возможность постоянно поддерживать его в актуальном состоянии. После каждого выхода новой версии программы информация раздела помощи обновляется в течение суток.

Ссылка на страницу помощи: <http://flprog.ru/images/help/index.html>.

Также доступна для скачивания офлайн версия помощи в формате PDF по ссылке: <https://yadi.sk/i/B69MVD39gaYYb>.

Как единое место для сбора информации о проекте, обмена наработками и интересными находками была создана Wiki проекта: <http://flprogwiki.ru/>:

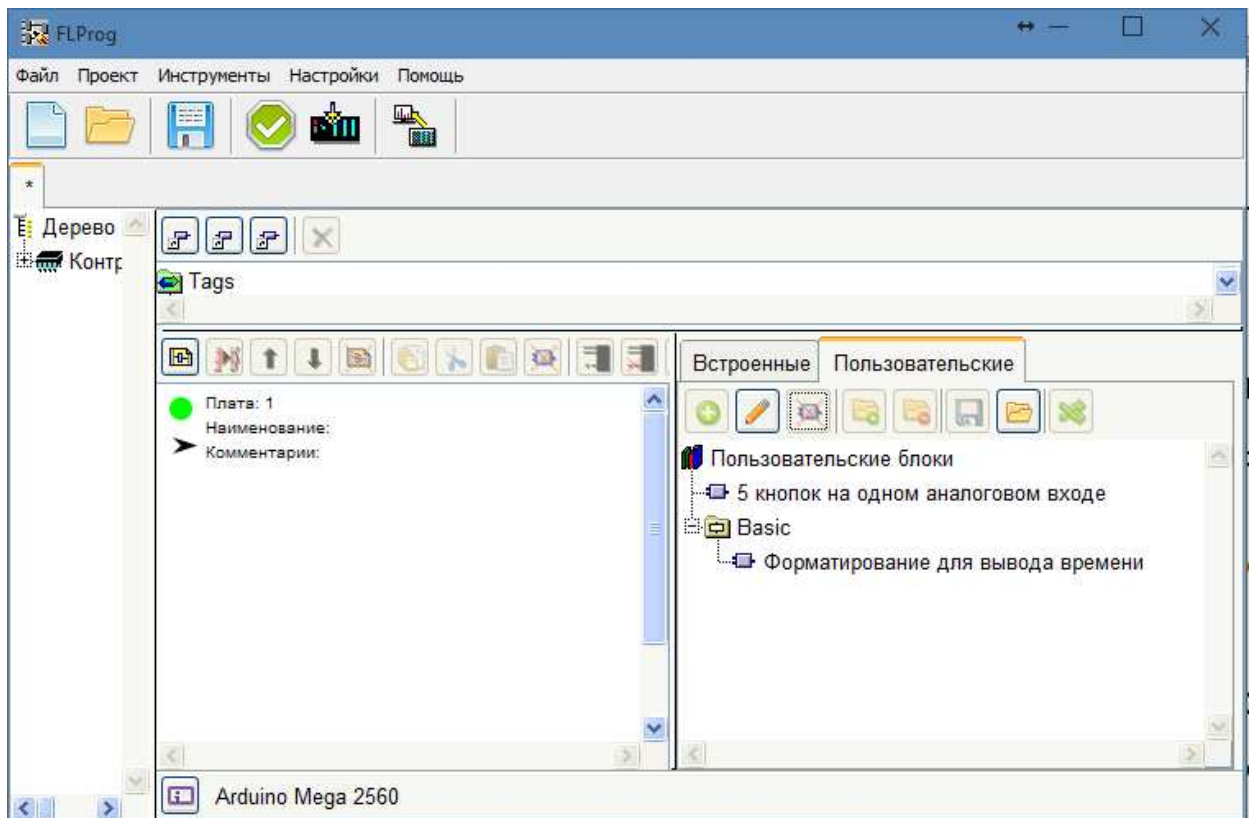


The screenshot shows the FLProg Wiki homepage. At the top, there's a navigation bar with links: 'Totuin', 'Обсуждение', 'Настройки', 'Список наблюдения', 'Вклад', and 'Выйти'. Below this is a sub-navigation bar with 'Статья', 'Обсуждение', 'Читать', 'Править', 'История', 'Ещё', and a search box. The main heading is 'Разделы Wiki'. Under it, there are links: 'Создание Help-а для программы FLProg', 'Рекомендации по использованию железа', and 'Делимся опытом'. A sidebar on the left lists various categories like 'Разделы Wiki', 'Создание Help-а...', 'Рекомендации...', 'Помощь по работе с Wiki...', 'Список страниц', 'Список файлов', 'Свежие правки', 'Случайная статья', and 'Справка'. Below the sidebar, there's a section 'Инструменты' with links like 'Ссылки сюда', 'Связанные правки', 'Загрузить файл', etc. At the bottom, there's a Creative Commons Zero license notice and a 'Powered By MediaWiki' logo.

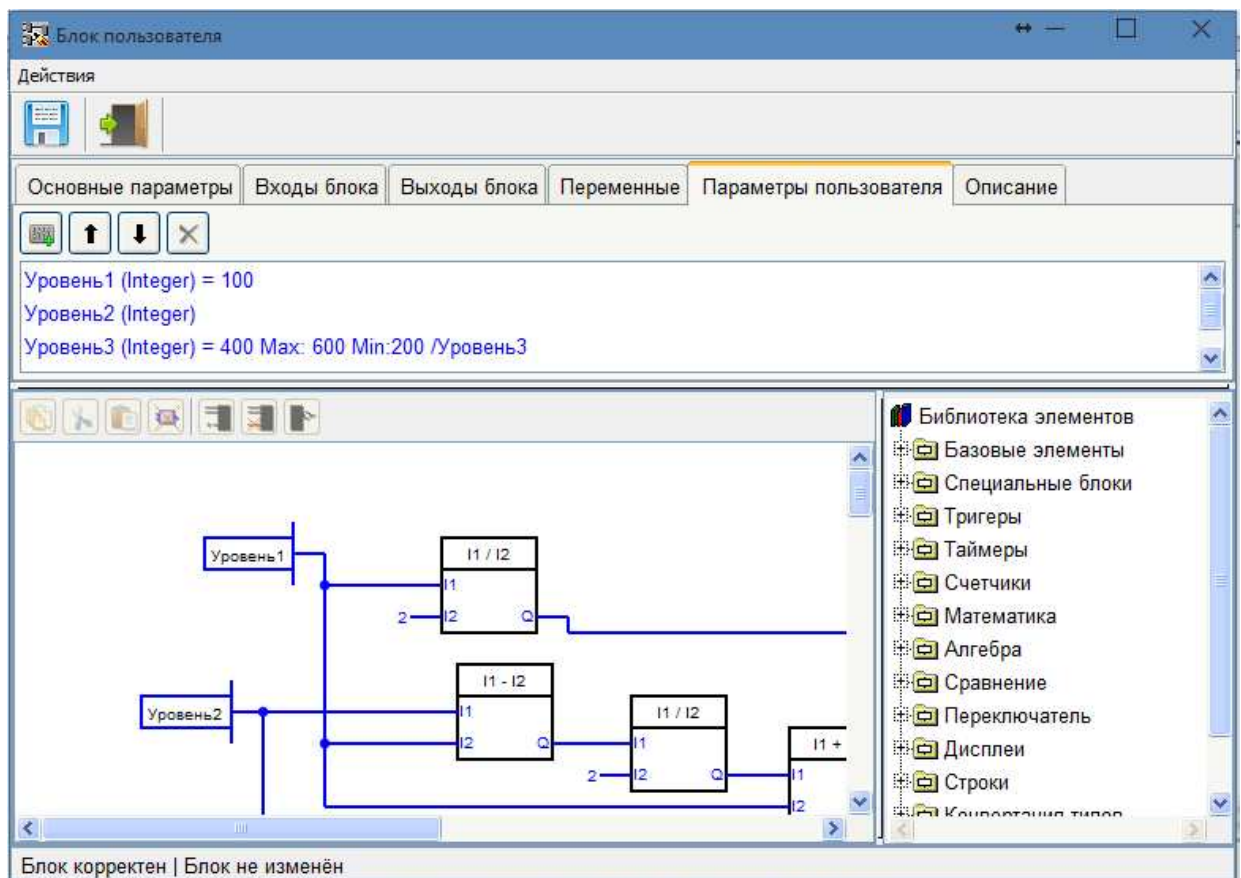
На страницах Wiki продублирована информация из раздела помощи, с целью дать возможность любому пользователю программы внести свои дополнения в неё. Обновленная информация регулярно переносится в основной текст.

Также в Wiki созданы разделы рекомендаций по использованию аппаратных средств и обмена опытом. В них пользователи делятся опытом, полученным в своей работе.

В версии 1.8 программы FLProg появились возможности, долго ожидаемые пользователями. Теперь пользователи могут создавать собственные функциональные блоки, использовать их в своих проектах, сохранять отдельные блоки или даже целые библиотеки блоков в файл и загружать их из файла. Это позволяет производить обмен блоками и библиотеками блоков между пользователями.



Создание блока производится в редакторе на любом из языков – LAD или FBD. Процедура практически аналогична созданию проекта в основной программе.



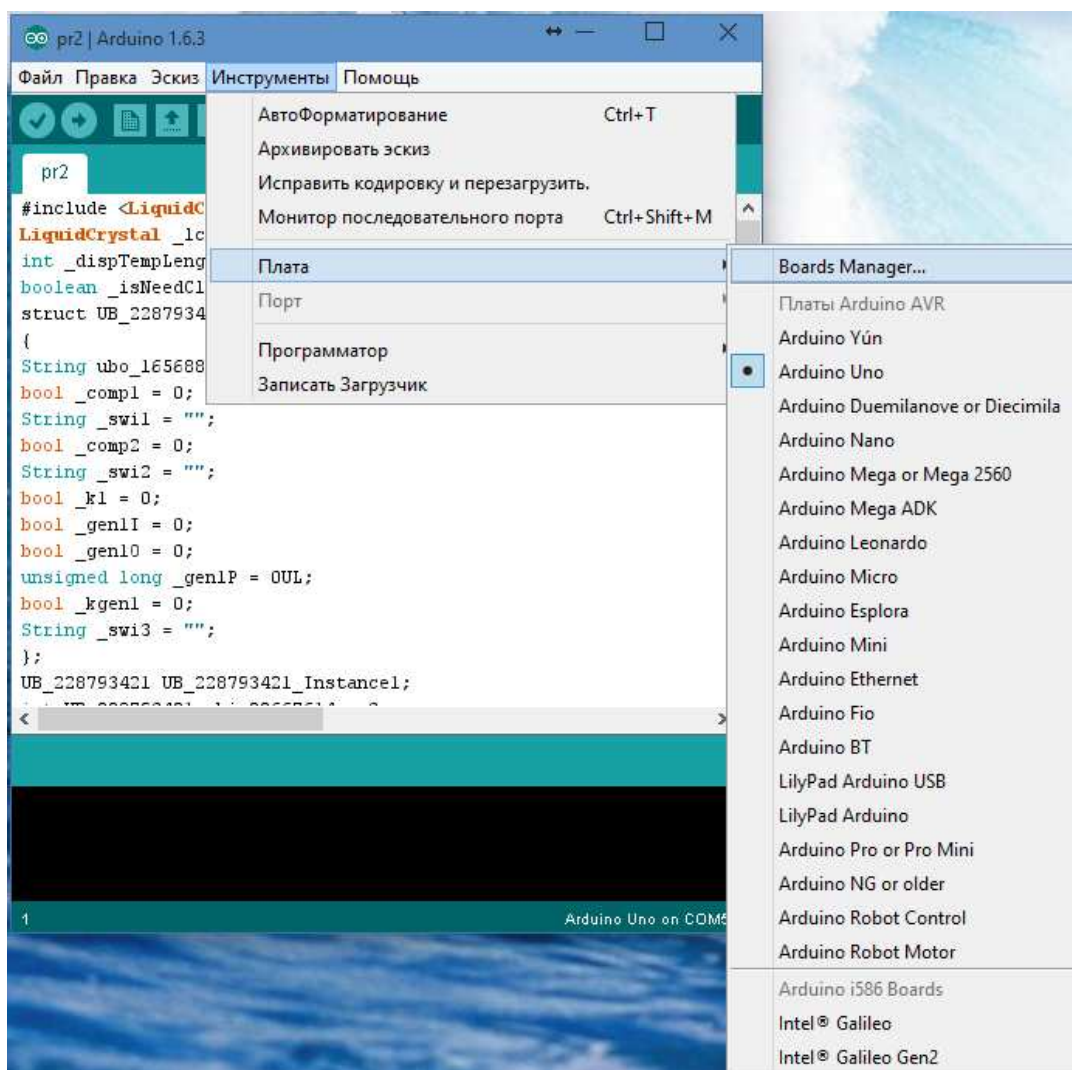
В концепции программы FLProg пользовательские блоки представляют собой своеобразные настраиваемые микросхемы, которые устанавливаются на платы проекта. В терминах программы микроконтроллера они представляют собой функции (подпрограммы).

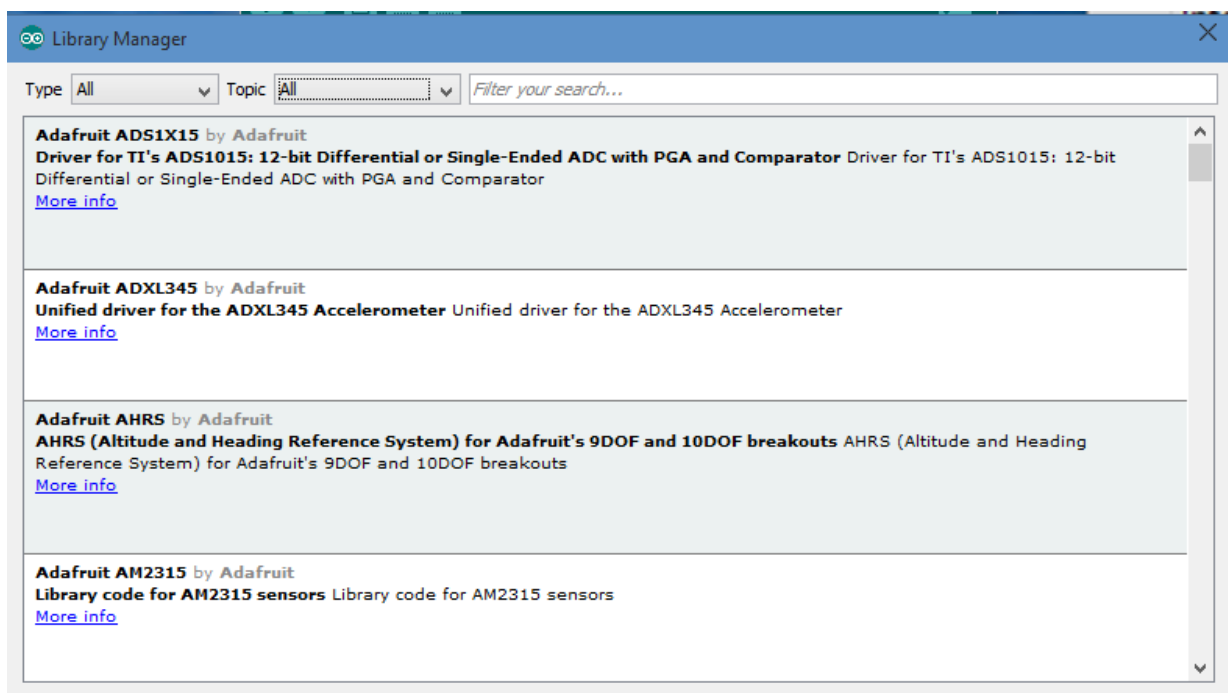
Из этого следует, что если один и тот же блок несколько раз использовать в проекте, то в получившейся программе его код будет написан лишь один раз и несколько раз вызван. Такой подход позволяет экономить и так небольшую память контроллера. Подробное описание работы с пользовательскими блоками можно найти в онлайн помощи. Также есть два видео-урока, демонстрирующих создание и использование блоков пользователя. Они доступны по ссылке: <http://www.flprog.ru/FLProg/pid218088913/vdi102775431>.

Сейчас ведется работа по созданию на сайте специального раздела – хранилища (обменника) пользовательских блоков. Там авторы блоков смогут хранить свои разработки, а пользователи выбрать из них необходимые и загрузить в свои библиотеки.

Программа переехала на новую, самую свежую версию Arduino-IDE 1.6.3.

Разработчики IDE обещают более продвинутый компилятор, который экономнее использует память контроллера. Кроме того в новую версию IDE включена возможность загрузки пакетов поддержки новых плат и необходимых библиотек.





Версия Arduino-IDE, поставляемая с программой FLProg, уже содержит все необходимые для работы библиотеки. Кроме того, в инсталляторе для Windows уже загружена поддержка плат Intel Galileo. В других версиях программы поддержку этой платы, если есть такая необходимость, следует загружать через Boards Manager.

Скачать новую версию программы FLProg можно на сайте программы по адресу: <http://flprog.ru>. Для загрузки доступны инсталлятор и портативная версия для ОС Windows, а также установочные пакеты для ОС Linuxx86 и Linuxx64.

В планах по развитию проекта FLProg увеличение коммуникационных возможностей: поддержка модулей радиоканала, Bluetooth, GPRS, RS485.

Ожидайте новостей от проекта FLProg!

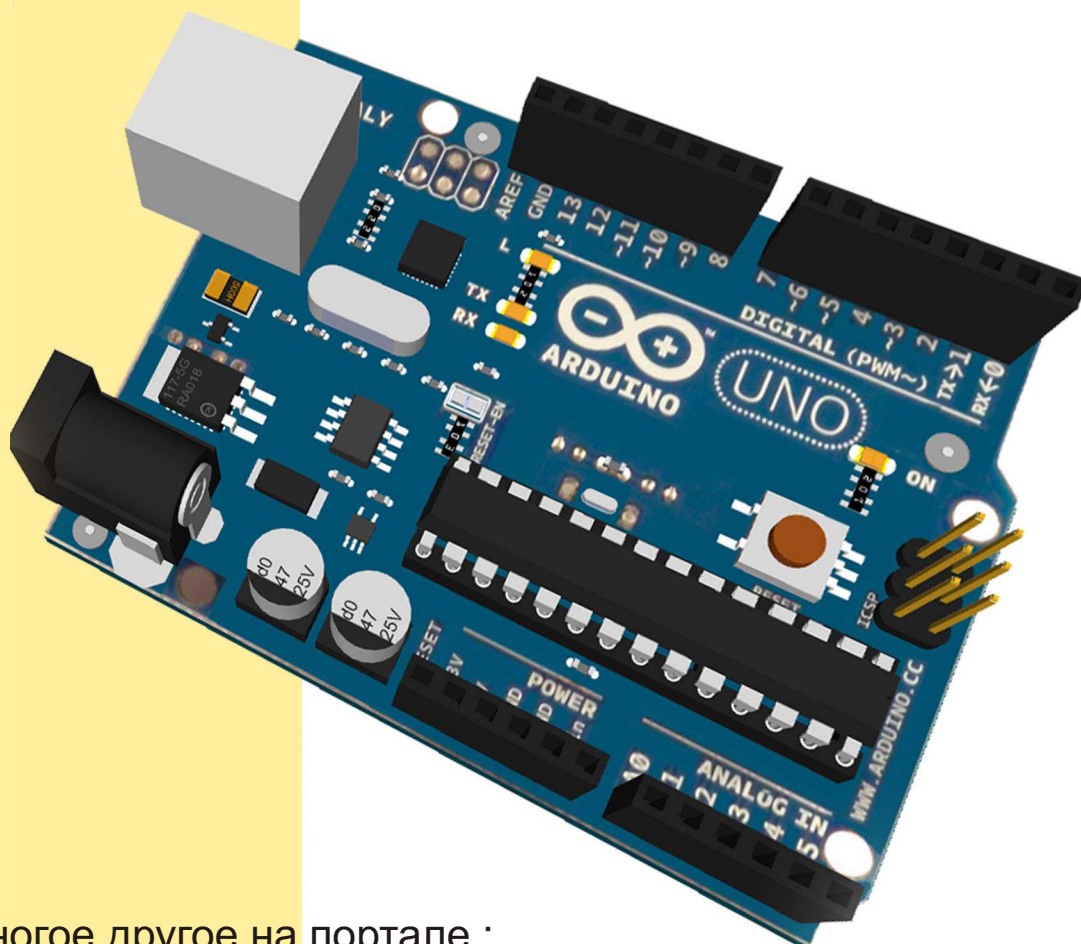


РАДИОЛОЦМАН.ARDUINO

www.rlocman.ru/arduino

Широкий взгляд на тему :

- Последние новости
- Уникальные статьи
- Периодика и книги
- Сообщество на форуме
- Поиск товаров
- Datasheets



И еще многое другое на портале :

РАДИОЛОЦМАН. ...

www.rlocman.ru

**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