

ЖУРНАЛ ДЛЯ ТЕХ, КТО ИНТЕРЕСУЕТСЯ ЭЛЕКТРОНИКОЙ

WWW.RLOCMAN.RU

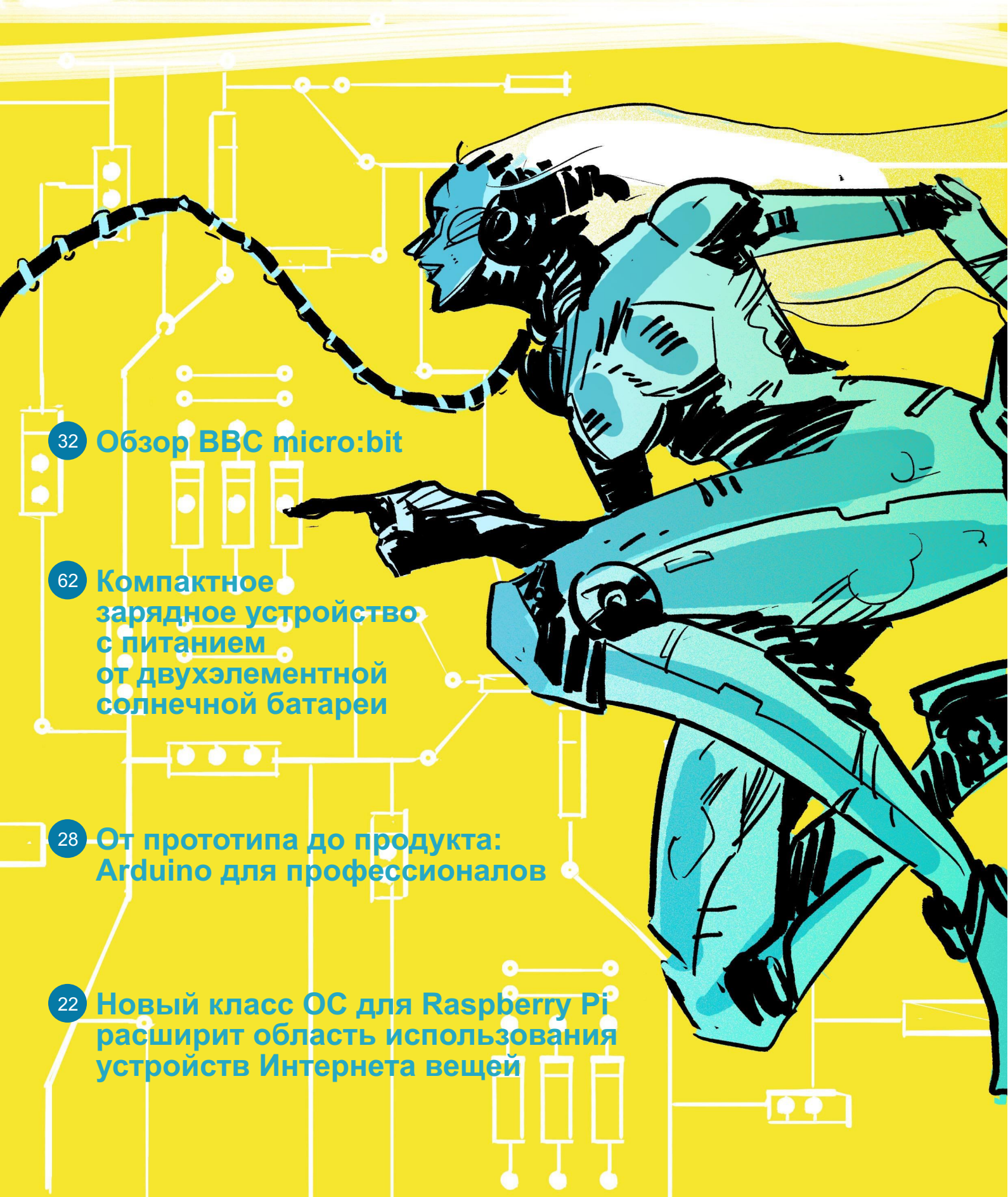


App Store

Google play

РАДИОЛОЦМАН

АВГУСТ 2016 (63)



32 Обзор BBC micro:bit

62 Компактное
зарядное устройство
с питанием
от двухэлементной
солнечной батареи

28 От прототипа до продукта:
Arduino для профессионалов

22 Новый класс ОС для Raspberry Pi
расширит область использования
устройств Интернета вещей



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

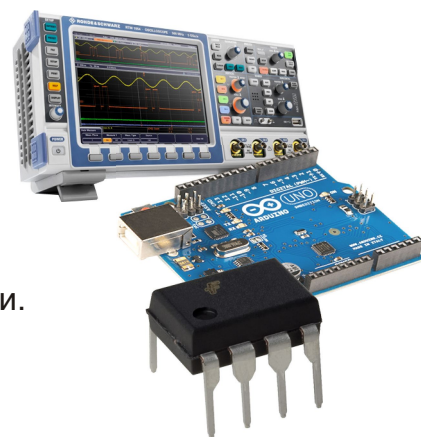


google.com/+RlocmanRuPlus

И еще многое другое на портале:

РАДИОЛОЦМАН. ...

www.rlocman.ru



Главный редактор:

А. Николаев

Над номером работали:

А. Гаврилюк
Д. Иоффе
В. Колесник
С. Муратчаев
А. Николаев
А. Прокопьев
Н. Радунцева
М. Русских

Обложка:

А. Кравчук

Директор:

С. Муратчаев

По вопросам размещения рекламы, публикации авторских материалов, с замечаниями и пожеланиями обращаться:

rlocman@rlocman.ru

+7 (495) 721-72-14

www.rlocman.ru

Официальные версии журнала распространяются бесплатно и без регистрации только на сайте РадиоЛоцман

При любом использовании материалов, опубликованных в журнале, ссылка на РадиоЛоцман обязательна. Полное или частичное воспроизведение или тиражирование каким бы то ни было способом материалов настоящего издания допускается только с письменного разрешения редакции.

Мнения авторов не всегда отражают точку зрения редакции.

Оформление
бесплатной подписки:

www.rlocman.ru/magazine

Новости

- 4 Texas Instruments выпустила самый быстрый в отрасли изолированный драйвер затворов для высоковольтных приложений
- 5 Linear Technology предлагает новые 32-битные АЦП последовательных приближений с цифровой фильтрацией выходного сигнала
- 7 Силовые модули Infineon для гибридных и электрических транспортных средств позволяют достичь рекордной плотности мощности
- 8 Высокоскоростные калиброванные датчики тока Melexis станут эффективной альтернативой обычным шунтам
- 9 Драйвер интеллектуального светодиодного освещения компании Dialog Semiconductor предоставляет универсальное решение для симисторного и цифрового диммирования
- 10 Peregrine Semiconductor анонсирует самый быстрый в мире драйвер нитрид-галлиевых полевых транзисторов
- 11 Linear integrated начинает массовое производство ультра малошумящих Р-канальных МОП транзисторов
- 12 КПД новых DC/DC преобразователей компании Diodes остается высоким при любых нагрузках
- 13 Linear Technology анонсирует высоковольтный безындуктивный двухканальный понижающий преобразователь на основе зарядового насоса
- 15 Allegro MicroSystems анонсировала новые линейные регуляторы тока для светотехнического оборудования автомобилей
- 16 Texas Instruments начинает выпуск первого радиационно-стойкого линейного стабилизатора для согласования шин памяти DDR
- 17 STMicroelectronics представила ультра тонкую микросхему LDO стабилизатора в корпусе CSP принципиально новой конструкции
- 18 Intersil анонсирует первый в отрасли радиационно-стойкий 36-вольтовый инструментальный усилитель с интегрированным дифференциальным драйвером АЦП
- 19 Toshiba начинает поставки первых в мире образцов 64-слойной 3D флэш памяти
- 20 ON Semiconductor предлагает интегральное модульное решение для следующего поколения автомобильных BLDC систем
- 21 С новыми контроллерами синхронных выпрямителей импульсные источники питания станут проще и эффективнее
- 22 Новый класс ОС для Raspberry Pi расширит область использования устройств Интернета вещей
- 23 STMicroelectronics выпускает ультра экономичный высоковольтный преобразователь для питания приложений Умного дома и промышленных устройств
- 24 Diodes представляет новый выпрямительный диод для светодиодных ретрофитных ламп MR16
- 25 КПД восьмиканального понижающего DC/DC преобразователя компании Linear Technology достигает 94%

Статьи

- 28 От прототипа до продукта: Arduino для профессионалов
- 32 Обзор BBC micro:bit
- 36 МАСТЕР-ЛОМАСТЕР. Компактный квадрокоптер и пульт управления для него
- 42 Современная аудиотехника и автомобильная электроника компании Kenwood. Часть 2
- 50 ИСТОРИЯ ЭЛЕКТРОНИКИ. Рисуем характеристики транзистора

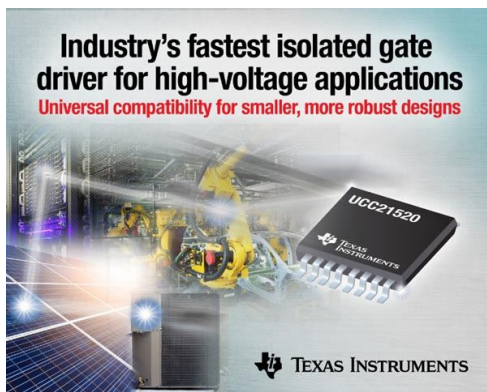
Схемы

- 52 Термостатирование элементов микроконтроллерных устройств
- 56 Транзистор линейно оцифровывает скорость воздушного потока
- 59 Компактный драйвер лазерного диода для высокоточных измерительных приложений
- 62 Компактное зарядное устройство с питанием от двухэлементной солнечной батареи
- 66 Управлять двигателями можно с помощью оптронов
- 68 Недорогой DC/DC преобразователь на основе линейного стабилизатора
- 70 Простой мощный источник тока на основе лабораторного блока питания
- 72 Питание 12-вольтового пьезоизлучателя от источника напряжения 3 В
- 74 Удвоитель напряжения на основе зарядового насоса разрывает путь прохождения постоянного тока

Texas Instruments выпустила самый быстрый в отрасли изолированный драйвер затворов для высоковольтных приложений

Новый двухканальный драйвер с усиленной гальванической изоляцией отличается малой задержкой распространения сигнала, мощными цепями управления и универсальной совместимостью

Texas Instruments (TI) представила самый высокоскоростной в отрасли двухканальный драйвер затворов с напряжением изоляции 5.7 кВ с.к.з. – первый прибор компании в ее новом семействе изолированных драйверов затвора. Гибкость и универсальная совместимость микросхемы UCC21520 позволяют использовать ее в качестве изолированного драйвера нижнего плеча, верхнего плеча, нижнего/верхнего плеч или в полумостовых схемах управления питанием. Благодаря высокой интеграции компонентов в UCC21520, расширенным функциям защиты и оптимизированным характеристикам переключения, разработчики имеют возможность создавать более компактные и надежные конструкции для корпоративных, телекоммуникационных, автомобильных и промышленных приложений.



Разработанная для высоковольтных приложений, где приоритетное значение имеют надежность и защищенность, микросхема UCC21520 гарантирует усиленную изоляцию до 5.7 кВ с.к.з. и подтвержденную испытаниями защиту от бросков напряжения до 12.8 кВ, а также устойчивость к воздействию синфазных помех со скоростью нарастания более 100 В/нс. При самой низкой в отрасли задержке распространения 19 нс и хорошо согласованных задержках в каналах с разбросом менее 5 нс, устройство обеспечивает высокие значения плотности мощности и КПД, позволяя уменьшить размеры решения и

гарантировать надежную работу в течение всего срока службы конечного оборудования.

Основные особенности и преимущества UCC21520

- **Более высокая плотность мощности для более компактных решений:**

Вытекающий ток 4 А и втекающий ток 6 А уменьшают потери переключения в высокочастотных импульсных источниках питания благодаря быстрому нарастанию (6 нс) и спаду (7 нс) при нагрузке 1.8 нФ.

- **Прочность изоляции:**

Имея защиту от перенапряжений, испытанную до 12.8 кВ, и устойчивость к помехам со скоростью нарастания свыше 100 В/нс, новый драйвер затворов предохраняет конечное оборудование от воздействия условий, характерных для центров обработки данных, предприятий и других мест размещения высоковольтного оборудования.

- **Гибкость:**

Широкий диапазон входных напряжений от 3 В до 18 В, программируемое управление мертвым временем, наличие двух каналов и возможность их параллельного объединения позволяют гибко использовать одно устройство UCC21520 при разработке множества приложений.

- **Низкое энергопотребление:**

Ток, потребляемый устройством в режиме ожидания, составляет всего 1 мА на канал, что повышает эффективность использования энергии.

Законченный проект системы управления питанием с оптимизированными параметрами

Для оптимизации характеристик своих систем инженеры могут использовать изолированный драйвер затворов UCC21520 совместно с одним из предлагаемых TI контроллеров. В список аналоговых приборов входят UCC28950 для полумостовых фазосдвигающих схем, UCC25600 для резо-

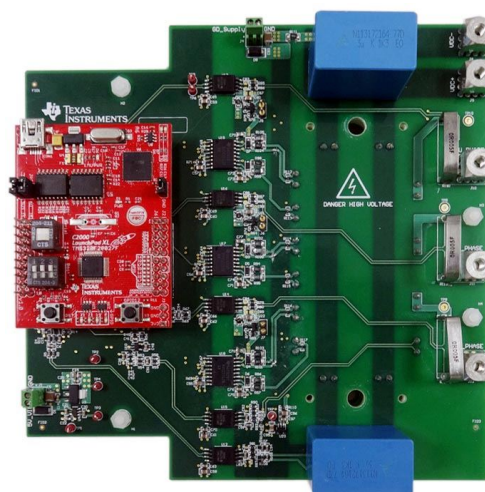


Плата оценочного модуля UCC21520EVM-286 для двухканального изолированного драйвера затворов UCC21520.

нансных источников питания и UCC28070 для корректоров коэффициента мощности. Для цифрового управления питанием предназначены микросхема UCD3138 и 32-разрядный микроконтроллер C2000.

Инструменты и средства ускорения проектирования

Для ускорения вывода на рынок продуктов на основе UCC21520 TI предлагает широкий спектр инструментов поддержки. Быстрый старт облегчается использованием оценочного модуля UCC21520EVM-286 и динамических PSpice/SIMPLIS моделей. С блок-схемой, проектными файлами и перечнем материалов можно ознакомиться на примере типовой конструкции 3-фазного инвертора с усилен-



TIDA-00366 – базовый проект 3-фазного инвертора с усиленной изоляцией и защитой от перегрузки, перенапряжения и перегрева.

ной изоляцией и защитой от перегрузки, перенапряжения и перегрева (TIDA-00366).

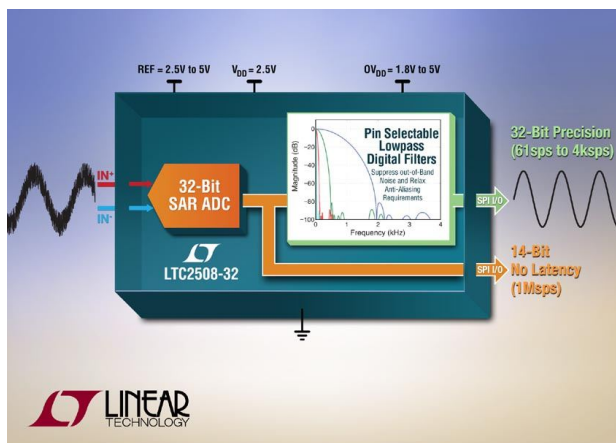
Корпуса, цены и доступность

Микросхемы UCC21520 можно приобрести в онлайн магазине TI и через сеть авторизованных дистрибьюторов компании. Изолированные драйверы выпускаются в 16-выводных широких пластмассовых корпусах SOIC16 и в партиях из 1000 приборов продаются по цене \$2.4 за штуку.

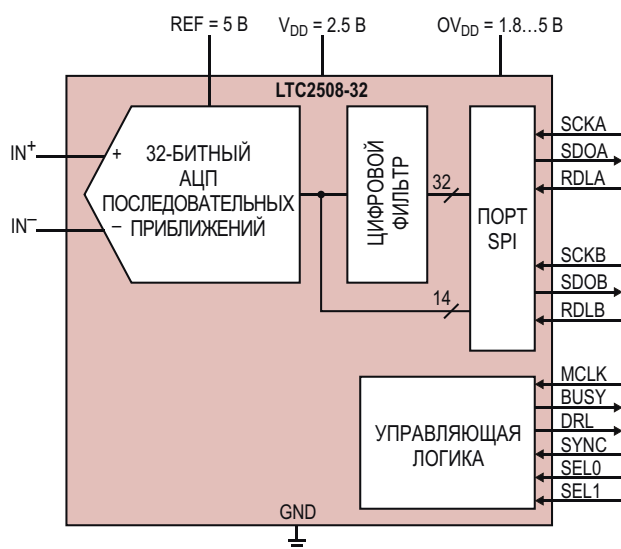
Linear Technology предлагает новые 32-битные АЦП последовательных приближений с цифровой фильтрацией выходного сигнала

Linear Technology начала производство сверхпрецизионных 32-битных аналого-цифровых преобразователей (АЦП) последовательных приближений LTC2508-32. Для многих высокоточных приложений, включая устройства выборки данных, системы управления производственными процессами и медицинское оборудование, требуется сочетание высокой скорости и высокой точности преобразования. Нередко это достигается путем использования в одной системе дельта-сигма АЦП высокого разрешения и высокоскоростного АЦП последовательных приближений. LTC2508-32 позволяет упростить конструкции таких гибридных систем АЦП, одновременно обеспечивая 32-битный малошумный выходной сигнал, под-

вергнутый цифровой фильтрации, и 14-битный сигнал 1 Мбит/с с нулевой относительной задержкой. Ввиду того, что сигналы на обоих выходах формируются одним и тем же 32-битным ядром аналого-цифрового преобразователя, высокая скорость и высокая точность остаются хорошо согласованными, независимо от изменений рабочей температуры, напряжения питания и иных внешних факторов. В отличие от традиционных решений, использующих два различных несогласованных АЦП, уникальная комбинация точности и скорости микросхемы LTC2508-32 позволяет намного улучшить характеристики системы, одновременно уменьшив ее размеры и сократив количество компонентов.



LTC2508-32 будет хорошим выбором для приложений, требующих одновременно высокой точности измерений и большой скорости отслеживания изменений входного сигнала. Исключительная линейность с гарантированной ошибкой не более 3.5 ppm в сочетании с динамическим диапазоном 145 дБ позволяют выполнять прецизионные измерения даже в присутствии шумов. Синхронно с этим сигналом на другом выходе формируется высокоскоростной поток данных 1 Мбит/с, содержащий 14-битное представление входного дифференциального сигнала и 8-битное представление его синфазной составляющей, позволяющий реализовать сложные схемы контура управления с механизмами раннего обнаружения. Дополнительное повышение точности системы и упрощение схемы предварительного формирования сигнала происходят за счет прямой дискретизации входного сигнала в полном динамическом диапазоне с уровнем подавления синфазной составляющей более 120 дБ.



Функциональная схема LTC2508-32.

Для оптимизации шумовых характеристик и полосы пропускания прецизионного 32-битного выходного сигнала в состав LTC2508-32 включен конфигурируемый цифровой фильтр, расширяющий динамический диапазон до максимального значения 145 дБ при 61 выборке в секунду. Интегрированный цифровой фильтр обеспечивает уровень подавления внеполосных шумов не менее 80 дБ, снижая требования к аналоговому антиалиазинговому фильтру и существенно упрощая систему. Кроме того, сниженная скорость вывода данных на выходе цифрового фильтра облегчает обмен с медленными процессорами.

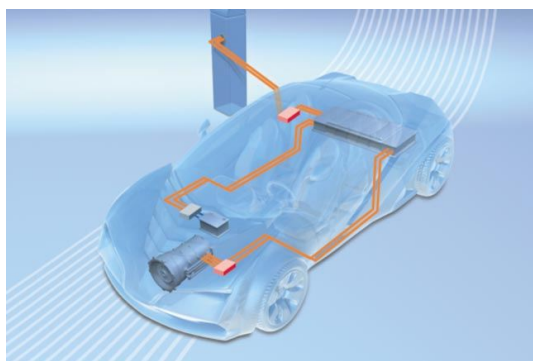
При напряжении источника питания 2.5 В микросхема LTC2508-32 рассеивает мощность 24 мВт. АЦП выпускается серийно в 24-выводном корпусе DFN площадью 7 × 4 мм. В партиях из 1000 приборов цена одной микросхемы начинается от \$8.95. Образцы и демонстрационные платы могут быть заказаны на сайте Linear Technology или в местных офисах продаж компании.

Сводка основных характеристик LTC2508-32

- Типовое значение интегральной нелинейности ± 0.5 ppm;
- Типовой динамический диапазон 145 дБ (при 61 выб/с);
- Типовой динамический диапазон 131 дБ (при 4 Квыб/с);
- Гарантированное разрешение 32 бита без пропуска кодов;
- Конфигурируемый синхронизированный цифровой фильтр
 - Снижает требования к антиалиазинговому фильтру;
- 32-битный АЦП последовательных приближений с двумя выходами:
 - Малошумный 32-битный выход сигнала, подвергнутого цифровой фильтрации;
 - 14-битный выход дифференциального сигнала + 8-битный выход синфазной составляющей с нулевой относительной задержкой и скоростью 1 Мбит/с;
- Широкий диапазон входных синфазных напряжений;
- Совместимый с SPI последовательный интерфейс, поддерживающий уровни сигналов от 1.8 В до 5 В;
- Низкая мощность потребления: 24 мВт при 1 млн. выборок в секунду;
- 24-выводной корпус DFN с размерами 7 × 4 мм.

Силовые модули Infineon для гибридных и электрических транспортных средств позволят достичь рекордной плотности мощности

Для выполнения норм по выбросам CO₂, установленных регулирующими органами разных стран мира на 2020 год, большое значение имеет увеличение доли электрических или гибридных транспортных средств (ГЭТС). Целевые показатели составляют всего 95 г CO₂ на километр в Европе, 121 г/км в США, 117 г/км в Китае и 105 г/км в Японии. Однако при электрификации существующих платформ возникают серьезные проблемы, связанные с пространственными ограничениями. Если инвертор размещается в тесном моторном отсеке автомобиля, он должен иметь минимально возможные размеры. Размеры инвертора определяются, в основном, используемыми в нем силовыми модулями. Следовательно, их габариты необходимо снижать, в то же время, сохраняя мощность, достаточную для приведения в действие электрической трансмиссии. С другой стороны, размеры силового модуля определяются теплорассеивающей способностью установленных внутри мощных кристаллов и возможностью охлаждения этих кристаллов до температур, не превышающих допустимых для перехода значений.



Стремясь помочь в решении этих проблем, Infineon Technologies продемонстрировала на выставке PCIM 2016 новейшее семейство силовых модулей HybridPACK DSC (Double Sided Cooling – двухстороннее охлаждение), предназначенных для гибридных и электрических транспортных средств. Размеры новых силовых модулей чрезвычайно малы и составляют всего 42 42.4 4.77 мм. Устройства предназначены для использования в основных инверторах и генераторах

ГЭТС с типичным диапазоном мощностей от 40 до 50 кВт. Для получения более высоких мощностей модули могут включаться параллельно.



Благодаря очень низкой паразитной индуктивности, равной всего 15 нГн, запирающее напряжение было увеличено до 700 В. Оба фактора позволяют разрабатывать новые инверторные системы с потерями переключения, сниженными примерно на 25%. Внутренняя изоляция позволяет устанавливать модуль непосредственно на теплоотвод без использования внешней изолирующей прокладки, что существенно упрощает интеграцию системы. Для защиты от перегрузок в каждый внутренний IGBT интегрирован датчик тока. Кроме того, встроенный в кристалл датчик температуры при перегреве обеспечивает ограничение мощности и быстрое отключение модуля. Прямые и точные измерения улучшают контроль работы системы. Помимо этого, поставщикам комплектующих и автопроизводителям они помогают упростить архитектуру систем функциональной безопасности.

Сочетание двухстороннего охлаждения модулей HybridPACK DSC с электрической изоляцией теплоотводящих поверхностей дало возможность существенно снизить тепловое сопротивление до 0.1 К/Вт. Для сравнения, силовой модуль HybridPACK 1 имеет тепловое сопротивление 0.12 К/Вт. Технология HybridPACK DSC также позволила улучшить и электрические параметры модулей. Одним из важнейших параметров является паразитная индуктивность, зависящая от размеров модуля и топологии пути прохождения тока внутри модуля. Паразитная индуктивность HybridPACK DSC составляет лишь

15 нГн, что на 40% меньше, чем у других модулей. В результате потери переключения снизились на 25%.

Доступность силовых модулей HybridPACK DSC

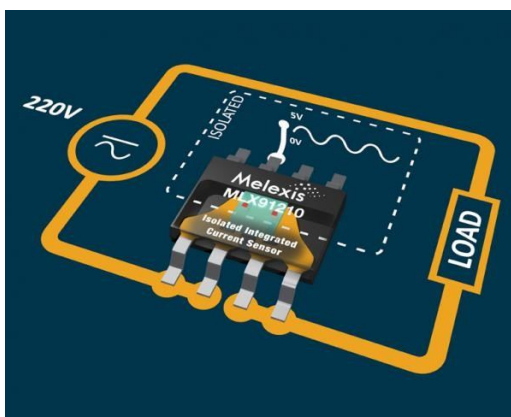
Первым прибором в семействе HybridPACK DSC стал модуль FF400R07A01E3_S6, полумостовая конфигурация которого рассчитана

на номинальный ток 400 А и максимальное напряжение коллектор-эмиттер 700 В. Опытные образцы этого модуля будут доступны в сентябре 2016 года. Спустя месяц ожидается появление следующего изделия семейства – полного 700-вольтового моста с рабочим током 200 А. Ведется разработка других вариантов для различных диапазонов мощностей.

Высокоскоростные калиброванные датчики тока Melexis станут эффективной альтернативой обычным шунтам

Компактные микросхемы в стандартных корпусах сочетают в себе полосу пропускания 100 кГц, лучшую в отрасли точность и исключительную устойчивость к перекрестным помехам

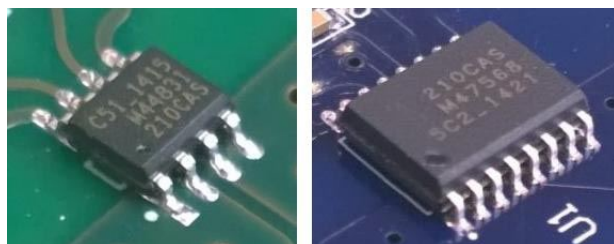
Продолжая расширять свой объемный портфель датчиков тока, основанных на передовых реализациях технологии эффекта Холла, Melexis объявила о выпуске нового семейства MLX91210.



Токовая чувствительность микросхем MLX91210, работающих от 5-вольтового источника питания, достигает 26.7 мВ/А, а максимальные диапазоны линейного измерения токов составляют ± 75 А, что соответствует среднеквадратичному значению 30 А. Выпускаемые в корпусах SO8 и SO16 полностью интегрированные датчики тока на основе эффекта Холла отличаются чрезвычайно низкими резистивными потерями (0.8 мОм для SO8 и 0.7 мОм для SO16), высоким напряжением изоляции (2.1 кВ с.к.з. и 2.5 кВ с.к.з., соответственно), а также ускоренным откликом (не более 5 мкс). Выходные сигналы датчиков каждой микросхемы калибруются на этапе производства для определенного диапазона токов, а также компенсируются для минимизации ухода параметров, обусловлен-

ного изменениями температуры и старением, чем обеспечивается поддержание необходимой точности в течение всего срока службы.

Благодаря заводской калибровке нулевой точки выходного сигнала и чувствительности, каждое из этих устройств вырабатывает линейный аналоговый сигнал, пропорциональный току, протекающему непосредственно через выводную рамку микросхемы. Магнитное поле, создаваемое протекающим током внутри корпуса ИС, отдельно измеряется двумя комплектами пластин Холла. Такая конструкция противодействует влиянию внешних полей и перекрестных помех. Расположение пластин Холла в непосредственной близости от проводника с измеряемым током повышает точность измерений, и в то же время первичная и вторичная стороны устройства разделены слоем прочной изоляции. Устройства демонстрируют хорошую устойчивость к внешним полям, что для некоторых приложений может оказаться весьма критичным в связи с ростом плотности компоновки конструкций силовой электроники. Ключевым отличием этих микросхем является практически полное отсутствие магнитного гистерезиса, которое объясняется тем, что в конструкции не используются ферромагнитные концентраторы. Датчики работа-



ют в диапазоне температур от $-40\text{ }^{\circ}\text{C}$ до $125\text{ }^{\circ}\text{C}$ и соответствуют стандарту IEC60950. (Более того, устройства в корпусах SO16 отвечают требованиям UL1577).

Благодаря высокому быстродействию и компактным размерам, основными сферами применения микросхем MLX91210 могут быть измерения постоянного и переменного тока в таких приложениях, как системы точно-

го контроля токов, протекающих в блоках распределения питания серверных парков и дата-центров, источники питания и преобразователи, регуляторы потребления энергии, интеллектуальные системы учета и умные бытовые приборы, преобразователи и распределительные шкафы солнечных электростанций, а также устройства управления электродвигателями.

Драйвер интеллектуального светодиодного освещения компании Dialog Semiconductor предоставляет универсальное решение для симисторного и цифрового диммирования

Микросхема драйвера iW3690 ликвидирует разрыв между традиционными настенными диммерами и новейшими цифровыми решениями, ускоряя проникновение интеллектуального освещения на рынок, прогнозируемая емкость которого к 2020 году достигнет 58 млрд. долларов США

Dialog Semiconductor представила революционную микросхему (ИС) драйвера для интеллектуального светодиодного освещения, в которой сочетаются цифровое управление (I^2C) и усовершенствованная технология симисторного диммирования с отсечкой фазы. Впервые однокристальное решение iW3690 обеспечивает интеллектуальным светодиодным светильникам возможность регулирования яркости с помощью цифровых команд, в том числе посылаемых по беспроводным каналам, при параллельной работе с традиционными настенными симисторными диммерами.



Реализованная в этой ИС технология Dual-Dim, пригодная для приложений мощностью до 25 Вт, позволяет без дрожания или мерцания регулировать силу света в диапазоне от 100% до 1%. Микросхема драйвера работает

с любыми беспроводными протоколами, включая Bluetooth, Wi-Fi и ZigBee. При использовании Bluetooth low energy SNK SmartBond DA14580 компании Dialog оптимальное беспроводное подключение выполняется малозатратно и просто, в результате чего создается высококачественная платформа интеллектуального диммирования с минимальным числом внешних компонентов.

iW3690 дает возможность управлять диммированием и дистанционным включением/выключением по цифровой линии связи при любом угле отсечки фазы переменного тока. Микросхема представляет собой резонансный AC/DC преобразователь с коэффициентом мощности 0.95, суммарными гармоническими искажениями менее 20% и типовым КПД, равным 85%, что хорошо согласуется с требованиями, предъявляемыми стандартами консорциума DLC. Устройство снабжено автоматической защитой от перегрева, обрывов и коротких замыканий в светодиодных цепях, от перенапряжения в сети переменного тока и от перегрузки на выходе.

«До сих пор, для того чтобы обеспечить пользователей интеллектуальным цифровым управлением освещением, разработчикам приходилось идти на компромисс со старым наследием диммерного управления. Объединение в одной микросхеме поддержки устаревших аналоговых диммеров с цифровым интерфейсом предоставляет конструкторам светодиодных светильников наиболее

экономически эффективное и простое в реализации решение для управления интеллектуальным освещением, – сказал Дэвин Ли (Davin Lee), старший вице-президент и генеральный директор подразделения преобразователей энергии компании Dialog. – Сочетание наших лидирующих позиций в разработке инновационных микросхем светодиодных драйверов и SnK Bluetooth low energy позво-

ляет Dialog обеспечить оптимальное подключение и наименьшее в своем классе энергопотребление в режиме ожидания, что немаловажно, так как схемы управления интеллектуальным освещением должны быть постоянно включены, чтобы получать беспроводные команды».

Микросхемы iW3690 уже выпускаются серийно. Доступны также единичные образцы.

Peregrine Semiconductor анонсирует самый быстрый в мире драйвер нитрид-галлиевых полевых транзисторов

Технология UltraCMOS компании Peregrine позволяет нитрид-галлиевым транзисторам реализовать свой потенциал эффективности и скорости

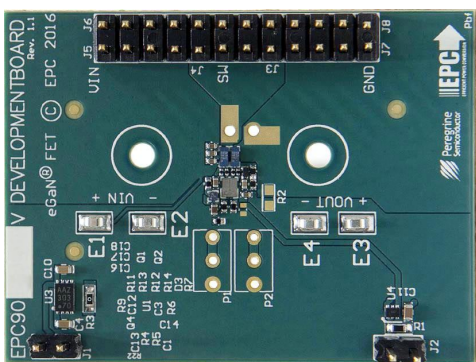
Peregrine Semiconductor представляет новую микросхему PE29100 – самый быстрый в мире драйвер нитрид-галлиевых (GaN) полевых транзисторов. Изготавливаемый на основе разработанной Peregrine технологии UltraCMOS, этот новый драйвер позволит инженерам-конструкторам полностью реализовать преимущества максимального быстродействия и эффективности GaN транзисторов. PE29100, разработанный для управления затворами GaN полевых транзисторов верхнего и нижнего плеча, обеспечивает самые высокие в отрасли скорости переключения, наименьшие задержки распространения и самое низкое время нарастания и спада в AC/DC и DC/DC преобразователях, аудио усилителях класса D и беспроводных зарядных устройствах.



МОП транзисторы на основе GaN совершают переворот на традиционном рынке преобразователей энергии, вытесняя кремниевые полевые транзисторы со структурой металл-окисел-полупроводник (MOSFET).

По сравнению с MOSFET, GaN полевые транзисторы при минимально возможных размерах работают намного быстрее и имеют более высокие скорости переключения. В перспективе нитрид галлия может значительно уменьшить размеры и вес любого источника питания. Для полной реализации своего потенциала эти высокопроизводительные GaN транзисторы нуждаются в оптимизированных драйверах затвора. Драйвер полевого транзистора должен заряжать и разряжать емкость затвора с максимально возможной скоростью, а для работы с быстрыми сигналами ему необходимо иметь очень низкую задержку распространения. Он также должен исключать протекание сквозного тока, возникающего, когда одновременно открыты транзисторы верхнего и нижнего плеча. Драйвер PE29100 разработан специально для этих целей.

Движущей силой лучшего в отрасли быстродействия PE29100 является разработанная Peregrine технологическая платформа UltraCMOS. Эта технология позволяет намного увеличить скорость работы интегральных схем по сравнению с устройствами на обычных КМОП-структурах, чтобы изготавливать драйверы GaN МОП транзисторов с наименьшими в отрасли задержками распространения, минимальными временами нарастания и спада и самой высокой скоростью переключения. При таком преимуществе в скорости существенно уменьшаются размеры импульсных источников питания, предоставляя инженерам-конструкторам возможность создания устройств с повышенной плотностью мощности.



Оценочный набор для драйвера затворов GaN полевых транзисторов PE29100.

При использовании технологии UltraCMOS приборы изготавливаются на истинно изолирующей подложке, и благодаря отсутствию переходов с подложкой или карманами имеют низкие паразитные параметры. Для технологии UltraCMOS характерно низкое сопротивление открытого канала, улучшающее КПД системы, и малая емкость в выключенном состоянии, позволяющая работать на более высоких частотах.

Характеристики, корпуса, цены и доступность

PE29100 является драйвером полумоста на GaN полевых транзисторах с внутренней цепью управления мертвым временем. Высо-

коскоростной драйвер работает на частотах до 33 МГц, управляя силовыми каскадами с напряжениями питания до 80 В. Задержка распространения драйвера составляет всего 8 нс. Его время нарастания и спада равно 2.5 нс и 1.8 нс, соответственно, при работе на нагрузку 1000 пФ, а при нагрузке 100 пФ эти времена снижаются до 1 нс. PE29100 управляется однофазным входным сигналом, подаваемым на отдельный вход, и обеспечивает вытекающий и втекающий выходной ток 2 А и 4 А, соответственно.

В настоящее время доступны промышленные партии, единичные образцы и оценочные комплекты. Драйверы PE29100 предлагаются в корпусах с размерами кристалла площадью 2 1.6 мм по цене \$1.80 за штуку при объеме заказа 1000 микросхем.

Параметр	Значение
Частота переключения	33 МГц
Время нарастания/спада	1 нс/1 нс при нагрузке 100 пФ
Задержка распространения	2 А/4 А
Управление мертвым временем	Внутреннее
Вытекающий/втекающий ток	8 нс
Максимальное рабочее напряжение	80 В
Корпус	Корпус 2 1.6 мм на основе перевернутого кристалла

Linear integrated начинает массовое производство ультра малощумящих Р-канальных МОП транзисторов

Компания Linear Integrated Systems (LIS) сообщила о начале массового производства монокристаллических сдвоенных Р-канальных МОП транзисторов LSJ689 с напряжением шумов 1.8 нВ/Гц на частоте 1 кГц. LSJ689 является Р-канальной комплементарной парой к сдвоенному N-канальному МОП транзистору



LSK489. Это новейшее дополнение к семейству ультра малощумящих МОП транзисторов компании LIS намного расширяет возможности пользователей по сравнению с использованием только N-канальных МОП транзисторов. Кроме того, монокристаллическая конструкция приборов LSJ689 и LSK489 с двумя транзисторами на одном кристалле обеспечивает условия для лучшего согласования токов насыщения сток-исток и температурных изменений параметров, чем согласованная пара отдельных МОП транзисторов.

Исторически складывалось так, что Р-канальные МОП транзисторы становились все менее доступными. Характеристики комплементарных одиночных N- и Р-канальных МОП транзисторов теперь ограничены рядом отраслевых стандартов. Комплементарные монокристаллические сдвоенные N- и Р-канальные МОП транзисторы никем не предлагались в

течение многих лет. Таким образом, в части этих приборов разработчики, фактически, остались без поддержки. Принимая во внимание эти обстоятельства, LIS предложила рынку одиночные комплементарные N- и P-канальные МОП транзисторы семейств LSK170 и LSJ74. А теперь LSJ689 и LSK489 предоставляют разработчикам дополнительные возможности. Так, например, емкость LSJ689/LSK489 в пять раз меньше, чем у транзисторов LSK170 и LSJ74 – 4 пФ против 25 пФ. Уникальная сдвоенная монолитная конструкция с «переплетающимися» на одном кристалле кремния структурами транзисторов обеспечивает идеальное согласование их параметров во всем диапазоне рабочих температур.

При совместном использовании LSJ689 и LSK489 идеально подходят для схем дифференциальных входных каскадов усилителей, фоновкорректоров и предусилителей. Дополнительными областями использования LSJ689 могут быть управляемые напряжением резисторы, термостабильные истоковые повторители, схемы выборки и хранения и согласованные источники тока.

LSJ689 будет идеальной улучшенной функциональной заменой МОП транзисторам с аналогичными шумовыми характеристиками, но со сниженной емкостью затвор-исток. Приборы выпускаются в корпусах SOT-23 6L и SOIC-A 8L, удовлетворяющих требованиям директивы RoHS, а также в металлических корпусах TO-71 6L. LSJ689 в корпусах SOT-23 6L и SOIC-A 8L прекрасно подойдут для схем ограниченных в объемах аудио и измерительных приложений.

Сводка основных характеристик

- Комплементарная пара к сдвоенному N-канальному МОП транзистору LSK489;
- Ультразычовое напряжение шумов: типовое значение 1.8 нВ/Гц на частоте 1 кГц;
- Близкие к нулю дробовые шумы;
- Точность согласования по току насыщения сток-исток не хуже 10%;

- Рассогласование напряжений затвор-исток не более 20 мВ;
- Низкая входная емкость: 4 пФ;
- Высокий входной импеданс;
- Высокое напряжение пробоя: 40 В минимум;
- Два монолитных (на одном кристалле кремния) сдвоенных МОП транзистора обеспечивают лучшее согласование температурных изменений параметров;
- Версии в корпусах для поверхностного монтажа SOIC-A 8L и SOT-23 6L;
- Не содержат свинца и соответствуют требованиям директивы ROHS.

Области применения

- Микрофонные усилители
- Фоновкорректоры
- Аудио усилители и предусилители
- Дискретные малошумящие операционные усилители
- Аудио предусилители с батарейным питанием
- Микшерские пульта
- Акустические датчики
- Акустоскопия
- Инструментальные усилители
- Широкополосные дифференциальные усилители
- Быстродействующие компараторы
- Преобразователи импеданса
- Резисторы управляемые напряжением
- Схемы выборки и хранения
- Истоковые повторители.

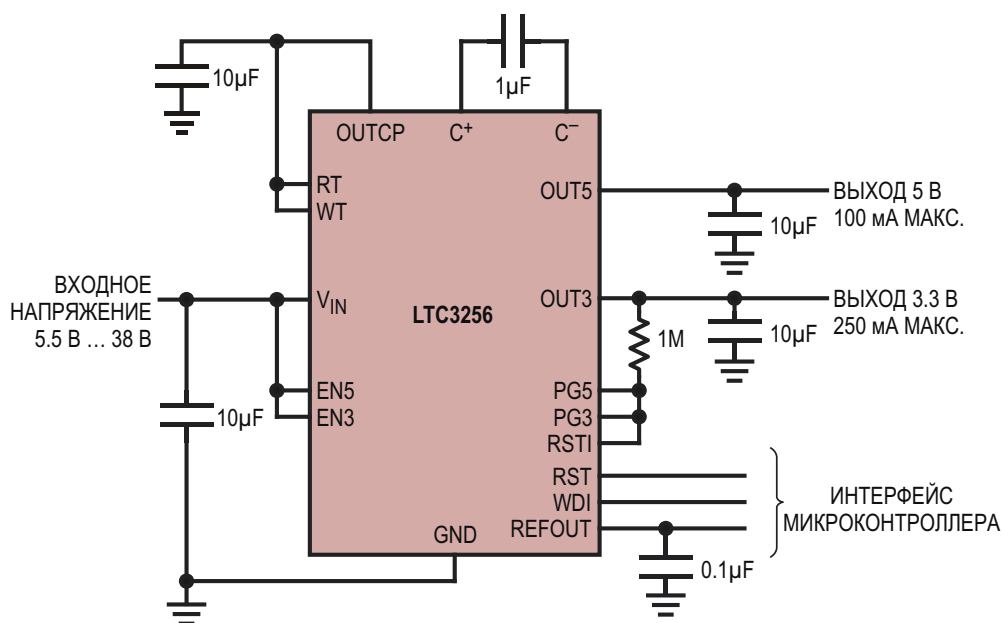
Цены и доступность

Приборы в металлических корпусах TO-71 6L в партиях из 1000 транзисторов продаются со склада LIS по цене \$8.66 за штуку. Доступны также единичные образцы транзисторов в корпусах SOIC-A 8L, TO-71 6L и SOT-23 6L.

КПД новых DC/DC преобразователей компании Diodes остается высоким при любых нагрузках

Компания Diodes объявила о выпуске понижающих DC/DC преобразователей AP3401 и AP3428 с выходными токами до 1 А.

Отличная стабилизация по входному напряжению и току нагрузки в новых приборах гарантируются постоянной частотой ШИМ, не



Высокоэффективный источник питания с двумя выходами.

мышленного и телекоммуникационного оборудования, а также маломощные преобразователи общего назначения, понижающие

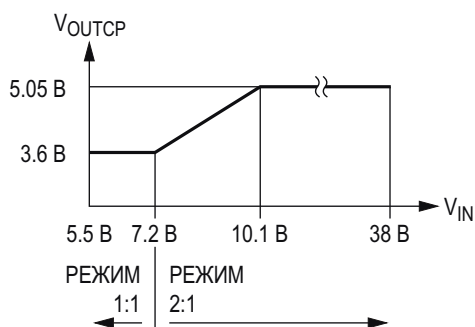


Диаграмма переключения режимов понижения.

напряжение 12 В до 5 В и 3.3 В.

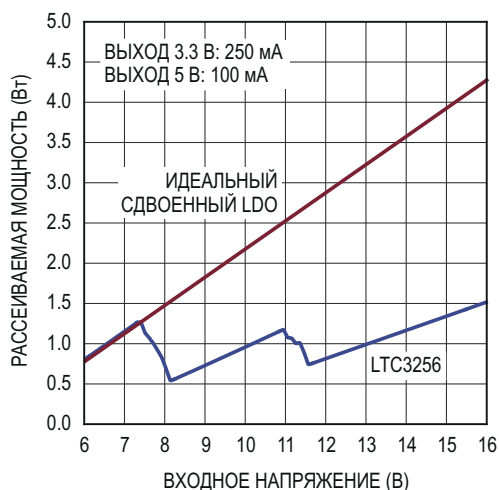
Увеличение КПД LTC3256 достигнуто благодаря использованию двухрежимного зарядового насоса, который, пока это возможно, работает в режиме понижения 2:1 и по мере необходимости автоматически переключается в режим 1:1 в соответствии с уровнями токов нагрузки и входного напряжения. Управляемый входной ток и мягкое переключение минимизируют уровни кондуктивных и излучаемых помех. Собственный ток, потребляемый микросхемой, очень невелик и составляет 20 мкА при активном состоянии обоих выходов (без нагрузки) и 0.5 мкА в режиме останова. Интегрированный сторожевой

таймер, независимые выходы «Питание в норме» и вход сброса обеспечивают надежную работу системы и позволяют выполнять диагностику неисправностей. Буферизованный выход источника опорного напряжения 1.1 В предназначен для самодиагностики систем с особыми требованиями к уровню безопасности. Дополнительные функции безопасности LTC3256 включают защиту от перегрузки и перегрева. Кроме того, микросхема устойчива к выбросам входного напряжения амплитудой до 38 В.

LTC3256 выпускаются в 16-выводных корпусах MSOP со сниженным тепловым сопротивлением и вскрытым теплоотводящим основанием. Допустимый диапазон температур перехода для микросхем групп E и I составляет $-40^{\circ}\text{C} \dots 125^{\circ}\text{C}$, группа H работоспособна в диапазоне температур от -40°C до 150°C , а для группы MP нижняя граница сдвинута до -55°C . Устройства имеются на складе компании. Цены микросхем группы E начинаются от \$2.95 за штуку.

Сводка основных характеристик LTC3256

- Диапазон входных напряжений: 5.5 В ... 38 В;
- Независимо включаемые выходы с фиксированными напряжениями 5 В и 3.3 В;
- Выход 5 В: максимальный ток 100 мА;
- Выход 3.3 В: максимальный ток 250 мА;



Зависимость рассеиваемой мощности от входного напряжения.

- Многорежимный понижающий зарядовый насос (2:1, 1:1) с автоматическим переключением режимов;

- Низкий ток потребления:
 - 20 мкА при обоих активных выходах (без нагрузки);
 - менее 0.5 мкА в режиме останова;
- Разработаны для диагностического покрытия систем в соответствии с требованиями стандарта ISO26262;
- Выход опорного напряжения 1.1 В для системной диагностики;
- Схема сброса по включению питания и сторожевой контроллер с регулируемым временем;
- Защита каждого выхода от перегрузки;
- Защита от перегрева;
- Максимальная рабочая температура перехода 150 °C;
- 16-выводной корпус MSOP со сниженным тепловым сопротивлением.

Allegro MicroSystems анонсировала новые линейные регуляторы тока для светотехнического оборудования автомобилей

Высокоинтегрированное устройство, соответствующее глобальным стандартам автоэлектроники, снижает размеры и стоимость решения

Allegro MicroSystems анонсировала два новых линейных регулируемых стабилизатора тока для управления массивами светодиодов в светотехническом оборудовании автомобилей. Микросхемы A6274 и A6284 отвечают требованиям стандарта автоиндустрии AEC-Q100 и выполняют множество новых функций, добавленных для дальнейшего совершенствования существующего семейства линейных драйверов светодиодов.



В новые микросхемы, отличающиеся пониженным уровнем электромагнитных излучений, дополнительно интегрированы предва-

рительные драйверы затворов для динамичного линейного управления внешним Р-канальным MOSFET, расширяющие нагрузочные возможности выходов и переносящие большую часть тепловой нагрузки с микросхемы на внешний транзистор. Это существенно проще, чем решения на основе импульсных DC/DC преобразователей, более шумных и требующих индуктивностей и диодов. Каждый из шести выводов, предназначенных для подключения светодиодов, рассчитан на втекающий ток до 60 мА (A6274) или до 120 мА (A6284), причем суммарный ток питания светодиодной цепочки можно увеличивать вплоть до 720 мА путем параллельного соединения выходов. Более того, для создания больших осветительных систем несколько микросхем можно включать параллельно.

Для управления светоотдачей светодиодов в микросхему встроена схема ШИМ регулятора, режимы работы которого (частота и коэффициент заполнения) с высокой точностью программируются внешними резисторами. В результате отпадает необходимость во

внешнем ШИМ-сигнале, для формирования которого обычно требовался локальный микроконтроллер или таймер 555. Тем не менее, если в системе уже имеется ШИМ сигнал, его можно использовать для внешнего управления яркостью. Устройство можно включить в двухуровневой конфигурации с переключением между режимами полного и диммируемого тока, что часто требуется для стоп-сигналов или дневных ходовых огней.

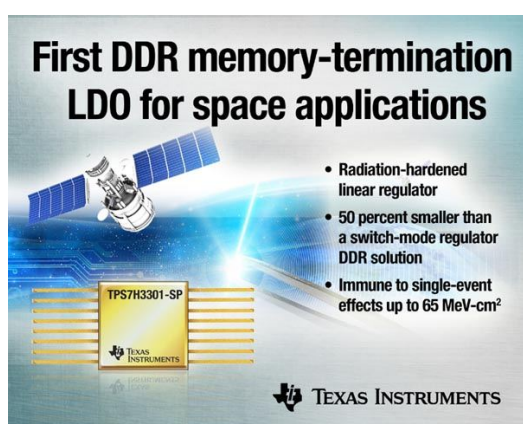
Предлагаются две версии каждой микросхемы: с фиксацией статуса и без фиксации, что позволяет привести схемы обнаружения неисправностей и защиты в соответствие с глобальными стандартами для внешних световых приборов автомобилей.

Оба устройства выпускаются в 20-выводных корпусах eTSSOP (суффикс «LP») с основанием, вскрытым для снижения теплового сопротивления.

Texas Instruments начинает выпуск первого радиационно-стойкого линейного стабилизатора для согласования шин памяти DDR

В ультра миниатюрном корпусе радиационно-стойкого устройства управления питанием реализован полный набор необходимых функций

Texas Instruments представила первый в отрасли линейный стабилизатор для согласования интерфейсов памяти с удвоенной скоростью передачи данных (DDR), предназначенный для космических приложений. TPS7H3301-SP является единственным стабилизатором для DDR, устойчивым к одиночным воздействиям тяжелых ионизированных частиц с уровнем линейной передачи энергии до $65 \text{ МэВ см}^2/\text{мг}$. Микросхема предназначена для спутниковой аппаратуры, включая одноплатные компьютеры, твердотельные накопители и другие устройства с памятью.



Объединив в себе два монолитных силовых полевых транзистора для вытекающего и втекающего тока и источник опорного напряжения, TPS7H3301-SP экономит до 50% места по сравнению с решением для DDR на импульсном стабилизаторе.

Основные особенности и преимущества

• **Малые размеры:**

При площади 1 см^2 сокращение размеров терминатора шины DDR составляет до 50% по сравнению с решениями на импульсных регуляторах, обеспечивая критически важную экономию веса и стоимости вывода на орбиту.

• **Превосходные радиационные характеристики:**

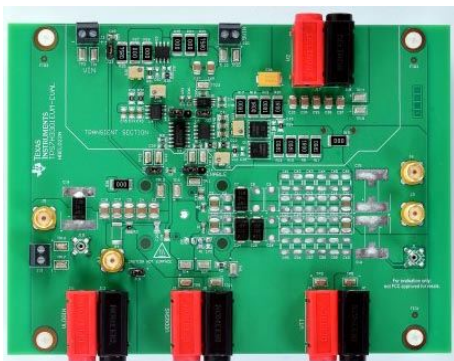
Наряду с наилучшей в отрасли защищенностью устройство выдерживает суммарную дозу радиации до 100 крад. Стабильность питания терминатора шины гарантирует отсутствие влияния одиночных эффектов на операции чтения/записи.

• **Удобство при проектировании:**

Используя TPS7H3301-SP совместно с понижающим преобразователем TPS50601-SP, разработчики могут создавать законченные решения для питания памяти DDR с минимально возможными размерами. Как и для всего семейства космических изделий TI, разработчики имеют доступ к полному набору ресурсов поддержки, включая исчерпывающие радиационные отчеты, обучение по запросу и программу моделирования со SPICE-моделями.

• **Максимальные экспортные возможности:**

Министерством торговли США устройству присвоен классификационный код экспортного контроля (ECCN) EAR99.



TPS7H3301-SP – оценочный модуль терминатора шины DDR.

Инструменты поддержки разработчиков

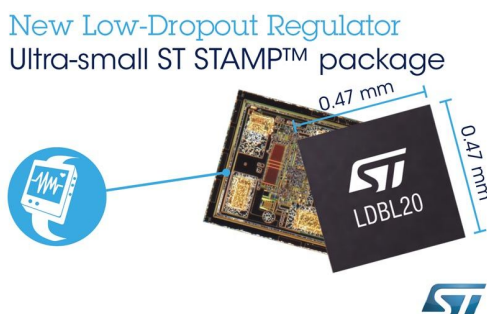
Инженеры могут сократить время разработки и быстро выполнить анализ для наилучших условий работы схемы, загрузив полнофункциональную SPICE-модель линейного регулятора.

Корпус и доступность

TPS7H3301-SP выпускается в 16-выводном плоском керамическом корпусе, включенном в список доверенных производителей (QML) Уровня 5 и гарантирующем стойкость к поглощенной дозе радиации 100 крад (Si).

STMicroelectronics представила ультра тонкую микросхему LDO стабилизатора в корпусе CSP принципиально новой конструкции

STMicroelectronics (ST) представила микросхему 200-миллиамперного LDO стабилизатора LDBL20 в микроскопическом корпусе с размерами кристалла, который при габаритах 0.47 0.47 0.2 мм будет идеальным решением для питания носимых и портативных устройств, а также для гибкой электроники, и в частности, для многофункциональных смарт-карт.



Отсутствие у корпуса STSTAMP шариковых выводов, типичных для традиционных корпусов на основе кристалла, позволило преодолеть ограничения по высоте, налагаемые диаметром шариков припоя, и создать устройство с беспрецедентно малыми значениями площади и монтажной высоты. LDBL20 расширяет семейство компактных LDO стабилизаторов компании ST, в которое входят устройства в корпусах от DFN 2 2 мм до CSP 0.69 0.69 мм с выходным током 300 мА.

Помимо рекордных малых размеров, LDBL20 отличается прекрасными техниче-

скими характеристиками. По величине выходного тока 200 мА стабилизатор соизмерим с более крупными устройствами других производителей. Микросхема может работать с входными напряжениями от 1.5 В до 5.5 В при типовом падении напряжения 200 мВ. Коэффициент подавления синфазного сигнала, равный 80 дБ на частоте 100 Гц и 50 дБ на частоте 100 кГц, упрощает фильтрацию в широком частотном диапазоне, позволяя очистить от шумов шину питания в приложениях с батарейным питанием. Собственный ток потребления микросхемы, составляющий 20 мкА в отсутствие нагрузки, 100 мкА при полной нагрузке и 0.3 мкА в режиме ожидания, помогает поддерживать максимальный КПД во всех режимах работы.

Требуемое выходное напряжение потребители выбирают при заказе микросхем из широкого диапазона от 0.8 В до 5.0 В с шагом 50 мВ. Кроме того, разработчики смогут оценить преимущества, предоставляемые электронным отключением с логическими уровнями управления, внутренними цепями мягкого запуска





Оценочная плата для микросхемы LDO стабилизатора LDBL20.

и, включаемой при необходимости, поддержкой активного разряда выходной шины.

Предлагается также оценочная плата STEVAL-ISB034V1, которая поможет разработчикам, использующим LDBL20, в создании широкого спектра продуктов, таких как глюкометры, измерители кровяного давления, слуховые аппараты, носимые датчики, портативные аудио устройства, умные часы, смарт-карты и многое другое.

LDBL20 выпускаются серийно и в партиях из 1000 приборов продаются по цене \$0.25 за штуку.

Intersil анонсирует первый в отрасли радиационно-стойкий 36-вольтовый инструментальный усилитель с интегрированным дифференциальным драйвером АЦП

ISL70617SEH обеспечивает наивысшее качество обработки сигналов датчиков в приложениях спутниковой связи

Компания Intersil начала выпуск первого в отрасли радиационно-стойкого инструментального усилителя с напряжением питания до 36 В и встроенным дифференциальным драйвером АЦП. Высококачественный дифференциальный вход ISL70617SEH и выход rail-to-rail обеспечивают наилучшее в отрасли качество обработки слабых сигналов датчиков телеметрии, имеющее исключительное значение для аппаратуры спутников связи. Высокий уровень интеграции и лучшие в своем классе технические характеристики позволяют уменьшить размеры системы, ее вес и потребляемую мощность, а также ускорить выход продукции на рынок.



При любых установленных коэффициентах усиления ISL70617SEH отличается от конкурирующих изделий лучшими значениями коэффициентов подавления синфазного сигнала (CMRR) и пульсаций напряжения

питания (PSRR). Используя лишь два внешних резистора, разработчики легко могут задать любой коэффициент усиления в диапазоне от 0.1 до 10,000. Все устройства тестируются на пластине на воздействие накопленной дозы радиации 75 крад (Si) при малой скорости экспозиции 10 мрад/с, что более точно соответствует условиям космического пространства, чем высокие скорости, при которых тестируются конкурирующие устройства. В производстве ISL70617SEH используется запатентованный Intersil технологический процесс КНИ (кремний на изоляторе), обеспечивающий устойчивость к одиночному защелкиванию (SEL) и одиночному пробое (SEB) истоковой области транзисторов при воздействии тяжелых заряженных частиц с энергией 60 МэВ. Устойчивость микросхемы к одиночным сбоям переключения (SET) длительностью менее 10 мкс делает ненужной дополнительную фильтрацию.

В дополнение к ISL70617SEH выпущен усилитель ISL70517SEH с аналогичными характеристиками, но с дифференциальным входом и несимметричным rail-to-rail выходом. Индивидуальные выводы обоих инструментальных усилителей позволяют разработчикам питать входные и выходные каскады от разных источников. Конструкторы могут создавать схемы, принимающие входные сигналы с большими синфазными

составляющими и сдвигающие их до уровня низковольтных устройств. Например, инструментальные усилители Intersil могут защищать последующие микросхемы от высоковольтных сигналов, смещая выходной rail-to-rail сигнал в диапазон входных сигналов подключенного к нему низковольтного АЦП. Это также позволяет сохранить максимальный входной динамический диапазон АЦП и исключить перегрузку его входа.

Ключевые особенности и характеристики ISL70617SEH и ISL70517SEH

- Низкие значения входного напряжения смещения (30 мкВ) и входного тока (0.2 нА);
- Превосходные CMRR и PSRR с типовым значением 120 дБ позволяют использовать ослабление, усиление и фильтрацию для улучшения качества сигнала датчиков;
- Широкий рабочий диапазон напряжений питания от ± 4 В до ± 18 В перекрывает большинство напряжений шин аналогового питания;
- Полоса пропускания с замкнутой обратной связью 0.3 МГц по уровню -3 дБ при усилении 1000 и 5.5 МГц при усилении 0.1;
- Расширенный диапазон рабочих температур: от -55°C до $+125^\circ\text{C}$;
- Электрическое экранирование соответствует стандарту DLA SMD# 5962-15246;
- Стопроцентный выходной контроль на пластинах на воздействие поглощенной дозы 75 крад (Si);

- Наименьшая в отрасли скорость экспозиции (0.01 рад(Si)/с) при испытании на воздействие накопленной дозы радиации 75 крад;
- Устойчивость к одиночным частицам (при питании ± 18 В) с уровнем линейной передачи энергии до $60 \text{ МэВ см}^2/\text{мг}$.



Оценочная плата ISL70617SEH1Z.

Доступность

Инструментальный усилитель с дифференциальным входом и выходом ISL70617SEH и инструментальный усилитель ISL70517SEH с несимметричным выходом уже выпускаются серийно в 24-выводных планарных керамических корпусах. Для оценки возможностей и характеристик устройств предлагаются оценочные платы, а также отчеты о результатах испытаний обоих устройств на устойчивость к одиночным частицам и накопленной дозе радиации.

Toshiba начинает поставки первых в мире образцов 64-слойной 3D флэш памяти

В новом поколении BiCS FLASH компании Toshiba стало больше слоев и увеличился объем памяти

Корпорация Toshiba представила последнее поколение своей трехмерной (3D) флэш-памяти BiCS FLASH со стековой структурой ячеек, объявив о начале поставок образцов первого в мире 64-слойного устройства. Объем памяти нового устройства, одна запоминающая ячейка которого хранит три бита информации (трехуровневая ячейка – triple-level cell, TLC), достиг 256-гигабит (32 гигабайт), подчеркивая потенциал архитектуры, разработанной и запатентованной Toshiba.



Компания продолжает совершенствовать BiCS Flash, и очередной вехой на пути развития этой технологии станет 512-гигабитное (64-гигабайтное) устройство, также состоящее из 64 слоев.

Усовершенствованный процесс изготовления новой 64-слойной структуры, ставшей преемником 48-слойных BiCS Flash, по сравнению со старой технологией позволяет на 40% увеличить объем на единицу площади кристалла, снизить стоимость бита и увеличить суммарную емкость памяти, получаемой с каждой кремниевой пластины. Отвечая самым строгим требованиям к характеристикам запоминающих устройств, 64-слойная BiCS Flash микросхема сможет использо-

ваться в приложениях, включающих корпоративные и потребительские твердотельные накопители, смартфоны, планшеты и карты памяти.

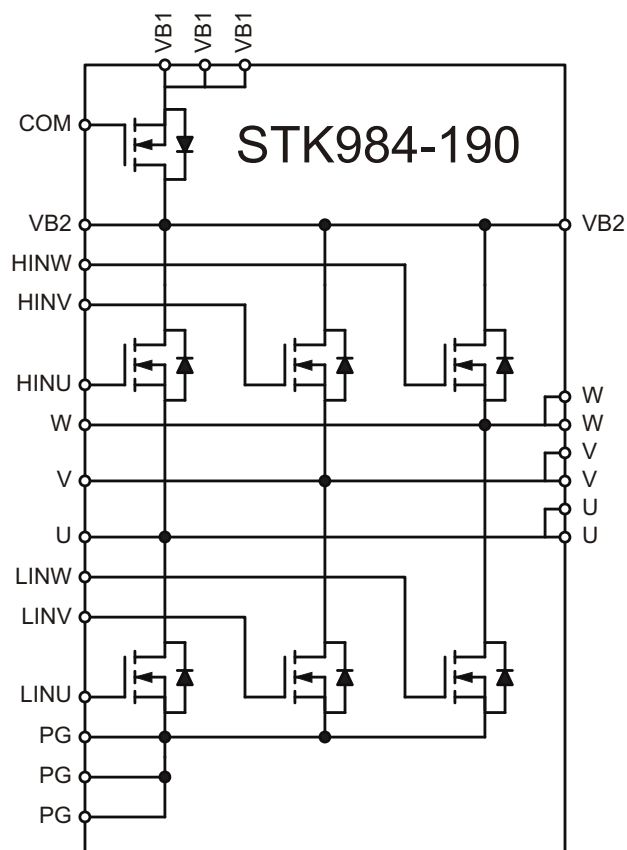
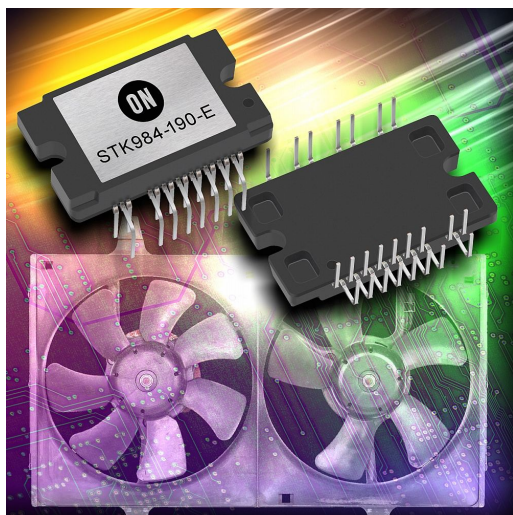
Со времени представления в июне 2007 года первого в мире прототипа флэш-памяти, изготовленной по технологии 3D, Toshiba продолжает ее развитие. Компания активно продвигает BiCS Flash для удовлетворения спроса на большие объемы при меньших размерах.

Массовое производство новых 64-слойных BiCS Flash Toshiba планирует начать в первой половине 2017 года на фабрике New Fab 2 в Йоккаити, официально открытой в июле 2016 года.

ON Semiconductor предлагает интегральное модульное решение для следующего поколения автомобильных BLDC систем

Высокоинтегрированные модульные сборки 30-амперных 40-вольтовых MOSFET позволяют разрабатывать более компактные и надежные современные драйверы электродвигателей

Продолжая расширять свое семейство автомобильных силовых интегральных модулей, ON Semiconductor представила новый прибор STK984-190-E. Модуль, оптимизированный для управления 3-фазными бесколлекторными двигателями постоянного тока (BLDC) в современных автомобильных приложениях, содержит семь 40-вольтовых, 30-амперных MOSFET, шесть из которых соединены в трехфазный мост, а один использует-



Функциональная схема STK984-190-E.

ся для защиты от ошибочной полярности подключения батареи. Благодаря монтажу кристаллов на подложку, изготовленную с использованием технологии прямого присоединения меди (direct bonded copper – DBC), был создан компактный модуль с отличными тепловыми характеристиками, занимающий на плате лишь половину площади, необходимой для решения на дискретных элементах.

Модуль предназначен для 12-вольтовых автомобильных драйверов электродвигателей мощностью до 300 Вт, таких как электрические насосы, вентиляторы и стеклоочистители. Используя модули в сочетании с контроллерами двигателей, например, с LV8907UW, разработчики могут создавать высокоэффективные решения для BLDC с лучшими в своем классе тепловыми характеристиками и встроенными средствами диагностики, одновременно снижая размеры печатной платы и вес устройства.

Использование модуля позволит существенно сократить количество компонентов и затраты на материалы. Подложка DBC уменьшает тепловое сопротивление и рабочую температуру MOSFET. Благодаря этому снижаются потери мощности, и за счет меньших периодических изменений температуры повышается надежность устройства. Дополнительный вклад в улучшение надежности вносит изоляция, обеспечиваемая подложкой DBC. Параметры STK984-190-E гарантируются в диапазоне рабочих температур от –40 °C до +150 °C. Все интегрированные в модуль MOSFET соответствуют требованиям стандарта AEC-Q101.

Корпуса и цены

STK984-190-E поставляются в бессвинцовых корпусах DIP-S3 с размерами 29.6 18.2 4.3 мм и в партиях из 16 модулей продаются по цене \$7.00 за штуку.

С новыми контроллерами синхронных выпрямителей импульсные источники питания станут проще и эффективнее

Выпуском новых микросхем контроллеров синхронных выпрямителей вторичной стороны Infineon Technologies завершила формирование своего семейства продуктов для импульсных источников питания.



Микросхемы IR1161L и IR11688S отвечают требованиям обновленных в 2016 году стандартов Министерства энергетики США и нормативных документов Евросоюза, устанавливающих необходимость повышения КПД на величину от 1 до 3 процентов по сравнению с требованиями предыдущих редакций. Если в качестве средней величины выигрыша для новых адаптеров взять 2 процента, то одни лишь пользователи ноутбуков в США смогут сберечь 525 ГВт ч электроэнергии в год, что достаточно для питания Нью-Йорка в течение, по крайней мере, 40 дней.

В комплекте с лучшими в своем классе энергоэффективными MOSFET семейств

OptiMOS и StrongIRFET микросхемы новых контроллеров обеспечат простые решения для импульсных преобразователей и повысят общий КПД создаваемых систем. IR1161L предназначены для обратноходовых импульсных источников питания в зарядных устройствах и сетевых адаптерах, в то время как IR11688S ориентированы на использование в телевизорах, настольных компьютерах, аудио процессорах и микросерверах.

Как IR1161L, так и IR11688S рассчитаны на входное напряжение 200 В, что делает ненужными внешние делители напряжения. Предусмотренная в микросхемах нового семейства возможность программирования времени включения гарантирует надежную работу в любых режимах – от холостого хода до максимальной нагрузки. Низкий собственный ток потребления соответствует требованиям отраслевых стандартов энергоэффективности, скорректированных в 2016 году в части расхода мощности в режиме ожидания.

Доступность

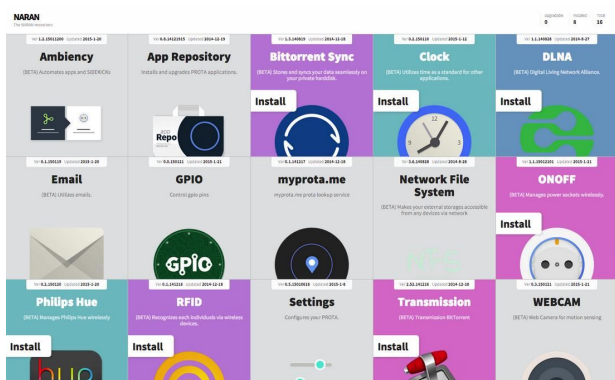
Серийное производство IR1161L и IR11688S уже началось.

Новый класс ОС для Raspberry Pi расширит область использования устройств Интернета вещей

Разработанная с нуля операционная система, предназначенная для разработки устройств Интернета вещей, представляет собой завершенную унифицированную платформу для подключения и объединения в одной точке ваших интеллектуальных устройств, веб-сервисов и приложений

Одноплатный компьютер Raspberry Pi благодаря своим возможностям и низкой стоимости остается в центре внимания в течение многих лет. Для платы доступно множество операционных систем (ОС), оболочек и приложений, что делает ее идеальной не только для применения в образовательной сфере, но и в качестве основы для разработок устройств Интернета вещей.

Компания Naran сообщила о выпуске операционной системы принципиально нового класса для одноплатного компьютера серии Raspberry Pi, которая предназначена для разработки устройств Интернета вещей, объединения их с различными бытовыми устройствами и онлайн веб-сервисами. Это не просто еще один дистрибутив ОС, это альтернатива для вашего устройства, которая, возможно, заставит вас переосмыслить понятие «операционная система».



Программный продукт, получивший название Prota Agatha (общее название проекта Prota Pi), позиционируется разработчиками как универсальная ОС, которая может использоваться в интеллектуальных док-станциях, концентраторах и микро-роботах для реализации функций автоматизации в существующих приложениях, и как специализированный процессор автоматизации для интеграции с другими устройствами Интернета вещей и веб-сервисами.

Начиная с версии Prota Agatha разработчики стремятся максимально упростить настройку и работу в ОС, сделать ее универ-

сальной с точки зрения пользовательского доступа к ней. Пользователю при работе в ОС Prota на Raspberry Pi нет необходимости подключать клавиатуру/мышь/монитор: настройка, установка дополнительных приложений, доступ к портам ввода/вывода, создание алгоритмов автоматизации выполняются из любого браузера на ПК по сети (LAN, Wi-Fi) или с помощью мобильного приложения. Доступ к вашему устройству с ОС Prota стал возможен из любой точки мира в любое время; благодаря интеграции облачного сервиса, не нужно изменять настройки локального маршрутизатора.

Основные характеристики и особенности ОС Prota Agatha:

• Простая установка и настройка:

Установка Prota не отличается от установки любой другой ОС для Raspberry Pi. Настройку можно выполнить с мобильного приложения по Wi-Fi или по локальной сети.

• Облачный сервис:

Благодаря интеграции облачного сервиса вы можете получить доступ к устройству (ОС) из любой точки мира в любое время с использованием зашифрованного соединения, но все пользовательские данные хранятся на локальном устройстве. Кроме того, вы можете предоставить доступ к ОС вашим близким или друзьям.

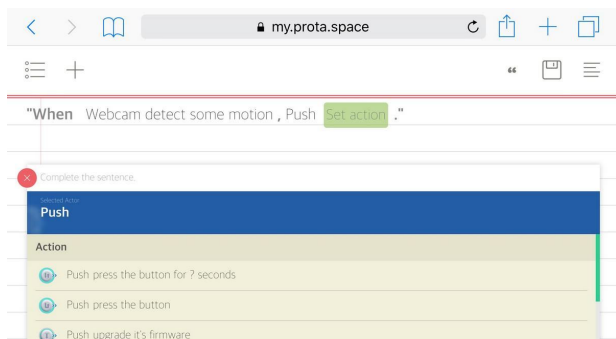
• Унифицированный пользовательский интерфейс:

Независимо от того, пользуетесь ли вы мобильным приложением или веб-браузером, пользовательский интерфейс и принципы управления одинаковы. Доступ к ОС возможен из любого HTML5-совместимого браузера.

• Встроенное ядро автоматизации Stories:

Пользователи могут создавать свои собственные алгоритмы и правила автоматизации для подключенных устройств и исполнительных механизмов со слов раз-

работчиков на «естественном языке». На данный момент ядро Stories работает с предопределенными программными структурами для создания правил автоматизации, но в будущем планируется сделать его максимально гибким.



• Доступ к портам ввода/вывода Raspberry Pi:

Работа с портами ввода/вывода (GPIO) никогда еще не была так проста. Ядро автоматизации Stories полностью поддерживает работу с цифровыми GPIO и прерываниями.

• Поддержка сторонних приложений для ОС Prota:

Благодаря возможностям и встроенному функционалу пользователи получают возможность простого создания устройств Интернета вещей, а также удаленного управления ими и автоматизации различных процессов.

Дополнительные сведения

Образ ОС Prota Agatha доступен для скачивания, но проект постепенно переходит в

разряд коммерческих. Компания Naran на данный момент уделяет большое внимание разработке аппаратной платформы Prota S (похоже, что на базе Raspberry Pi 3) и специализированных устройств серии MicroBot. Эти устройства в общем случае представляют собой миниатюрные беспроводные роботизированные кнопки и механизмы управления, которые позволяют многим устаревшим бытовым устройствам оставаться актуальными в век Интернета вещей. Prota Agatha полностью поддерживает работу с устройствами MicroBot. На данный момент в серию входят три устройства: MicroBot Push (управление механической кнопкой), MicroBot Twist (управление вращающимися элементами), MicroBot Bridge (универсальный мост для дистанционного управления по ИК бытовыми приборами).



После удачного завершения краудфандинговой компании на Indiegogo пользователям предлагаются как отдельное устройство Prota S, так и стартовые наборы с дополнительными MicroBot Push.

STMicroelectronics выпускает ультра экономичный высоковольтный преобразователь для питания приложений Умного дома и промышленных устройств

STMicroelectronics представила высоковольтный преобразователь напряжения с выходным напряжением 5 В, позволяющий разработчикам создавать простые и экономически эффективные импульсные источники питания с ультра низким потреблением. Наилучшими областями использования новых приборов будут маломощные приложения в бытовой технике, строительстве, освещении и управлении движением, а также небольшие промышленные и потреби-

тельские приложения. Работающий непосредственно от выпрямленного напряжения сети преобразователь VIPER01 содержит устойчивый к лавинному пробое 800-вольтный силовой MOSFET, схему формирования сигнала ШИМ с токовым управлением и несколько цепей защиты. Преобразователь специально сконструирован для обеспечения вспомогательным питанием микроконтроллеров устройств IoT, постоянно подключенных к Интернету или локальной сети.

Новая микросхема принадлежит ко второму поколению высоковольтных преобразователей семейства VIPerPlus™, в которых используется запатентованная ST технология BCD (Bipolar-CMOS-DMOS – биполярная КМОП-ДМОП). BCD позволяет без существенного снижения надежности силового транзистора интегрировать на одном кристалле высокоэффективный контроллер ШИМ с высоковольтным транзистором, управляемый сигналами логических уровней, а также схемы защиты и диагностики.

High-voltage power converter for Smart Homes and Factories



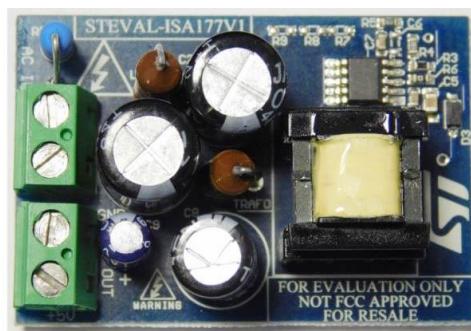
Очень низкое потребление энергии микросхемы VIPER01 и автоматическое переключение в режим частотно-импульсной модуляции при малой нагрузке дает разработчикам возможность создавать устройства, соответствующие требованиям самых строгих стандартов энергосбережения. Она может использоваться в обратноходовых, понижающих и понижающе-повышающих преобразователях, в то время как интегрированная схема высоковольтного запуска, токоизмерительный полевой транзистор, усилитель ошибки и генератор с модуляцией частоты позволяют сократить до минимума количество внешних компонентов.

Основные особенности VIPER01

- Устойчивый к лавинному пробое 800-вольтный силовой MOSFET, обеспечивающий ультра широкий диапазон входных напряжений переменного тока;
- Встроенная высоковольтная схема запуска и датчик тока на полевом транзисторе;

- ШИМ управление со стабилизацией по выходному току;
- Защитное ограничение ток стока;
- Широкий диапазон напряжений питания от 4.5 В до 30 В;
- Возможность автономного питания, позволяющая исключить из схемы вспомогательную обмотку или компоненты смещения;
- Модуляция частоты переключения, снижающая стоимость фильтра электромагнитных помех;
- Встроенный усилитель ошибки с источником опорного напряжения 1.2 В;
- Защита с автоматическим перезапуском от перегрузки и короткого замыкания выхода, перенапряжений в питающей сети и на выходе, превышения максимального коэффициента заполнения, а также от повышенного напряжения питания;
- Встроенная тепловая защита;
- Встроенная цепь мягкого запуска, повышающая надежность системы.

Для ускорения разработки надежных, безопасных и экономически эффективных импульсных источников питания в дополнение к VIPER01 предлагаются оценочные наборы, руководства по применению и SPICE-модели.



Оценочная плата STEVAL-ISA177V1.

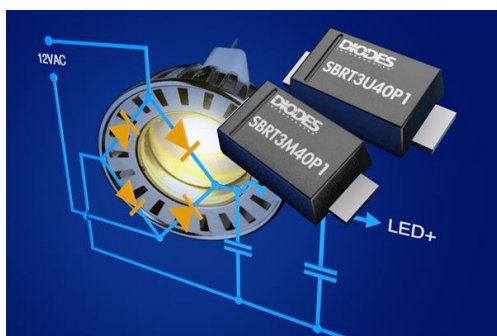
Микросхема VIPER01 выпускается серийно и в партиях из 1000 приборов продается по цене \$0.364 за штуку.

Diodes представляет новый выпрямительный диод для светодиодных ретрофитных ламп MR16

Компания Diodes представляет новый прибор, изготовленный по технологии Trench SBR (Super Barrier Rectifier) – выпрямительный диод SBRT3M40P1, оптимизированный

для снижения прямого падения напряжения при сохранении минимальных габаритов и низкого обратного тока. Эти особенности ориентированы на удовлетворение требова-

ний, предъявляемых к входным мостовым выпрямителям 12-вольтовых светодиодных ретрофитных ламп, являющихся более энергоэффективной и надежной альтернативой популярным галогенным лампам MR16.



При температуре $+125\text{ }^{\circ}\text{C}$ и обратном напряжении 12 В максимальный ток утечки этого 40-вольтовый диода равен всего 1.2 мА, чем обеспечивается хорошая устойчивость к тепловому пробую при работе в условиях высоких температур, характерных для ретрофитных ламп MR16. Кроме того, новый прибор в компактном корпусе PowerDI123 площадью 6.75 мм^2 увеличивает эффективность и плотность мощности мостовых выпрямителей благодаря прямому падению напряжения, составляющему лишь 0.29 В при токе 1 А.

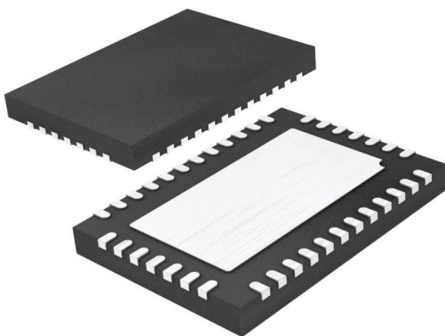
Для минимизации прямых потерь можно воспользоваться другим устройством — SBRT3U40P1, прямое падение напряжения которого уменьшено до еще более низкого значения 0.25 В за счет увеличения обратного тока утечки до 4 мА. Наличие вариантов с различными прямыми напряжениями и обратными токами утечки позволяет оптимизировать схемы выпрямителей в соответствии с рабочей температурой и требованиями, предъявляемыми к форме и коэффициенту заполнения импульсов входного напряжения.

Обычно максимально допустимое обратное напряжение 40 В обеспечивает достаточный запас при использовании входных источников питания 12 В AC. Однако при плохом качестве стабилизации входного напряжения можно воспользоваться диодами SBRT3M60P1 и SBRT3U60P1 с допустимым обратным напряжением 60 В и чуть большими прямыми напряжениями 0.34 В и 0.28 В, соответственно.

От доступных сегодня аналогичных приборов в корпусах SMA новый диод в корпусе PowerDI123 отличается меньшей площадью (6.75 мм^2 против 16 мм^2) и меньшей высотой (1 мм против 2 мм), что крайне важно для рынка таких ограниченных в объеме приложений, как ретрофитные лампы MR16.

КПД восьмиканального понижающего DC/DC преобразователя компании Linear Technology достигает 94%

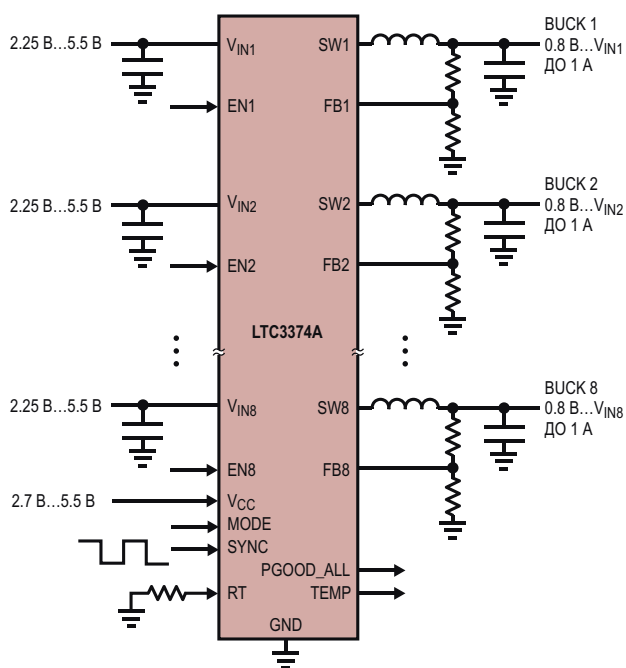
Linear Technology представила высокоинтегрированную микросхему управления питанием, предназначенную для систем общего назначения с несколькими низковольтных шинами питания. Конфигурируя LTC3374A, можно получить от 2 до 8 независимых стабилизированных выходов с 15 различными вариантами выходных токов. Благодаря



такой гибкости LTC3374A может использоваться в самых различных многоканальных устройствах, включая промышленные, автомобильные и коммуникационные системы. Пиковый КПД LTC3374A достигает 94%. До семи каналов могут стабилизировать напряжение с точностью $\pm 2\%$, а для одного доступна точность $\pm 1\%$. Выход «Питание в норме» показывает, что выходное напряжение стабилизировалось с точностью $\pm 1\%$, а также сообщает о перегрузке по напряжению. Кроме того, в схему включен монитор температуры, имеющий точность $\pm 3\text{ }^{\circ}\text{C}$.

LTC3374A содержит восемь независимых одноамперных каналов с гибкой системой управления последовательностью включения и контроля неисправностей. Каждый канал представляет собой высокоэффективный понижающий преобразователь с

собственным независимым входным питанием от 2.25 В до 5.5 В и диапазоном выходных напряжений от 0.8 В до входного напряжения V_{IN} . До четырех соседних понижающих преобразователей могут быть включены параллельно для увеличения выходного тока до 4 А. При этом объединяются одноименные выводы V_{IN} , и SW, а входы FB подчиненных каналов подключаются к шине питания. Для всех преобразователей группы используется одна общая катушка индуктивности. Таким способом можно получить 15 различных конфигураций выходов.

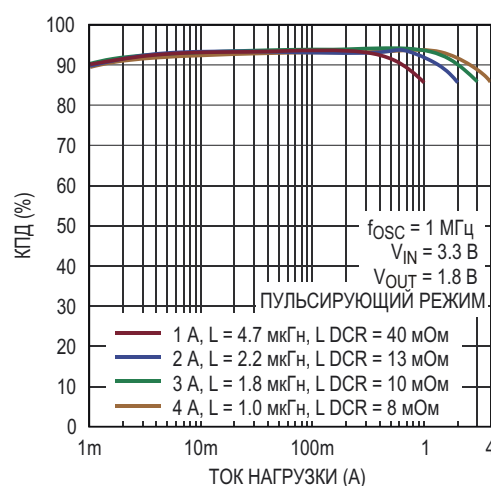


Восемь синхронных понижающих преобразователей с выходным током 1 А.

Импульсные стабилизаторы микросхемы LTC3374A работают в одном из двух режимов: пульсирующий режим, используемый по умолчанию при включении питания, увеличивает КПД при легких нагрузках, а режим принудительной непрерывной широтно-импульсной модуляции (ШИМ) при малых нагрузках снижает уровень помех. Все импульсные стабилизаторы внутренне компенсированы и нуждаются только во внешних резисторах обратной связи для задания выходного напряжения. Понижающие преобразователи содержат цепи ограничения входного тока и мягкого запуска для ограничения пусковых бросков тока, а также схему защиты от коротких замыканий. Устройство тактируется программиру-

емым синхронизируемым генератором с частотой от 1 МГц до 3 МГц, значение которой по умолчанию установлено равным 2 МГц. Ток, потребляемый устройством при отключении всех DC/DC преобразователей, равен нулю. Температура кристалла микросхемы контролируется монитором, выходной сигнал которого в аналоговой форме доступен на выводе TEMP. При перегреве кристалла все преобразователи отключаются.

LTC3374A выпускается в 38-выводных корпусах со сниженным тепловым сопротивлением: низкопрофильном (0.75 мм) TSSOP и QFN с размерами 5 × 7 мм. Микросхемы климатических категорий I и E рассчитаны на работу в температурном диапазоне от -40 °C до 125 °C, а параметры приборов категории H гарантируются в диапазоне от -40 °C до 150 °C. Все преобразователи имеются на складе компании. Цены на устройства группы E в партиях из 1000 микросхем начинаются от \$4.65 за штуку.



Зависимость КПД от тока нагрузки.

Сводка основных характеристик LTC3374A

- 8 независимых понижающих DC/DC преобразователей с выходным током 1 А;
- Возможность объединения каналов в группу ведущий-ведомый с общим выходным током до 4 А и единственной катушкой индуктивности;
- Независимые входные напряжения для каждого преобразователя (от 2.25 В до 5.5 В);
- Диапазон выходных напряжений всех преобразователей от 0.8 В до V_{IN} ;

- Для канала V_{bus} 1 точность стабилизации выходного напряжения и установки порога включения флага «Питание в норме» повышена до 1% (от 1 А до 4 А);
- Входы разрешения с высокоточными порогами для автономного управления последовательностью включения;
- Программируемая или задаваемая извне частота синхронизации от 1 МГц до 3 МГц (по умолчанию 2 МГц);
- Выход монитора температуры кристалла;
- 38-выводные корпуса TSSOP и QFN размером 5 × 7 мм со сниженным тепловым сопротивлением;
- Совместимость по выводам с LTC3374.

От прототипа до продукта: Arduino для профессионалов



Jacob Beningo

EDN

Несмотря на популярность у радиолюбителей и энтузиастов электроники, среди профессиональных разработчиков встраиваемых систем плата Arduino приобрела печальную известность. Признаюсь, в течение долгого времени я и сам считал Arduino слишком простой, чтобы профессиональным разработчикам от нее могла быть сколько-нибудь существенная польза. Но я изменил свое мнение.

Я увидел, что за последние несколько лет в ряде случаев быстрое прототипирование с помощью плат и шилдов Arduino доказало свою значимость для продвижения проекта. Несмотря на, или, возможно, благодаря ее простоте, Arduino играла ключевую роль в превращении абстрактной идеи в нужный продукт. По этой причине давайте посмотрим повнимательнее на Arduino и на то, какую выгоду могут извлечь профессиональные разработчики из ее использования.

Аппаратная платформа Arduino

Одним из наиболее значимых аспектов Arduino для профессиональных разработчиков является аппаратная экосистема поддержки этой платформы. Каждая плата Arduino и ее производные имеют стандартный аппаратный интерфейс, позволяющий подключить разработанное электронное устройство поверх процессорной платы, чтобы детально проработать прототип встраиваемой системы. Специализированные платы, именуемые шилдами, как, вероятно, известно большинству разработчиков, могут содержать практически любую электронику, например,

драйверы двигателей, датчики, исполнительные устройства, светодиоды или любое другое оборудование, которое может потребоваться приложению. Популярность Arduino в кругу радиолюбителей принесла большую пользу профессионалам в области встраиваемых систем, поскольку в результате они получили огромный набор готовых шилдов Arduino практически для всех возможных приложений.

Одним из самых любимых моих шилдов является показанный на Рисунке 1 Sparkfun weather. Он предоставляет собой набор аналоговых и цифровых датчиков, которые идеально подходят для изучения на курсах по встраиваемым системам. Но если вам требуется другое, то быстрый поиск на сайте практически любого поставщика электроники покажет десятки коммерчески доступных шилдов Arduino всех видов. Шилды Arduino, как правило, недороги и стоят менее \$50, в зависимости от набора датчиков и других компонентов.

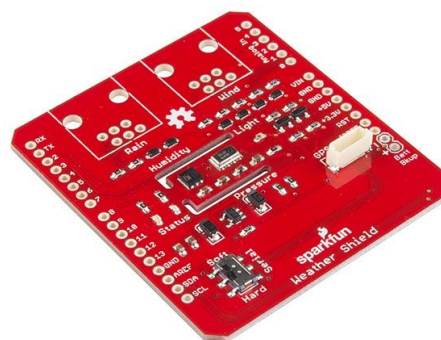


Рисунок 1. Шилд Sparkfun Weather.

Профессиональные разработчики могут также эффективно использовать аппаратную платформу Arduino для взаимодействия с представляющими интерес коммерческими устройствами. С помощью доступных шилдов с CAN, SPI, RS-485, Ethernet и другими интерфейсами, можно выполнять быстрое прототипирование для проверки концепций или создания демонстрационных версий. За несколько сотен долларов разработчик легко может собрать законченный аппаратный образ предлагаемой встраиваемой системы и написать какой-нибудь «черновой код», чтобы заставить его работать.

За последние годы аппаратный интерфейс Arduino немного изменился, и теперь он представлен последней версией, основанной на расположении выводов UNO R3. Стандартный интерфейс состоит из шести аналоговых входов, четырнадцати цифровых входов/выходов, выделенного канала I²C, а

также различных шин питания и опорных напряжений. Пример расположения выводов UNO R3 можно найти на Рисунке 2.

Интерфейс шилдов Arduino разработан для недорогих микроконтроллеров с небольшим количеством выводов, что, возможно, будет проблемой для профессиональных разработчиков встраиваемых систем, нуждающихся в чем-то большем. Производители микроконтроллеров пытались решить эту проблему, создавая отладочные платы для своих более мощных процессоров, повторяя при этом контуры и расположение выводов шилдов Arduino. Затем для дополнительной функциональности они расширили разъемы. Расширяя свои разъемы таким же образом, разработчики могут создавать собственные шилды для этих усовершенствованных отладочных плат, в которых используются дополнительные функциональные возможности. В то же время, они могут приобретать готовые

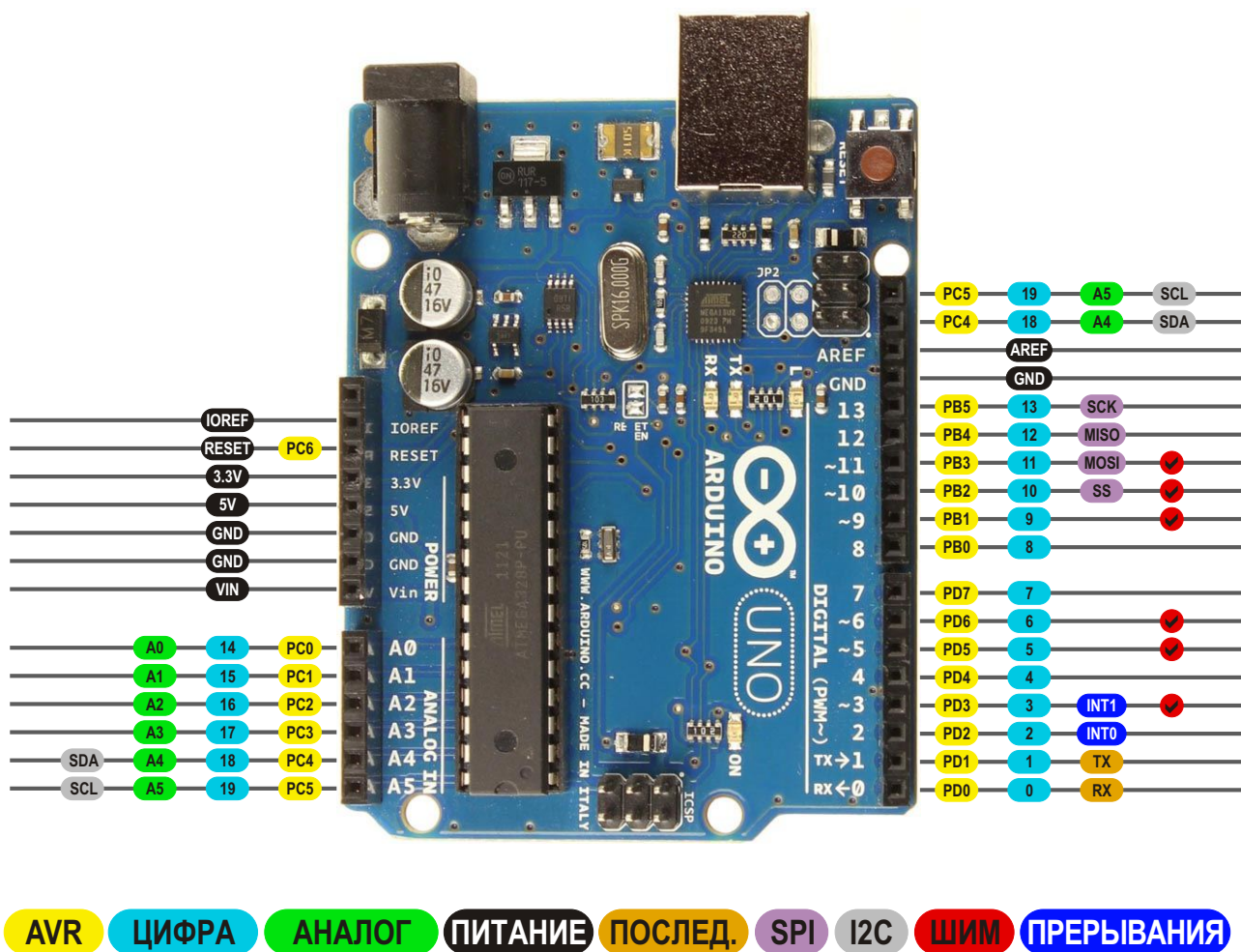


Рисунок 2. Стандартное расположение выводов Arduino Uno R3.

шилды Arduino, сохраняющие совместимость с отладочной платой. Яркими примерами того, как производители микроконтроллеров используют интерфейс шилдов Arduino, а затем расширяют его возможности, являются микросхемы FRDM-26Z и FRDM-64F компании NXP. (Есть много других примеров, просто наберите предпочитаемую вами компанию и посмотрите ее веб-сайт).

Программная платформа Arduino

Arduino – это больше, чем аппаратура; это полная система аппаратного и программного макетирования. С точки зрения профессионала ее программная среда разработки и библиотеки оставляют желать лучшего, но они все равно полезны, чтобы получить общее представление о том, как происходит разработка программного обеспечения для Arduino.

Первым делом разработчик, просматривающий сайт Arduino, обнаружит, что когда речь заходит о программном обеспечении, здесь используется очень странный язык. Для широкой публики компания Arduino изобрела концепцию, известную как «скетчинг» (sketching), что для профессиональных разработчиков означает «написание кода». Скетч в действительности не представляет ничего большего, чем программный проект, но термин «sketch» (эскиз) произошел от того, что плата Arduino была первоначально разработана как инструмент быстрого прототипирования для людей, которые почти ничего не знают о программировании или электронике, например, для художников.

Далее будущий Arduino-разработчик обнаружит, что для программирования устройств Arduino используется язык Arduino. Никогда не слышали о языке программирования Arduino? Это потому, что он представляет собой не более чем C/C++. «Язык Arduino» – лишь просто совокупность библиотек, которые обеспечивают согласованный набор API-интерфейсов для управления периферией микроконтроллера.

Профессиональному разработчику библиотеки Arduino могут предоставить легкий путь к быстрому прототипированию. Например, вызываемые для управления цифровыми

линиями/ввода вывода API-команды – это `digitalWrite()` и `digitalRead()`. Существует множество различных библиотечных функций для управления внутренней периферией микроконтроллера, такой как EEPROM, и внешними устройствами, например, контроллерами двигателей. Разработчики могут использовать эти библиотеки или написать свои собственные. Многие из библиотечных вызовов, как правило, неэффективны и не оптимизированы по скорости выполнения или размеру, так что при любых действиях в процессе разработки необходимо уделять особое внимание отклику встроенных библиотек на события реального времени.

Программное обеспечение Arduino является открытым и может использоваться для любых целей, но разработчики и менеджеры должны помнить, что оно разрабатывалось в целях создания прототипов. При написании кода не ставилась задача сделать его отказоустойчивым и безопасным, как не предусматривалась его работа в любой производственной среде. Чтобы вывести свой продукт на рынок, разработчику по-прежнему нужно будет пройти через весь производственный процесс. Но Arduino, как минимум, может использоваться чтобы на раннем этапе доказать работоспособность системы; это намного лучше чем потратив месяцы, в конечном итоге прийти к провалу.

Заключение

Профессиональные разработчики могут использовать экосистему Arduino, чтобы быстро создать прототип и доказать концепцию работы встраиваемой системы. Для быстрой и «черновой» разработки можно воспользоваться существующими библиотеками Arduino, но многие разработчики сочтут среду программирования ненадежной и, скорее всего, выберут собственные инструменты и среды. Несмотря на профессиональные недостатки в программной платформе, использование шилдов Arduino и аппаратных сред предоставляет большие возможности для ускорения разработки за счет применения легко доступных шилдов. Просто не забывайте, что Arduino предназначена для быстрого прототипирования, а не для разработки промышленных систем. **РЛ**

POWER ELECTRONICS



ufi
Approved
Event

13-я Международная выставка компонентов
и систем силовой электроники

25–27 октября 2016
Москва, Крокус Экспо



Организаторы:



primexpo



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

Получите электронный билет:
powerelectronics.ru

0+



Обзор BBC micro:bit

Jenny List

hackaday.com

Пришлось долго ждать, но наш новейший одноплатный компьютер, предназначенный для обзора, наконец-то здесь! BBC micro:bit, бесплатно выдаваемый каждому британскому ученику седьмого класса, появился в редакции Hackaday благодаря другу из сферы образования. Это был год фальстартов и задержек проекта, но все же, прямо перед пасхальными каникулами школы стали получать посылки, и теперь ученики должны начинать занятия с ними в любое время, а у вас даже появится возможность купить один BBC micro:bit для себя прежде, чем эта статья выйдет в свет.



Это довольно странный проект – давать одноплатный компьютер на базе ARM слабо разбирающимся в программировании детям в надежде, что они смогут узнать что-либо о том, как работают компьютеры; как бы то ни было, если вы привыкли к другим подобным платам, то можно предположить, что кривая обучения будет достаточно крутой. Но цель заключалась в том, чтобы позиционировать micro:bit как нечто большее, чем игрушка типа отладочных плат, к которым мы уже могли привыкнуть, поэтому чтобы понять, как устройство добилось такого успеха, необходимо некоторое исследование.

Открыв упаковку, мы обнаружили, что набор micro:bit довольно минималистичен.

Он состоит из самой платы, короткого провода USB, батарейного отсека с парой батареек AAA и инструкции. Здесь все детского размера; micro:bit представляет собой печатную плату со скругленными краями размером 50 40 мм. В верхней части платы расположены квадратная светодиодная матрица 5 5 и пара тактильных кнопок, в то время как внизу разместились микросхема процессора в корпусе для поверхностного монтажа и другие компоненты, разъем micro-USB, разъемы питания и кнопка сброса. На нижней стороне платы имеется покрытый иммерсионным золотом многосторонний краевой разъем для линий ввода/вывода. Несколько контактов этого разъема выведены на широкие пло-



micro:bit, вид сверху.

щадки для подключения зажимов «крокодил», соединенные с металлизированными отверстиями для 4-миллиметровых разъемов типа «банан». Это линии земли и питания 3 В, а также три линии ввода/вывода.

Если сравнивать с другими одноплатными компьютерами, то очевидно, что BBC micro:bit разрабатывался в расчете на карман 12-летнего ребенка. Это прочная плата толщиной 1.6 мм, лишенная штырей и остроконечных разъемов, и здесь явно позаботились о том, чтобы ее высота была минимально возможной.

Что касается аппаратной части, то BBC micro:bit имеет процессор ARM Cortex M0 компании Nordic Semiconductor, компас, акселерометр, Bluetooth Low Energy (BLE) и USB, а также ранее упомянутые переключатели, светодиоды и линии ввода/вывода общего назначения.



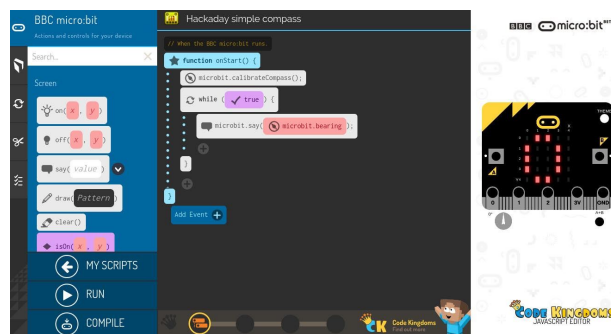
micro:bit, вид снизу.

Чтобы использовать это устройство, вам нужно будет подключить его либо к компьютеру через USB, либо к телефону или планшету через Bluetooth Low Energy. К сожалению, ни одно из наших устройств BLE не поддерживает, поэтому для этого обзора мы воспользуемся классическим подходом.

Все программирование осуществляется посредством выбора соответствующих веб-сред с редактированием кода, онлайн компиляцией и получением конечного бинарного загрузочного файла перед его записью пользователем в micro:bit через файловую систему. Поскольку «под капотом» micro:bit также находится mbed, мы могли бы ожидать, что это устройство будет программироваться с помощью пакета инструментальных средств mbed, однако этот вопрос выходит за рамки нашего обзора.

Все средства разработки доступны на сайте micro:bit, для написания кода на котором не требуется регистрация. После нажатия на кнопку «Create code» вам предложат на выбор четыре варианта: Code Kingdoms JavaScript, Microsoft Block Editor, Microsoft Touch Developer и Python. В брошюре к micro:bit говорится, что вам потребуется персональный компьютер с Windows 7 или более поздней версией, или же Mac с операционной системой не старше OS X 10.6, однако у нас не возникло никаких проблем и с использованием Chromium на компьютере с Linux. Каждое из этих средств имеет свои особенности и аудиторию, так что стоит рассмотреть их все.

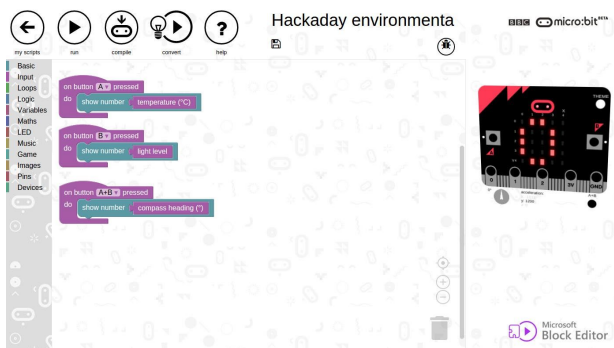
Сначала рассмотрим Code Kingdoms JavaScript. Это не то, что можно было бы ожидать от редактора JavaScript, это drag-and-drop визуальная среда программирования, которая создает блоки JavaScript. Слева находятся несколько меню, содержащих доступные блоки кода, в середине имеется область программирования, а справа помещен программный эмулятор micro:bit. Внизу слева расположены кнопки для запуска кода в эмуляторе, сохранения его с другими вашими скриптами или компиляции и загрузки для последующей записи в micro:bit.



Редактор JavaScript Code Kingdoms.

В использовании редактор Code Kingdoms прост и интуитивно понятен; код для простого компаса, который вы можете увидеть на скриншоте, был создан очень быстро и с первой попытки. К сожалению, по крайней мере, в нашем браузере, все работало очень медленно, иногда до такой степени, что пользоваться редактором было практически невозможно. В особенности, если вы хотите удалить блок кода, когда запускается анимация открывающейся мусорной корзины, замедляющая работу браузера до скорости черепахи. Это нехороший знак, когда при загрузке веб-страницы вы слышите, как раскручивается кулер вашего процессора.

Следующим за Code Kingdoms идет редактор Block Editor компании Microsoft. Это такой же drag-and drop визуальный редактор, за исключением того, что здесь нет никакого притворства в использовании более традиционного языка программирования, и он гораздо быстрее и приятнее в работе. Расположение элементов интерфейса в целом примерно такое же, как в редакторе Code Kingdoms, за исключением команд компиляции и запуска, которые находятся в верхней части над окном создания кода.



Редактор Microsoft Block.

На нашем скриншоте вы увидите очень простой регистратор параметров окружающей среды, предназначенный для отображения данных, полученных с различных датчиков micro:bit. И опять же, это был простой и интуитивно понятный программный компонент, рассчитанный на тех, кто использует эту среду в первый раз.

Третий инструмент является еще одним детищем Microsoft – это редактор Touch Develop. От других редакторов он отличается тем, что специально предназначен для использования в средах с сенсорным интер-

фейсом на планшетах и телефонах, поэтому мы тестировали его на смартфоне с Android.

Хотя Touch Develop, как и два предыдущих редактора, следует той же идее, которая заключается в построении кода посредством выбора блоков из меню, он создает что-то больше похожее на текстовый код и требует, от пользователя ручного ввода, например, параметров функции. Мы обнаружили, что его система помощи немного сложна. Тем не менее, несомненно, если вы знаете его тонкости, это полезный редактор, однако для новичка он будет немного трудноват.

Работу по созданию среды разработки на экране смартфона команда Touch Develop сделала настолько хорошо, насколько это было возможно, и эта среда оказалась очень практичной, однако из-за ограниченного пространства экрана она все еще немного неудобна и тесна. Для владельцев планшетов, возможно, эта проблема будет менее существенной.



Редактор Touch Develop компании Microsoft.

Стоит отметить, что этот редактор может быть сохранен в качестве автономной закладки, позволяющей использовать его без подключения к Интернету. Впрочем, не ясно, как написанный таким образом код может быть скомпилирован.

Последним изученным нами редактором для micro:bit был Python; фактически, micro:bit построен на MicroPython. Этому редактору не хватает программного эмулятора micro:bit, но он гораздо больше похож на программную среду, которой будут пользоваться читатели Hackaday. Главное окно представляет собой простой текстовый редактор, в котором можно печатать код на Python, и меню с готовыми блоками кода здесь нет. Зато есть исчерпывающее введение, руководство и документация на различные Python-библиотеки micro:bit; и как только вы вооружитесь ими, вы сможете сделать шаг вперед и приступить к написанию кода.

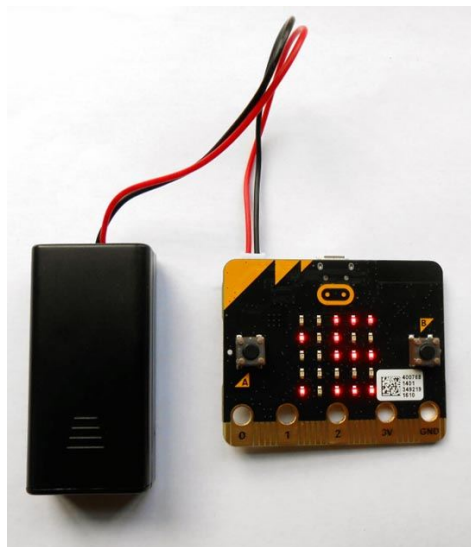


Редактор Python для micro:bit.

Если вы любите программировать на Python, то работа в этом редакторе будет для вас очень легкой. Если в вашем коде есть какие-либо ошибки, они отображаются в режиме прокрутки на светодиодной матрице micro:bit, что может быть довольно утомительным. Впрочем, сообщения о сделанных ошибках были информативными и приводили нас прямо к точкам, в которых наш код для работы с компасом становился нерабочим.

Глядя на библиотеки, имеющиеся в этом редакторе, становится ясно, что Python является самым мощным способом управления micro:bit. Помимо простых функций, доступных в других редакторах, здесь есть библиотеки для I²C, SPI, UART, Neopixels и другого оборудования. Сразу видно, что, скорее всего, это именно та среда, с помощью которой на основе micro:bit будут создаваться потрясающие устройства.

После просмотра всех редакторов наш выбор пал на Python как на самую мощную среду разработки для опытных программистов, а также на редактор Microsoft Block как на самую полезную drag-and-drop среду для новичков. Редактор Code Kingdoms неплох, но слишком медленный, а редактор Touch Developer немного неудобный. Стоит отметить, что во всех редакторах имеется возможность сохранения кода на диске компьютера, в результате которого мы получим файл, сжатый архиватором LZMA, с исходным кодом в формате JSON.



micro:bit с батарейным отсеком.

Конечно, хотя некоторые из нас смогут извлечь из этого пользу, все же данная плата предназначена не для читателей Hackaday, а для детей. Если все пойдет по плану, то через десяток лет целое поколение выпускников будет говорить о ней как о машине, которая привела их в мир программирования, но попала ли она в точку? Поскольку детям, о которых идет речь, дают только первые уроки, говорить об этом еще немного рано, но учитель, предоставивший нам micro:bit для обзора сказал, что есть только два небольших нарекания. Из-за отсутствия выключателя питания дети расходуют батарейки с феноменальной скоростью, и поскольку их неудачные программы не включают светодиоды, они думают, что убили устройство, хотя всего лишь не работает программа. Первую проблему могут решить сами дети, научившись правильно отключать батареи, а вторую, возможно, смогут исправить создатели micro:bit, выпустив обновление программного обеспечения. Если это самое плохое, что можно сказать о данной плате, значит она не так уж и плоха. **РЛ**

Компактный квадрокоптер и пульт управления для него

Brian Dipert

EDN

Дроны последних поколений стоят \$1,000, если не больше. Слишком много для вашего кошелька? А что вы скажете о дроне за \$100? Или за \$10? Seriously, в прошлую пятницу я приобрел квадрокоптер Cheerson CX-10 именно по этой цене на сайте уцененных товаров. Ну хорошо, признаюсь... За эти деньги я купил два CX-10, плюс средних размеров

вертолет SJ230. (Должен же я был как-то оправдать \$5, которые стоила доставка).

SJ230 ожидает будущего препарирования, а сегодняшней жертвой является CX-10, а также его компаньон – беспроводной пульт управления. Начну с нескольких фотографий упаковки (Рисунки 1 и 2).



Рисунок 1.



Рисунок 2.

Внутри вы найдете беспилотник, кабель для зарядки, беспроводной пульт управления

и хорошо написанную инструкцию, а также четыре запасных пропеллера (Рисунок 3).



Рисунок 3.

Зарядный кабель достаточно умен; он светится во время зарядки, а когда она завершается, светодиод (я предполагаю) гаснет (Рисунок 4).



Рисунок 4.

А вот сам дрон крупным планом, повернутый к нам разъемом для подключения зарядного кабеля; также виден выключатель питания (Рисунок 5).



Рисунок 5.

Далее еще пара фотографий (Рисунки 6 и 7), на одной из которых мой большой палец позволяет сопоставить размеры. На снимке, на котором запечатлен низ квадрокоптера, можно увидеть литий-ионный полимерный аккумулятор, выглядывающий через то, что я полагаю, служит вентиляционными отверстиями. Поэтому я не рекомендую покупать этот беспилотник в озере (или, учитывая его размер, в стакане воды).



Рисунок 6.



Рисунок 7.



Рисунок 8.

Винты с нижней стороны были крошечными, но крестовая отвертка под полутора миллиметровый шлиц с ними справилась.

Также легко были сняты со своих валов четыре пропеллера (Рисунок 8).

После этого верхняя и нижняя половинки корпуса разъединяются без проблем, открывая находящуюся внутри печатную плату.

Вот крупный план ее верхней стороны (Рисунок 9).

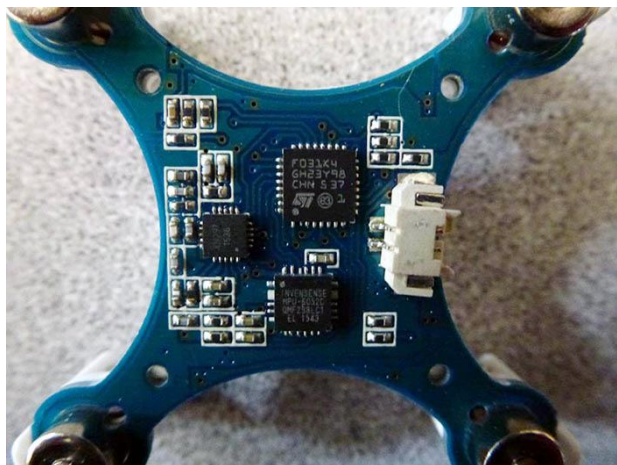


Рисунок 9.

Слева можно увидеть приемопередатчик 2.4 ГГц Ranchor Microelectronics XN297, предназначенный для беспроводных мышей и других приложений (его антенну мы увидим чуть позже). Снизу находится МЭМС-микросхема InvenSense MPU-6050, объединяющая функции 3-осевого гироскопа и 3-осевого акселерометра, а также интегрированного процессора движения (все это для очевидных потребностей летающих машин). А то, что сверху – это микроконтроллер STM32F050K компании STMicroelectronics с процессорным ядром ARM Cortex-M0, предназначенный, помимо других вещей, для управления двигателями. Надо же!

Теперь давайте перевернем плату и посмотрим внимательнее на ранее упомянутый аккумулятор (Рисунок 10).

Теперь мы видим, что аккумулятор имеет емкость 100 мА ч, позволяющую дрону находиться в воздухе около 4 минут (а что вы хотели за \$10?). На полный цикл перезарядки требуется примерно полчаса. Разборка другого CX-10 (в котором, скорее всего, использовался аккумулятор другого производителя)

показала, что напряжение аккумулятора равно 3.7 В.

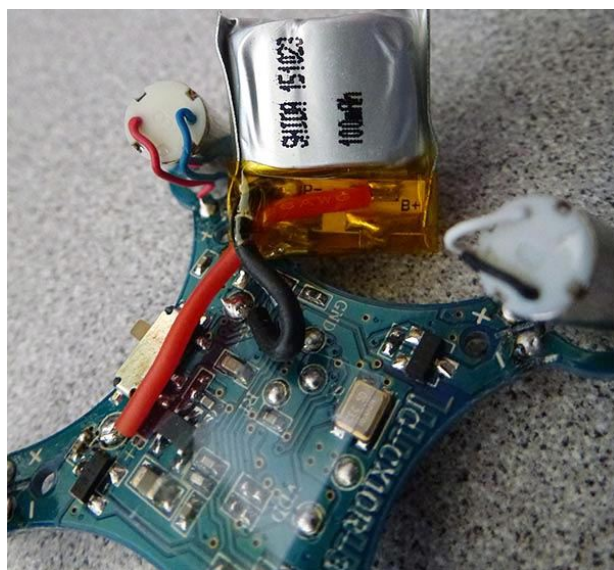


Рисунок 10.

При близком рассмотрении на печатной плате можно заметить дорожку антенны 2.4 ГГц (Рисунок 11). Кстати, кусок прозрачного пластика, который вы видите, и который служит изолятором между печатной платой и аккумулятором, не приклеен снизу и вообще ни к чему не прикреплен. Выключатель питания сверху также выглядит немного странно, да?

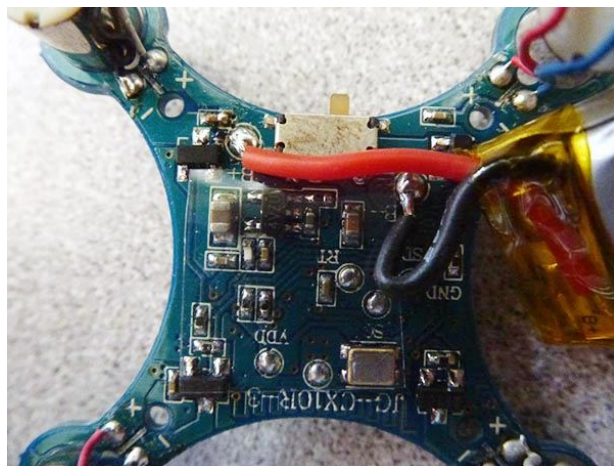


Рисунок 11.

Подводя итог демонтажу квадрокоптера, посмотрим на крупный план одного из двигателей (Рисунок 12). Обратите внимание также на один из четырех светодиодов, расположенных у лопастей. Вы увидите их в действии немного попозже.

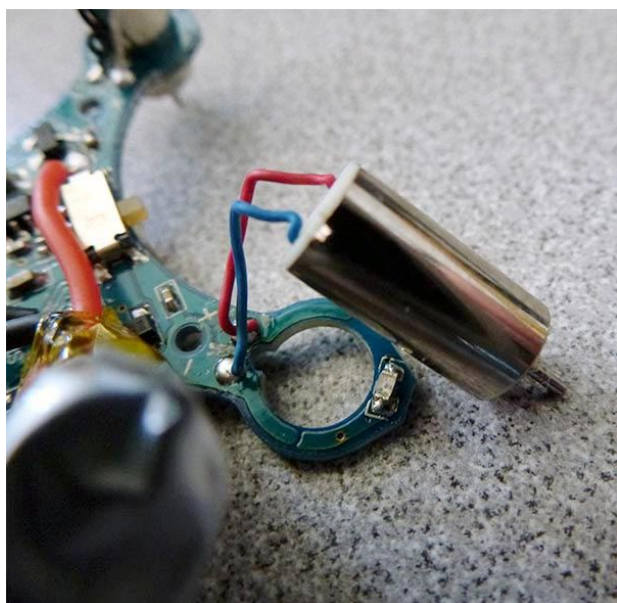


Рисунок 12.

Теперь займемся пультом управления (Рисунки 13 и 14):



Рисунок 13.



Рисунок 14.

Он не комплектуется батарейками, но ...
хм ... моя жена и я должны были испытать

дрон перед разборкой, чтобы убедиться, что он работает (Рисунок 15).



Рисунок 15.

Удаляем два винта, снимаем «грибки» джойстиков и крышку выключателя питания, и две половинки корпуса отделяются друг от друга (Рисунок 16).

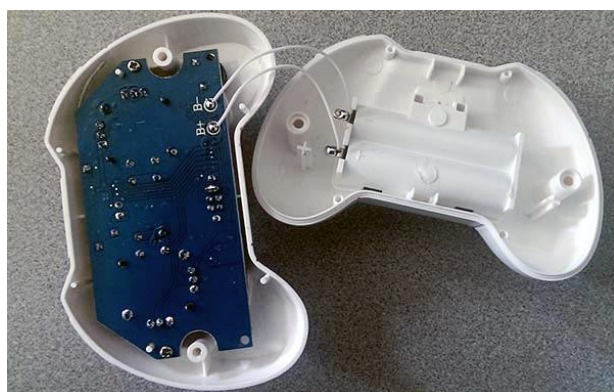


Рисунок 16.

Отвернув еще два винта, можно увидеть верхнюю сторону печатной платы (Рисунки 17 и 18).



Рисунок 17.



Рисунок 18.

В левом нижнем углу находится динамик. Джойстик справа подпружинен, чтобы автоматически возвращаться в центральное положение из всех направлений, он реализует функцию элеронов; его «подстройка» осуществляется с помощью кнопок K3 и K4, находящихся под ним. Джойстик слева, подпружиненный только по горизонтали, предназначен для подъема, спуска, изменения скорости и направления, его подстройка выполняется с помощью кнопок K1 и K2, находящихся справа от него. Также видны многофункциональный светодиод в центре сверху, резонатор 16 МГц в верхнем правом углу, выключатель питания в центре снизу и антенна над левым джойстиком.

Вот печатная плата крупным планом (Рисунок 19).

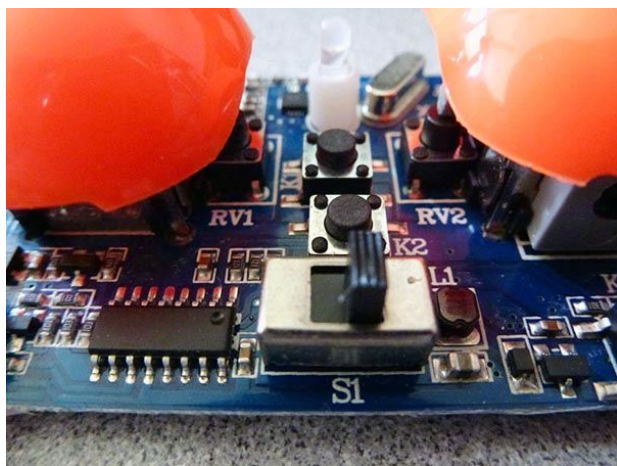


Рисунок 19.

К сожалению, 16-выводная микросхема в левом углу полностью лишена маркировки, так что я понятия не имею, кто ее производитель, и какова ее функция (Рисунок 20). Но...

Микросхема в верхнем левом углу от светодиода мне более понятна. Это еще один

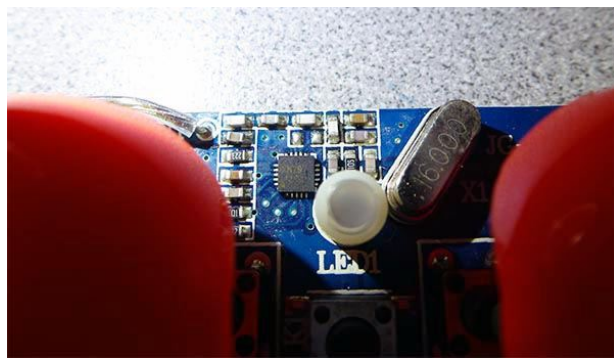


Рисунок 20.

приемопередатчик 2.4 ГГц XN297 компании Ranchip Microelectronics, напарник такого же в квадрокоптере. Его примитивная антенна снова частично видна в левом верхнем углу.

Один из аспектов конструкции, однако, полностью сбивает меня с толку. Под двумя джойстиками находятся еще две кнопки, маркированные как RV1 и RV2 (Рисунок 21).

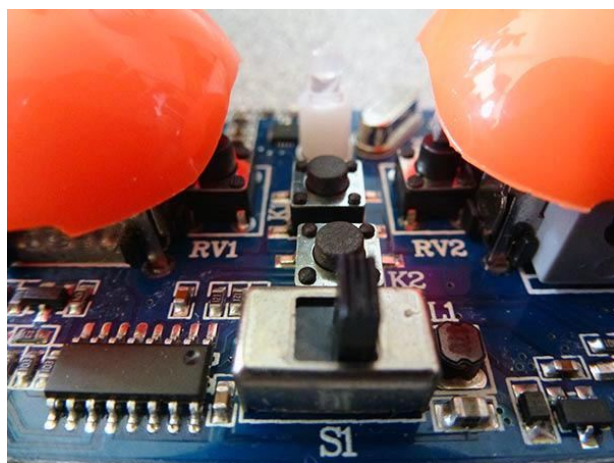


Рисунок 21.

Как вы можете видеть, из каждого джойстика торчат какие-то выступы. Но, хоть убейте, я так и не смог заставить их прийти в



Рисунок 22.



Рисунок 23.

соприкосновение с этими кнопками, чтобы нажать на них. Поэтому я понятия не имею, для чего они там нужны.

Хорошие новости! После аккуратной сборки дрона и пульта управления все заработало

как раньше (Рисунок 22). Вот контроллер с включенным питанием (мигание его светодиода в сочетании с тонами динамика дает понять, установил ли пульт связь с беспилотником, или нет):

А вот квадрокоптер с включенным питанием (Рисунок 23).

Честно признаюсь: при повторной сборке у меня была только одна проблема. Когда я включил дрон, его винты закрутились с сумасшедшей скоростью, но от стола он так и не оторвался. Присмотревшись, я понял, что винты не были одинаковыми; некоторые лопасти были наклонены влево, другие вправо, и я, очевидно, установил их не в тех местах. К счастью, мне было с чем сравнить – ведь я купил два квадрокоптера. И, как я потом понял, вместо этого можно было бы просто посмотреть на чертеж, опубликованный на сайте производителя. **РЛ**

Современная аудиотехника и автомобильная электроника компании Kenwood

Часть 2

Окончание. Начало в номере 07-2016

Юрий Петропавловский

Автомобильная электроника

Первыми продуктами автомобильной электроники объединенной компании стали линейки навигаторов, DVD/CD ресиверы с Bluetooth и USB/MP3/CD ресиверы.

Первая модель персональной навигационной системы (PND – Portable/Personal Navigation Devices) со встроенной памятью Kenwood MDV-313 (Рисунок 13) была разработана J&K Technologies в 2009 году совместно с компанией Garmin. В систему входит GPS-навигатор с отображением на ЖК-панели диагональю 6.1 дюйма и возможностью наблюдения 3D-карт. В аппарате имеется слот для карты памяти SD, интегрированы ТВ/АМ/ЧМ тюнеры, DVD-плеер и УЗЧ. К системе можно подключать USB-накопители, iPod, а также загружать карты местности.

Автомобильная электроника под брендом Kenwood, в отличие от домашней аудиотех-

ники, в последние годы пополнилась множеством новых продуктов в различных категориях – систем мультимедиа, навигационных систем, CD/DVD-ресиверов, интегральных УЗЧ, акустических систем, цифровых приемников и других автомобильных устройств. На протяжении 2009-2016 годов объединенная компания разработала и обеспечила массовый выпуск многих десятков моделей различной автомобильной аппаратуры, для описания которых не хватит объема даже нескольких номеров журнала. Поэтому здесь обратим внимание читателей только на некоторые оригинальные модели автомобильной электроники под брендом Kenwood.

Сезон 2009/2010 гг.

Большим успехом у автолюбителей пользуются комбинированные устройства Kenwood для автомобилей – навигационные мультимедийные комплексы (навигационные системы GPS, или навигаторы). В 2009 году компания представила несколько таких комплексов: DNX9240BT, DNX7240BT, DNX5240BT, а также DVD-ресиверы с мониторами DDX8024B, DDX5024, DDX5054, часто называемых магнитолами. Флагманская модель линейки DNX9240BT (Рисунок 14) получила награду европейской ассоциации изображения и звука EISA (European Imaging and Sound Association) за лучший продукт 2009-2010 годов в категории автомобильных навигационных и мультимедийных систем.



Рисунок 13. Навигатор MDV-313.



Рисунок 14. Навигационный комплекс DNX9240BT.

Навигационные GPS системы DNX9240BT /DNX9140BT поставляются с загруженной картой Европы, навигационным ПО компании Garmin и встроенным модулем громкой связи Bluetooth. Аппарат отличается большим функциональным разнообразием, как в части навигации, так и в части воспроизведения видео и звука. DVD-ресиверы с мониторами DDX8024BT/8034BT/8054BT отличаются только отсутствием навигаторов, остальные параметры и функциональные возможности в основном одинаковы. В качестве дисплея в перечисленных аппаратах использованы ЖК-панели с диагональю 7 дюймов и разрешением 800 488 пикселей, размеры изображения 157.2 82.3 мм.

Звуковоспроизводящий тракт аппаратов содержит четыре УМЗЧ, реализованных на микросхемах TDA7850A фирмы STM. Выходные каскады микросхемы выполнены на полевых комплементарных транзисторах с малым сопротивлением открытого канала. Максимальная выходная мощность УМЗЧ при напряжении питания 14.4 В может достигать 4 55 Вт на нагрузке 2 Ом (THD = 10%). На малых и средних уровнях выходной мощности микросхема обеспечивает весьма малые искажения: THD = 0.006 %/4 Вт на нагрузке 4 Ом и 0.015 %/15 Вт на нагрузке 2 Ом.

В 2009-2010 годах компания предлагала более десятка моделей интегральных автомобильных усилителей звуковых частот класса D серии KAC. Флагманские модели серии – монофонический усилитель большой мощности Kenwood KAC-X1D и четырехканальный усилитель Kenwood KAC-X4D. Модель KAC-X4D (Рисунок 15) получила награду



Рисунок 15. Усилитель KAC-X4D.

EISA за лучший продукт 2009-2010 годов в категории автомобильных усилителей.

Компактные усилители большой мощности KAC-X1D/XR-1S, KAC-X4D/XR-4S с выходными каскадами, работающие в классе D, отличаются весьма малыми габаритами (252 52 192 мм/235 52 192 мм). Модель KAC-X1D предназначена для работы в низкочастотном канале автомобильных систем звуковоспроизведения. Рейтинговая выходная мощность усилителя 600 Вт при THD = 1% на нагрузке 4 Ом (700 Вт/2 Ом) в полосе частот 20...200 Гц, отношение сигнал/шум 105 дБ. В схеме усилителя предусмотрены перестраиваемые фильтры нижних (50... 200 Гц) и верхних (15...40 Гц) частот; последние используются для ослабления инфранизкочастотных составляющих. Имеется также возможность подъема усиления в области частот 40...100 Гц в пределах 0...18 дБ.

Рейтинговая мощность усилителей KAC-X4D/XR-4S составляет 4 120 Вт при THD = 0.5% на нагрузке 4 Ом (4 150 Вт/2 Ом) в полосе частот 20 Гц...20 кГц. В мостовом режиме усилитель развивает мощность 2 300 Вт/4 Ом при THD = 1 %, при этом обеспечивается отношение сигнал шум 105 дБ. На выходе усилителя формируется последовательность мощных широтно-модулированных импульсов (ШИМ), поступающих на громкоговорители через фильтр нижних частот, подавляющий ВЧ заполнение и выделяющий звуковую огибающую. Двуполярное напряжение ± 50 В для питания ключевых транзисторов обеспечивает импульсный преобразователь напряжения, выполненный на дискретных элементах. В качестве силовых ключей преобразователя применены полевые транзис-

торы STP60NF06FP (6 штук) фирмы STM ($U_{СИ} = 60 \text{ В}$, $I_C = 60 \text{ А}$, $P_{РАСС} = 110 \text{ Вт}$, $R_{DS(ON)} = 16 \text{ мОм}$).

Усилители KAC-X1D/XR-1S состоят из двух одинаковых каналов, включенных по мостовой схеме. В каждом плече выходных каскадов каналов применено по два параллельно включенных MOSFET типа IRFB33N15DPBF фирмы IR (всего 8 транзисторов), отличающихся еще меньшим сопротивлением открытого канала $R_{DS(ON)}$ (не более 56 мОм). Последовательность ШИМ импульсов с частотой следования 100 кГц подается на выход усилителя через LC фильтр нижних частот, выделяющий звуковые составляющие выходного сигнала. Импульсный преобразователь напряжения формирует двуполярное напряжение $\pm 47 \text{ В}$ для питания выходных каскадов усилителя, а также ряд других напряжений для питания различных каскадов. В качестве выходных ключей преобразователя напряжения используются MOSFET с траншейными затворами FKV550NNF фирмы Sanken (всего четыре транзистора). Эти приборы отличаются очень малым сопротивлением открытого канала (12 мОм), большим импульсным током стока (150 А) и малыми потерями переключения.

Сезон 2013/2014 гг.

Каталог автомобильной электроники Kenwood 2013/2014 годов для европейского рынка содержит десятки продуктов – комбинированных устройств, сетевых навигационных систем, навигаторов с цифровыми приемниками DAB, DVD/CD/USB-ресиверов, мощных усилителей класса D, сабвуферов, громкоговорителей и других устройств.



Рисунок 16. Навигационный комплекс DNN9230DAB.

Флагманская модель линейки навигационных комплексов разработки 2012 года Kenwood DNN9230DAB (Рисунок 16) с под-

держкой Wi-Fi, Bluetooth, iPod, SD-карт, USB и цифрового радиовещания DAB содержит карты и навигационное ПО фирмы Garmin. Мультимедийная часть комплекса обеспечивает воспроизведение CD/DVD/MP3/MPEG/DivX-дисков и информации с USB-накопителей. Выходная мощность УМЗЧ 4 50 Вт, в качестве устройства отображения информации используется монитор с разрешением WVGA и диагональю 7 дюймов. В линейку навигационных комплексов также входят более простые модели Kenwood DNX-7230DAB (монитор WVGA/7"), DNX5230DAB и DNX4230DAB (мониторы WVGA/6.1"). В линейку мультимедийных комплексов включены DVD-ресиверы Kenwood DDX-6023BT (монитор WVGA/7"), DDX4023BT/DDX3023BT/DDX42BT (мониторы WVGA/6.1").



Рисунок 17. DVD-ресивер KDV-5244U.

DVD-ресиверы KDV-5244U/415U/5544U, KDV-MP5042/5343U/5543U (Рисунок 17) объединены общим сервисным руководством и одинаковым схемотехническим построением. Отличия моделей касаются большей частью наборов функциональных возможностей; основные технические характеристики одинаковы у всех моделей. Во всех аппаратах имеются AM/ЧМ тюнеры, DVD-проигрыватели и USB-интерфейсы, позволяющие декодировать все распространенные форматы цифрового видео и звука. Выходная мощность УМЗЧ составляет 4 22 Вт при THD = 1%, максимальная мощность 4 50 Вт. Все усилители выполнены на микросхеме TDA7851A фирмы STM, отличающейся от рассмотренной выше TDA7850A большим уровнем искажений – 0.01%/4 Вт, вместо 0.006%/4 Вт у TDA7850A; остальные параметры обеих микросхем близки. На микросхемах TDA7851A выполнены и УМЗЧ CD-ресиверов KDC-5047U/BT50U/MP445U, KDC-U6046/U7046BT/X494, KMR-440U с практически одинаковым схемотехническим построением и объединенных одним сервисным руководством.

В линейку интегральных автомобильных усилителей класса D сезона 2013/2014 годов входит десяток четырех-, двух- и одноканальных моделей с максимальной суммарной выходной мощностью 500...1800 Вт.

Флагманская модель четырехканального автомобильного усилителя Kenwood XR400-4 (Рисунок 18) обеспечивает выходную мощность 4 75 Вт при THD = 1% на нагрузке 4 Ом (4 100 Вт/2 Ом, в мостовом режиме 2 200 Вт/4 Ом). Аппарат отличается компактностью (габариты 220 35 169 мм) и малым весом (1.5 кг). Величина искажений на малых уровнях выходной мощности усилителя по данным одного из тестов не превышает 0.01% при $P_{\text{ВЫХ}} = 10 \text{ Вт/4 Ом}$.



Рисунок 18. Усилитель XR-400-4.

Монофонический усилитель Kenwood KAC-9105D обеспечивает выходную мощность 500 Вт при THD = 1% на нагрузке 4 Ом (900 Вт/2 Ом, более 900 Вт/1 Ом). Полоса рабочих частот усилителя 10...200 Гц, частота среза ФНЧ перестраивается в пределах 50...200 Гц с крутизной АЧХ –24 дБ/октаву. В тракте имеется фильтр инфранизких частот с подавлением –18 дБ/октаву на частотах 15/25 Гц; предусмотрена возможность подъема АЧХ в районе частоты 40 Гц до +18 дБ. В УМЗЧ аппарата используются четыре MOSFET типа IRFP250NFBF ($R_{\text{DS(ON)}} = 75 \text{ мОм}$, $U_{\text{СИ}} = 200 \text{ В}$, $I_{\text{С}} = 30 \text{ А}$) фирмы IR, работающих при напряжении $\pm 86 \text{ В}$, обеспечиваемом импульсным преобразователем напряжения на упомянутых выше транзисторах STP60NF06FP фирмы STM.

Стереофонический интегральный усилитель большой мощности Kenwood KAC-7204, перешедший из сезона 2009/2010, обеспечивает выходную мощность 2 170 Вт при THD = 0.08% на нагрузке 4 Ом (2 250 Вт/2 Ом при THD = 0.8%), в мостовом моно режиме – 500 Вт/4 Ом при THD = 0.8%. Полоса рабочих частот усилителя 5 Гц...50 кГц, отношение

сигнал/шум 100 дБ. В его выходных каскадах применены комплементарные биполярные транзисторы 2SA1695NF и 2SC4468NF фирмы Sanken ($U_{\text{КЭ}} = \pm 140 \text{ В}$, $I_{\text{К}} = \pm 10 \text{ А}$, $P_{\text{К}} = 100 \text{ Вт}$, $U_{\text{НАС}} = \pm 0.5 \text{ В}$, время нарастания/спада 0.17/0.27 мкс). Напряжение питания $\pm 47.3 \text{ В}$ обеспечивает импульсный преобразователь напряжения на шести упомянутых выше транзисторах STP60NF06FP.

Сезон 2015/2016 гг.

Некоторые модели этого сезона перешли из предыдущего, например, CD/USB-ресиверы KDC-BT73DAB, KDC-BT92SD, KDC-BT53U/5057SD и интегральный усилитель KAC-6104D, однако большая часть аппаратуры вошла в последний каталог впервые.

Многие навигационные и мультимедийные комплексы, CD/USB-ресиверы и цифровые радиоприемники компании сезона 2015/2016 обеспечивают прием цифровых радиопередач в стандартах DAB/DAB+. Однако в России возможность организации вещания в этих стандартах пока только обсуждается. В последние годы вещание в стандартах DAB/DAB+ активно внедряется в Европе, в этой связи наличие возможности приема в этих форматах может стать актуальным для автолюбителей, путешествующих по Европе на своих автомобилях.

Вещание в формате DAB+ ведется в Дании, Германии, Швейцарии, планируют внедрение этого формата многие другие страны Европы. У нас тестовое вещание DAB+ осуществлялось Российской телевизионной и радиовещательной сетью (РТРС) в Москве, передачи велись с Останкинской телебашни, однако результаты тестирования были



Рисунок 19. Навигационный комплекс DNN9150DAB.

неоднозначными – срывы приема наблюдались в ряде районов города, особенно внутри помещений.

Флагманская модель сетевого навигационного комплекса Kenwood DNN9150DAB (Рисунок 19) по большому счету мало отличается от упомянутой выше модели DNN9230DAB. В отличие от последней, DNN9150 обеспечивает прием сигналов DAB+, передаваемых с компрессией MPEG-4 HF-ACC v2, при одинаковом качестве звука отличающейся большей эффективностью по сравнению с MPEG-1 Layer II, используемой в стандарте DAB. В одном радиоканале шириной около 1.54 МГц можно передавать до 18 программ DAB+ – почти в три раза больше, чем в DAB. Диапазоны частот DAB/DAB+ секций: L-диапазон 1452.96...1490.624 МГц, диапазон II 174.928...239.2 МГц. В аппарат также добавлены интерфейс HDMI и другие функциональные возможности. Технические и конструктивные характеристики обоих аппаратов практически одинаковы.

В линейки навигационных комплексов без сетевой поддержки через Wi-Fi вошли модели DNX7150DAB/4150DAB (с поддержкой DAB+), DNX5250BT (монитор 7"), DNX4150BT/DAB (6.1"), DNX5250BT (6.1"), DNX450TR (6.1", DAB+), DNX715WDAB (7" DAB+), DNX525DAB (7", DAB+ для Volkswagen/Seat/Skoda).

Мультимедийные комплексы (DVD-ресиверы) представляют 4 модели: DDX7015BT (7", Bluetooth), DDX5015BT/DAB (6.2", DAB+, Bluetooth), DDX4015BT/DAB (6.2", DAB+), DDX3015 (6.2").

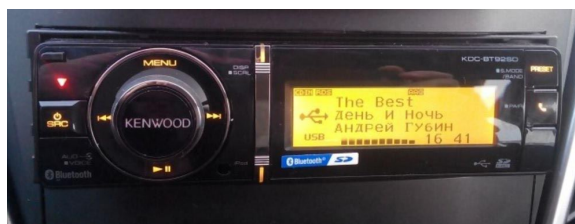


Рисунок 20. CD-ресивер KDC-BT92SD.

CD-ресиверы KDC-BT92SD, KDC-X8019BT, KDC-X8019TL объединены общим сервисным руководством. Модель KDC-BT92SD разработки 2012 года (Рисунок 20), входившая и в каталоги компании сезона 2013/2014, содержит интерфейс Bluetooth с выходной мощностью передатчика +4 дБм, обеспечивающим радиус действия до 10 м. Через интерфейс USB 2.0/SD Version 2.00,

поддерживающий файловые системы FAT16/32, возможно воспроизведение звуковых сигналов MP3/WMA/AAC.

В ресиверах применен интегральный АМ/ЧМ тюнер с низкой промежуточной частотой TEF6614TV1 фирмы NXP, выполненный в корпусе SOT-32. Линейка микросхем TEF6601/6606/6613/6614/6616 фирмы NXP широко применяется в автомобильных ресиверах последних лет выпуска, как под брендом Kenwood, так и JVC, а также в автомобильной аппаратуре других производителей. Основные особенности и преимущества этих микросхем по сравнению с традиционными тюнерами на дискретных компонентах и микросхемах средней степени интеграции:

- Встроенный синтезатор частоты с ФАПЧ и кварцевым генератором;
- Встроенные стереодекодер с линейными выходами звука и RDS-демодулятор;
- Управление через интерфейс I²C;
- Минимальное количество внешних компонентов (не требуется внешних перестраиваемых контуров, в том числе фильтров ПЧ на частоты 10.7 МГц и 450 кГц);
- Однополярное питание 8.5 В и соответствие требованиям «автомобильных» стандартов АЕС-Q100;
- Отсутствие специальных требований к монтажу ВЧ устройств и малые габариты – достаточные размеры участка платы для монтажа тюнера составляют 48 40 мм.

Общее управление и обработку цифровых сигналов интерфейсов USB, SD, Bluetooth ресивера осуществляет микропроцессор JCV8020. Преобразование и обработку цифровых и аналоговых звуковых сигналов обеспечивает цифровой аудиопроцессор AK7601VQ фирмы Asahi Kasei (AKM); в его состав интегрированы: двух- и одноканальные 24-разрядные АЦП с отношением сигнал/шум 97 дБ; 6-канальный 24-разрядный ЦАП с отношением сигнал/шум 102 дБ; многополосный эквалайзер с регулируемой задержкой. Тракт звуковоспроизведения ресивера содержит 13 полосный эквалайзер, обеспечивающий регулировку усиления на ±9 дБ в полосе частот от 62.5 Гц до 16 кГц. В качестве УМЗЧ используется рассмотренная выше микросхема TDA7850A.

CD-проигрыватель ресивера выполнен на одной БИС JCV8023, аналогом которой является микросхема TC94A93MFG20 фирмы



Рисунок 21. Усилитель X801-5.

Toshiba. Следует отметить, что какая либо достоверная информация о производителях и разработчиках микросхем JCV8020, JCV8023 и других типах микросхем JCV... в открытом доступе отсутствует. Можно предположить, что такая «секретность» связана с обходом прав на интеллектуальную собственность и стремлением компаний удешевить выпускаемую аппаратуру за счет исключения из нее оригинальных прототипов микросхем.

В линейку интегральных усилителей сезона вошли десять моделей 1/2/3/4-канальных усилителей с максимальной выходной мощностью от 400 Вт (Kenwood KAC-5206) до 2000 Вт (Kenwood KAC-9106D). В статусе новых фигурируют пятиканальный Kenwood X801-5 (Рисунок 21) и четырехканальный Kenwood X301-4 (Рисунок 22), представлен-



Рисунок 22. Усилитель X301-4.

ные в начале 2016 года. Модель X801-5 отличается наличием дополнительного усилителя для низкочастотного канала (сабвуфера) с выходной мощностью 300 Вт при THD = 1% на нагрузке 4 Ом. Основные параметры усилителей объемного звука обеих моделей в основном одинаковы: $P_{\text{ВЫХ}} = 4 \times 50 \text{ Вт}$ при THD = 1% на нагрузке 4 Ом в полосе частот 20 Гц...20 кГц.

Большую популярность у автолюбителей заслужил монофонический усилитель Kenwood KAC-6104D (Рисунок 23), впервые представленный в ассортименте сезона 2009/2010 годов, перешедший и в каталог компании 2016 года. Сервисное руководство аппарата также относится и к модели KAC-M615D (тип М), выполненной по такой же схеме, что и KAC-6104D (тип К). Основные параметры усилителей: $P_{\text{ВЫХ}} = 200 \text{ Вт}$ при THD = 1% на нагрузке 4 Ом в полосе частот 20...200 Гц; полоса среза выходного ФНЧ перестраивается в диапазоне 50...200 Гц; отношение сигнал/шум 94 дБ; габариты 198 59 230 мм, вес 1.8 кг.



Рисунок 23. Усилитель KAC-6104D.

Аппараты построены по классической схеме усилителей класса D с генератором треугольного напряжения на операционном усилителе BA4560RF фирмы Rohm; усилительный тракт выполнен на дискретных компонентах. В оконечных каскадах усилителя мощности применены упомянутые выше полевые транзисторы IRFP250NPBF, работающие при напряжении $\pm 54.2 \text{ В}$.

Импульсный источник питания усилителей построен на основе ШИМ-контроллера TL484IDR фирмы Texas Instruments с частотой коммутации до 300 кГц. В качестве силовых ключей преобразователя использованы упомянутые выше полевые транзисторы STP60NF06FPK. Кроме напряжений ± 54 В преобразователь формирует напряжение ± 15 В для питания предоконечных каскадов усилителей.

Приведенные в статье категории современных продуктов Kenwood не охватывают полностью всю номенклатуру электронной аппаратуры, выпускаемой компанией. Акустические системы, портативная аудиотехника, видеорегистраторы, судовая электроника, телекоммуникационная аппаратура и средства связи требуют отдельного рассмотрения. **РЛ**

настоящее немецкое качество

Testboy
GmbH, Germany

контрольно-
измерительное
оборудование



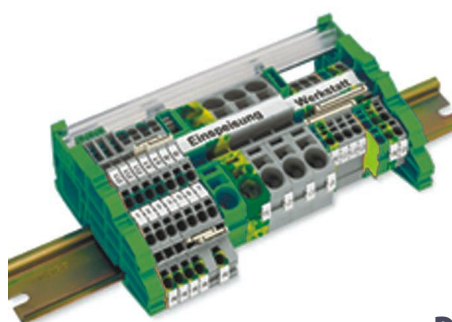
»»JOKARI®
original

инструмент для
разделки кабеля
и снятия изоляции



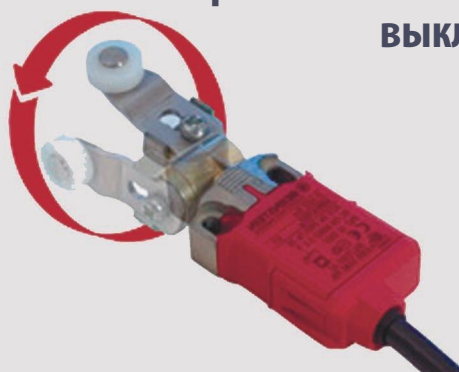
WAGO®
INNOVATIVE CONNECTIONS

клеммы
на DIN рейку
и для печатных плат



BERNSTEIN
safe solutions

промышленные корпуса
выключатели
датчики



ДЕЦИМА

ПОСТАВКА ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ

ДИСТРИБЬЮТОР В РОССИИ

WWW.DECIMA.RU

МОСКВА, ЗЕЛЕНОГРАД, +7(495) 988-4858

Рисуем характеристики транзистора

Michael Dunn

EDN

Были времена, когда в лабораториях электроники довольно часто встречался необычный объект, похожий на осциллограф. Это был характериограф, способный отображать подробные графики характеристик многих компонентов.



Семейство кривых на экране характериографа Tektronix 576.

Самые ранние модели предназначались для снятия характеристик электронных ламп, более поздние, конечно же, использовались для измерения транзисторов, диодов и других твердотельных устройств. Кроме того, для осциллографов серий Tektronix 5000 и 7000 выпускались дополнительные блоки характериографов, которые до сих пор высоко ценятся на рынке неликвидов.

В самом простом случае характериограф отображает вольтамперную характеристику исследуемого устройства, что проще всего продемонстрировать на примере диода.



Характеристика стабилитрона.

Для того чтобы нарисовать характеристику диода, не требуется очень причудливая схема — достаточно источника постоянного тока и резистора, хотя испытания диода 1N4007 с пробивным напряжением 1000 В могут потребовать более серьезных усилий.

А вот для измерения трехвыводных устройств, таких как биполярные транзисторы, полевые транзисторы, тиристоры и так далее, нужны именно характериографы. В них одновременно варьируются два параметра (такие как ток базы и напряжение коллектора), а один измеряется (возможно, ток коллектора). В результате получается целое семейство кривых, показанное выше на фотографии Tektronix 576.

Ну и зачем это нужно сейчас? Если вы изготавливаете полупроводниковые компоненты, точное измерение характеристик устройств, возможно, вам необходимо.

Однако в обычной средней лаборатории держать такое оборудование не имеет особого смысла. Пока еще используют характериографы некоторые производители аудиооборудования для точного подбора пар транзисторов или – да, ну а как же – вакуумных ламп. Что вы думаете о других областях, где характериографы могли бы оказаться полезными?

Лично я последний раз пользовался характериографом очень давно. Если у вас он еще стоит на рабочем столе – расскажите нам об этом. А чем бы вы воспользовались сегодня? **РЛ**

Термостатирование элементов микроконтроллерных устройств



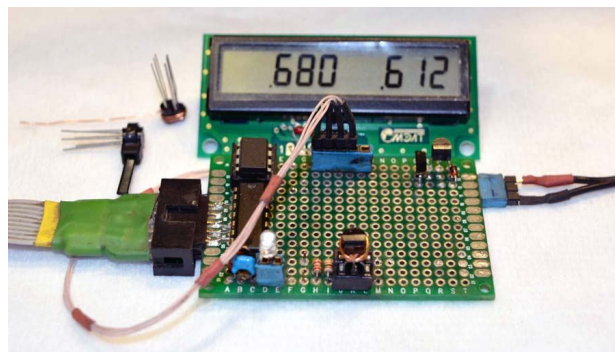
Бабанин В., Красноярский край

Принцип термостатирования, описанный в [1], может применяться в микроконтроллерных системах даже с большей эффективностью, так как функции дискретных элементов термостата полностью берут на себя микроконтроллер и встроенное программное обеспечение. Измеряется напряжение база-эмиттер транзистора, который используется как датчик температуры и, одновременно, как нагреватель. Простейший алгоритм, по достижении порогового напряжения снижающий базовый ток транзистора на заданное время, позволяет поддерживать температуру термостата с точностью не хуже $\pm 0.2^\circ\text{C}$. Такой точности более чем достаточно для решения задач повышения метрологических характеристик аппаратуры, в том числе находящейся в эксплуатации, так как редко микроконтроллер (МК) используется на 100%, а в данном случае требуется один свободный порт ввода/вывода (с возможностью аналого-цифрового преобразования) и несколько десятков байт программной памяти. В локальном термостатировании, в первую очередь, нуждаются частотозадающие элементы и источники опорного напряжения, в том числе в составе микросхем. Применение в качестве датчика-нагревателя миниатюрных транзисторов в SMD исполнении позволяет термостатировать практически любой элемент микроконтроллерной системы, а то и несколько элементов одновременно.

Поскольку публикаций, посвященных теме использования транзисторов в качестве единственного элемента термостата, не обнаружено, в данном материале делается

попытка предоставить читателю необходимый инструментарий и обобщить полученные результаты.

Первым шагом в исследовании данной тематики стал стенд на базе МК Atmel ATtiny13 (Рисунок 1). Он содержит в своем составе термостатируемый элемент (датчик LM35), транзистор-нагреватель, ЖК индикатор (MT-10T11, МЭЛТ), коммутатор входов микроконтроллера U2 и схему бесперебойного питания. Датчик позволяет отслеживать температуру в термостатируемом объеме с точностью $\pm 0.1^\circ\text{C}$, и одновременно является тепловой нагрузкой для исследуемого транзистора. Это дает возможность оценить некоторые временные и мощностные характеристики реального термостата. Напряжение база-эмиттер в милливольтках выводится на индикатор одновременно с выходным напряжением датчика LM35, которое численно равно температуре в десятых долях градуса Цельсия. Коммутатор входов (CD74HC4053) микроконтроллера дает возможность оперативно обновлять внутреннюю память, оставляя входы МК под задачи исследования.



Может использоваться любой программатор с интерфейсом программирования SPI. Надежно работают китайские клоны USBISP и USBASP.

Особо нужно отметить схему бесперебойного питания. Ее наличие снимает проблему ограниченных возможностей программаторов и самой шины USB по току, особенно при испытаниях транзисторов средней мощности, а также гарантирует стабильность показаний измеряемых параметров при коммутации нагревателем значительной мощности.

Программное обеспечение стенда включает две программы на ассемблере и, безусловно, излишне сложно для практического использования, так как обеспечивает индикацию температуры и напряжения база-

эмиттер транзистора (U_{BE}), но позволяет быстро получить необходимые параметры для реальной задачи. Измерение температуры отдельным датчиком в стенде дает довольно точную картину колебаний температуры термостатируемого элемента, если масса и размеры последнего соизмеримы с датчиком.

Первая программа (**ts67**) при включении сначала стабилизирует температуру на несколько градусов ниже той, что запланирована, используя сигнал датчика LM35, и только потом, фиксируя U_{BE} , переходит в режим стабилизации по этому напряжению. Для использования в термостате достаточно немного скорректировать, на несколько милливольт, значение U_{BE} , выводимого на индикатор, в зависимости от отклонения средней

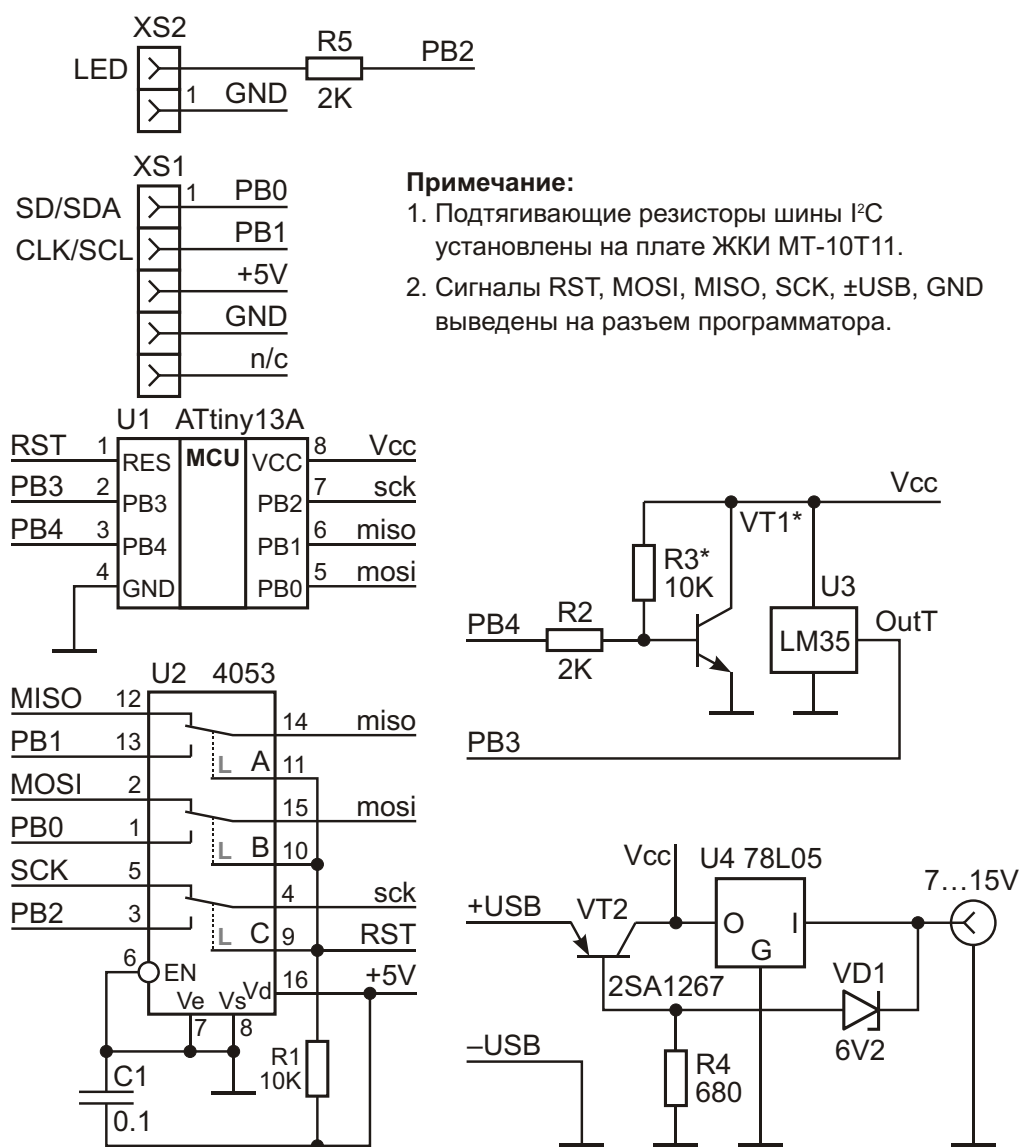
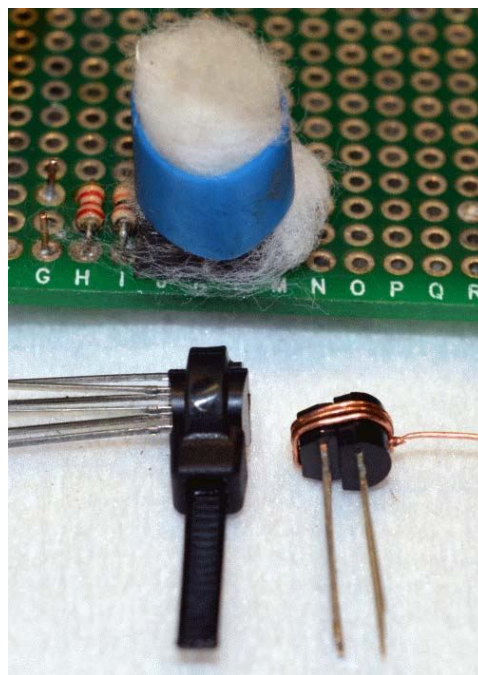
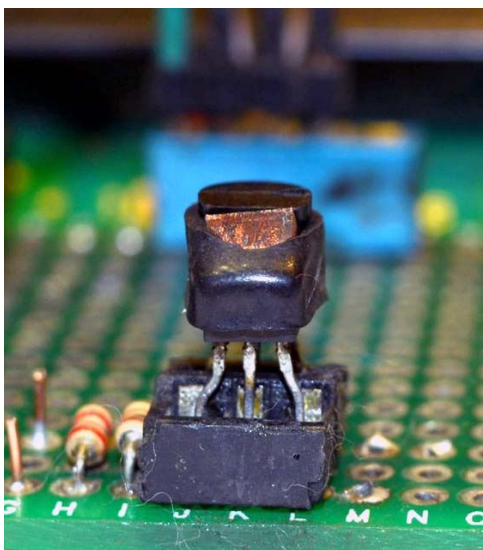


Рисунок 1.

температуры датчика от заданной. Точность поддержания определяется как разность максимальной и минимальной температуры. Таким образом можно проверить пригодность конкретного типа транзистора и получить исходные данные для проектируемой системы.

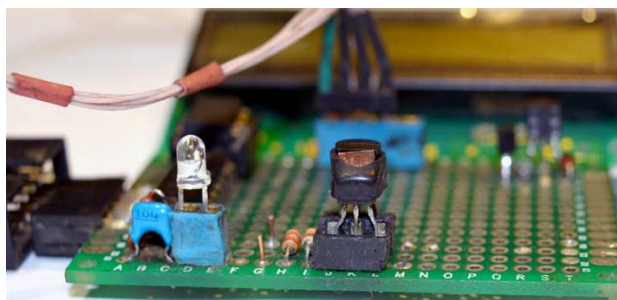
Вторая программа (**ts65**) – это, собственно, термостат, но с большим коэффициентом усреднения измерений для обеспечения удобства считывания результата, позволяет определить время выхода на режим и, приблизительно, мощностные характеристики по времени включенного состояния транзистора. Алгоритм стабилизации по порогу напряжения U_{BE} и, как ожидается, температуры одинаков для обеих программ.

Поскольку первоначальной целью была термостабилизация кварцевого резонатора HC-49U, а наиболее удобными для этого показались транзисторы в корпусе TO-92 (SC-72), именно они стали первым объектом испытаний на применимость. Чтобы сделать хоть сколько-нибудь обоснованные выводы, было выбрано случайным образом 4 типа транзисторов (2SC3199, 2SC1740S, 2SC3311 и 2SC3330S). Из небольшой партии отбиралось по три транзистора с максимальным, средним и минимальным значениями h_{21E} . Ток коллектора, приблизительно 120 мА, задавался резистором R3 и не изменялся при смене транзисторов. Попутно проверялась надежность транзисторов при использовании в термостате. Дело в том, что максимальный паспортный ток коллектора для 2SC3311 – 100 мА. Именно этот тип специально проверялся на токе, превышающем максимальный



на 20%, в течение нескольких месяцев. Все параметры термостата, полученные в начале испытаний, подтвердились по завершению. После этого излишне говорить о режимах, заведомо ниже максимальных.

Испытуемый транзистор и датчик LM35, выводами в одну сторону, стягивались двумя витками медного провода или небольшим колечком термоусадочной трубки (между деталями вкладывалась полоска меди) и помещались в соединитель стенда, изготовленный из панельки для микросхем. Теплоизолирующей служил комочек ваты. Других мер теплоизоляции специально не применялось. В микроконтроллер стенда была загружена первая, из вышеописанных, программа. Для всех транзисторов через 20 минут после начала работы стенда фиксировалось пороговое напряжение, минимальная и максимальная температура датчика. На этом этапе был забракован транзистор 2SC1740S, с которым точность поддержания температуры $\pm 0.55^\circ\text{C}$ была признана неприемлемой. Обратило на себя внимание и самое большое пороговое напряжение среди претендентов – 695 мВ (65°C). Далее испытывались оставшиеся на дистанции типы, и только с крайними значениями h_{21E} . Данные порогового напряжения приводились к ожидаемой температуре 65°C . Для этого использовался эмпирический коэффициент $-3.0\text{ мВ}/^\circ\text{C}$, то есть разница между температурой 65°C и зафиксированной на стенде умножалась на этот коэффициент, и на эту величину корректировалось U_{BE}



перед компиляцией и заливкой второй программы. На данном этапе программа становится индивидуальной. Пример: 2SC3330S, $h_{21E} = 433/288$, $U_{BE} = 675/670$. Установка температуры в термостате, таким методом, вполне удовлетворительная. Транзистор работал термостатом не менее 10 дней. Два раза в сутки фиксировались минимальное и максимальные значения температуры датчика. Назовем разность этих величин кратковременной нестабильностью. Дело в том, что несколько раз были замечены необъяснимые отклонения (до $+1.5\text{ }^{\circ}\text{C}$), значительно превышающие типовую нестабильность, но при следующей проверке показания возвращались в обычные рамки. Над этой проблемой еще предстоит поработать, но повторяем: эти скачки долговременной нестабильности достаточно редки.

Безусловным фаворитом среди претендентов является транзистор 2SC3111 с коэффициентом усиления 435. Пороговое напряжение (при температуре $65\text{ }^{\circ}\text{C}$) равно 650 мВ. Кратковременная стабильность термостата – $\pm 0.1\text{ }^{\circ}\text{C}$. Зафиксированный разовый скачок температуры – $0.6\text{ }^{\circ}\text{C}$. Теперь этот экземпляр служит эталоном в данном направлении. Следующий – 2SC3330S (433/288). $U_{BE} = 675/670$ ($65\text{ }^{\circ}\text{C}$) мВ. Кратковременная стабильность – $\pm 0.25/0.45\text{ }^{\circ}\text{C}$. Обратите внимание, транзистор с меньшим усилением демонстрирует большую нестабильность. Это закономерность, подтвержденная результатами. Далее

– 2SC3199 (300 – среднее), $U_{BE} = 668$, стабильность $\pm 0.35\text{ }^{\circ}\text{C}$. На этом транзисторе в достаточном диапазоне проверен шаг перестройки температуры в зависимости от порога напряжения U_{BE} и принят коэффициент $-3.0\text{ мВ}/^{\circ}\text{C}$. Точное значение еще предстоит проверять, но близость к температурному коэффициенту р-п-перехода очевидна.

Из вышесказанного нетрудно сделать простой вывод об элементной базе термостата. Теперь об оставшихся за чертой. Если используется транзистор с коэффициентом усиления ~ 250 , стабильность не выходит за границы $\pm 0.5\text{ }^{\circ}\text{C}$. Транзисторы с меньшим коэффициентом не испытывались, но это не значит, что использовать их в термостате бессмысленно. Возможно, потребуется пересмотреть алгоритмы или режимы.

В заключение необходимо указать на некоторые особенности использования предложенной схемы. Резистор R2, скоммутированный портом микроконтроллера на «землю», снижает базовый ток транзистора, но не выключает его полностью. Это ограничивает минимальную температуру ($\sim 50\text{ }^{\circ}\text{C}$) термостата, но позволяет стабилизировать ее в пределах $60\ldots 70\text{ }^{\circ}\text{C}$, с указанной точностью, без существенных затрат процессорного времени. Режим с коммутацией базы на «землю» ($R2 = 0$) расширяет диапазон от температуры окружающей среды до заданной, но требует большего времени. Следует отметить, что усреднение результатов преобразования по 64 отсчетам, применяемое в ПО стенда, совершенно излишне на практике.

И последнее... Ни один транзистор, включаемый по приведенной схеме, в процессе исследований, не пострадал. **РЛ**

Ссылки

1. Бабанин В. [Экономичное термостатирование элементов](#)

Загрузки

[Программное обеспечение стенда](#)



Транзистор линейно оцифровывает скорость воздушного потока

Steve Woodward

EDN

В основе чувствительного и надежного способа измерения воздушного потока лежит известная взаимосвязь между тепловыделением и скоростью воздуха. Принцип тепловой анемометрии базируется на законе Кинга, согласно которому мощность, необходимая для поддержания фиксированной разности между температурой нагреваемой поверхности датчика и температурой окружающего воздуха, увеличивается пропорционально квадратному корню из скорости потока. Именно на этот принцип опирается работа теплового анемометра, однако ему присущ недостаток, связанный с использованием в качестве датчика воздушного потока специальной и очень ломкой металлической нити — «горячей струны». Этого недостатка лишена схема, изображенная на Рисунке 1, в которой для измерения скорости потока вместо ненадежной проволоки используется пара прочных и недорогих транзисторов. Входная цепь схемы на транзисторах Q_1 и Q_2 позаимствована из предыдущей публикации [1]. Так же, как и в статье 1996 года, схема на Рисунке 1 постоянно поддерживает соотношение $V_{Q1} = V_{Q2}$. Для решения этой задачи температура Q_1 должна стабилизироваться на уровне, превышающем температуру Q_2 примерно на 50°C .

Эта разница температур необходима для баланса напряжений база-эмиттер, так ток коллектора I_{Q1} транзистора Q_1 в 100 раз превышает коллекторный ток I_{Q2} транзистора Q_2 . Если бы Q_1 и Q_2 имели одинаковую температуру, это соотношение приводило бы к тому,

что напряжение V_{Q1} на 100 мВ превышало V_{Q2} . При надлежащем управлении током I_{Q1} можно обеспечить дифференциальный нагрев, делающий транзистор Q_1 горячее Q_2 . Таким образом, для управления балансом V_Q в этом методе используется аппроксимация $-2\text{ мВ}/^\circ\text{C}$ температурного коэффициента напряжения база-эмиттер. Результирующий средний ток I_{Q1} , пропорциональный средней мощности, рассеиваемой транзистором Q_1 , создает основу для температурного измерения скорости воздуха. Калибровка датчика начинается с установки нуля резистором R_1 . Сопротивление R_1 вы должны выставить так, чтобы при обдувании схемы воздушным потоком без помощи Q_3 выполнялось равенство $V_{Q1} = V_{Q2}$. Затем, когда движущийся воздух нагревает транзисторы и увеличивает рассеяние тепла, напряжение V_{Q1} возрастает, и переключившийся компаратор IC_1 перестает разряжать конденсатор C_1 . Теперь конденсатор C_1 заряжается до тех пор, пока не включится микросхема IC_2 , формируя через Q_3 импульс подогрева Q_1 .

Результирующий всплеск коллекторного тока генерирует импульс подогрева Q_1 , увеличивая температуру транзистора и возвращая напряжение база-эмиттер обратно к состоянию баланса. Регулировкой R_2 калибруют величину теплового импульса, создаваемого током I_{Q1} , чтобы добиться точного соответствия между частотой импульсов и скоростью воздушного потока.

Теперь рассмотрим линейризацию измерений. Квадратный корень в законе Кинга, связывающий мощность нагрева со скоростью потока, делает зависимость нелинейной. Вы должны сгладить неровности на калибровочной кривой скорости воздуха. Конечно же, выполнить линейризацию вы можете про-

граммно. Однако, в зависимости от системы обработки данных, с которой работает анемометр, программная коррекция иногда бывает неудобной. В еще одной ранней статье [2] был представлен аналоговый способ линейризации. Но если вы хотите иметь все преимущества, предоставляемые импульсным

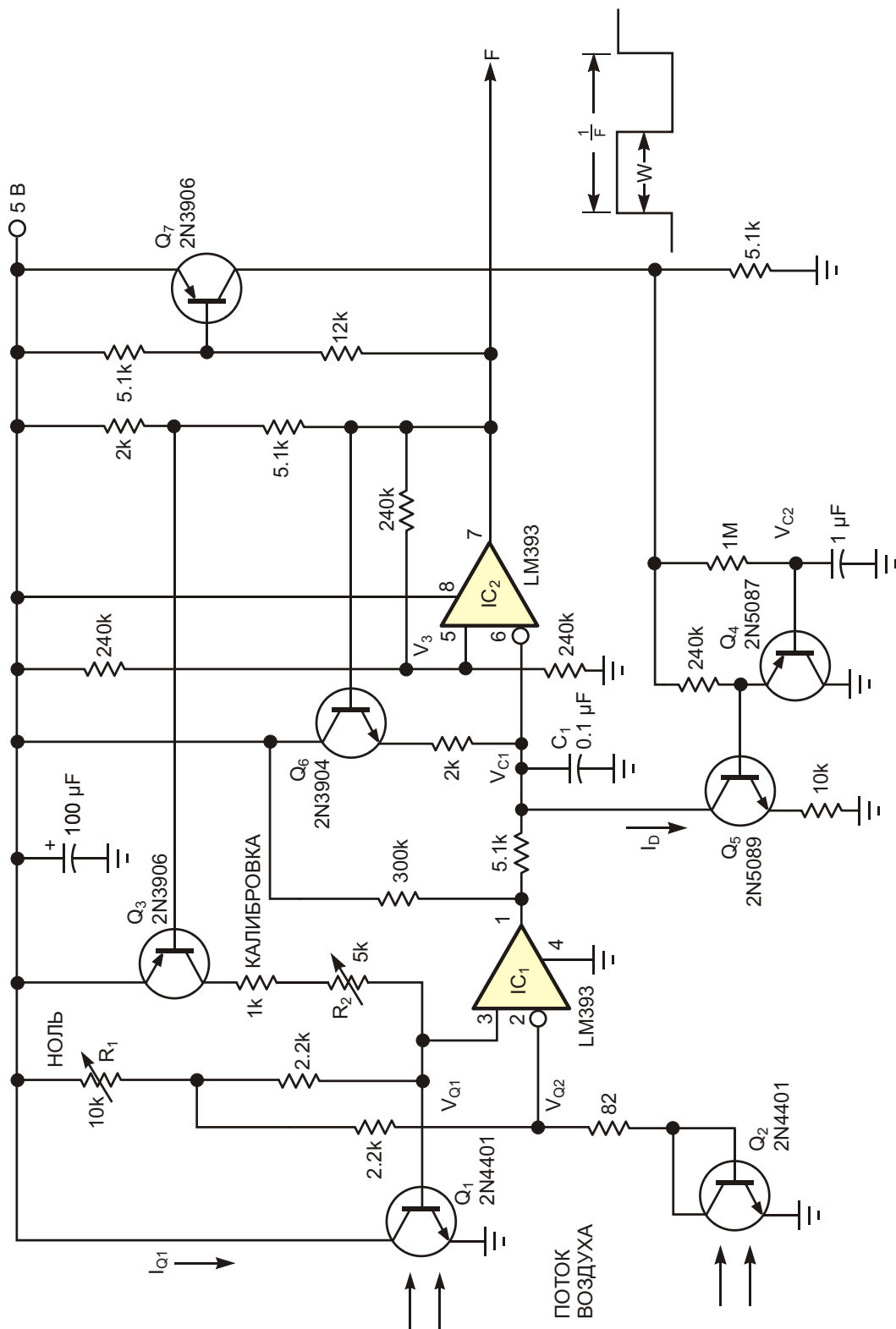


Рисунок 1. Используя в качестве датчиков простые транзисторы, эта схема выполняет линейные цифровые измерения скорости воздушного потока.

цифровым выходом, в частности, возможность помехозащищенной передачи по длинным кабелям, вам требуется другое решение.

Схема на Рисунке 1 обеспечивает как линеаризацию измерений, так и цифровое представление результатов. Среднее количество тепла, выделяемого транзистором Q_1 под действием импульсов тока, равно

$$H = 5V I F W,$$

где

I – амплитуда импульсов тока транзистора Q_1 (установленная резистором R_2);

F – частота выходных импульсов;

W – ширина импульсов.

Ширина W обратно пропорциональна току I_D разряда конденсатора C_1 , линейно спадающее напряжение V_{C1} на котором определяет время включения микросхемы IC_2 . Q_4 и Q_7 усредняют выходные импульсы, превращая их в управляющее напряжение для транзистора Q_5 , пропорциональное коэффициенту заполнения, и, таким образом, делают W функцией F . Фактически, обратная связь неявно делает эту функцию такой:

$$W = \frac{K}{F},$$

где K – коэффициент преобразования, зависящий от номиналов использованных компонентов. Следовательно,

$$W^2 = \frac{K}{F}$$

и

$$H = \frac{5 I F}{\sqrt{\frac{K}{F}}}.$$

Из этого выражения получаем

$$F = \frac{H^2}{5I K},$$

что делает F требуемой функцией от H^2 , линеаризуя, таким образом, зависимость частоты от скорости потока. [РЛ](#)

Ссылки

1. Woodward, Steve, "Self-heated transistor digitizes airflow," EDN, March 14, 1996, pg 86.
2. Woodward, Steve, "Transistor and FVCs make linear anemometer," EDN, Sept 26, 1996, pg 72.

Компактный драйвер лазерного диода для высокоточных измерительных приложений

Jiaqi Shen

EDN

Для управления лазерными диодами непрерывного излучения в приложениях точных измерений требуются источники постоянного тока. Правильная конструкция такого драйвера должна тщательно учитывать проблемы надежности, стабильности, шумов и другие вопросы, что делает ее дорогой и сложной [1]. На Рисунке 1 изображена схема компактного драйвера лазерного диода с заземленным катодом, защищенная от повреждений электростатическими разрядами, пусковыми импульсами, бросками напряжения и возможными флуктуациями, возникающими в цепи внешней оптической связи. Операционный усилитель IC₄, управляя P-канальным MOSFET Q₁, регулирует выходной ток. Требуемое значение тока 35-милливаттного лазерного диода HL6738MG компании Ornext устанавливается резистором R_S. Для того, чтобы до установления питания защитить выход от влияния Q₁, компаратор IC_{5A} по входу разрешения DL блокирует микросхему IC₄, и 10-килоомный подтягивающий резистор, соединяя затвор Q₁ с шиной питания IC₄, удерживает Q₁ в выключенном состоянии до тех пор, пока стабилизированное напряжение V_B не достигнет расчетного значения – приблизительно 6.5 В – и откроет Q₁ через IC₄.

Ключевым моментом в защите от повреждения электростатическими разрядами и бросками напряжения является использова-

ние N-канального MOSFET Q₂, работающего в режиме обеднения. При выключении питания Q₂ открывается, замыкая опасные электростатические разряды на землю. Если питание включено, отрицательное напряжение на выходе компаратора IC_{5B} будет намного ниже порогового напряжения закрывания затвористок. Таким образом, Q₂ закрыт и практически не влияет на потребляемый ток, если рабочее напряжение на аноде лазерного диода не превышает максимально допустимого значения 2.8 В. В этом случае рабочее напряжение переключает выход IC_{5B}, в состояние высокого уровня, и транзистор Q₂, открываясь, также шунтирует управляющий ток на землю. Теперь в схему вносится существенный гистерезис, позволяющий зафиксировать состояние, защищающее ее от повреждения. Благодаря низкому сопротивлению открытого транзистора Q₂, такая схема обеспечивает лучшую защиту, чем распространенный метод подавления выбросов перерегулирования с помощью параллельного стабилитрона.

Несмотря на использование расщепленного питания, управление последовательностью его включения в этой схеме не требуется. Отключать Q₂ вы должны только в начале запуска схемы, поэтому было бы лучше перед разрешением работы драйвера включать внешний источник напряжения –9 В. Несмотря на доступность замен для некоторых из используемых в этой конструкции мик-

росхем, выбор подходящих устройств может оказаться непростым. Например, вы можете с небольшими изменениями конструкции, необходимость которых обусловлена несовместимостью выводов, заменить TLC070 компании Texas Instruments микросхемой LT1637, выпускаемой Linear Technology. Однако характеристики TLC070 по переменному току заметно лучше, особенно в части подавления синфазных сигналов в широкой

полосе частот, что важно для более надежной защиты от колебаний рабочего напряжения, ожидаемо или непредвиденно возникающих вследствие влияния внешней оптической связи. **РЛ**

Ссылки

1. Williams Jim, "[Current sources for fiber-optic lasers: a compendium of pleasant current events](#)," EDN, Aug 22, 2002, pg. 69.

Компактное зарядное устройство с питанием от двухэлементной солнечной батареи

Fran Hoffart, Linear Technology

Design Note 491

Введение

С развитием микромощной электроники появилась возможность размещения датчиков с батарейным питанием и других устройств вдали от электрических сетей. В идеале, для полной независимости от сети батареи не должны требовать замены, а должны заряжаться от источников возобновляемой энергии, доступных непосредственно на месте, таких, например, как солнечная энергия. Эта статья показывает, как сделать компактное устройство заряда аккумуляторов, работающее от двух солнечных панелей. Характерной особенностью этой конструкции является то, что для извлечения из солнечной панели наибольшего количества энергии DC/DC преобразователь использует слежение за точкой максимальной мощности [1].

Важность управления точкой максимальной мощности

Хотя все солнечные элементы или солнечные панели классифицируются по отдаваемой мощности, для каждой конкретной панели доступная мощность является почти постоянной. Ее выходная мощность зависит от освещенности, температуры и от тока, забираемого из панели в нагрузку. Для иллюстрации этого на Рисунке 1 показана вольтамперная характеристика двухэлементной солнечной панели при постоянном уровне

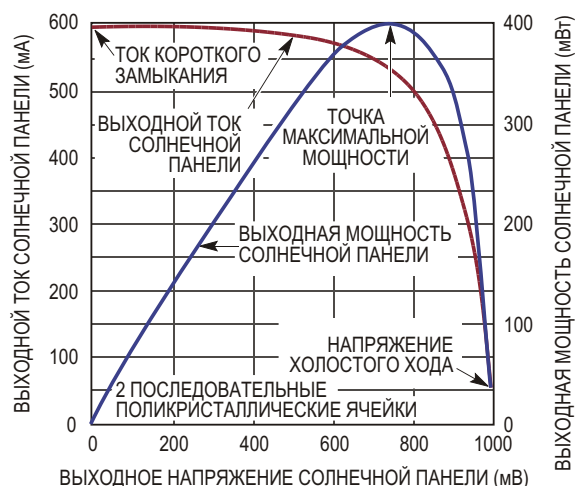


Рисунок 1. Выходное напряжение, ток и мощность солнечной панели.

не освещенности. Кривая зависимости тока от напряжения носит относительно постоянный характер в диапазоне от тока короткого замыкания (левый конец кривой) до тока нагрузки порядка 550 мА, когда начинается изгиб характеристики, после которого солнечную панель можно в первом приближении считать источником напряжения, максимальное значение которого соответствует напряжению холостого хода (справа). На изгибе вольтамперной характеристики кривой выходной мощности панели виден отчетливый пик примерно в точке 750 мВ/530 мА. Если ток нагрузки увеличивается, уходя за пределы пика мощности, кривая мощности

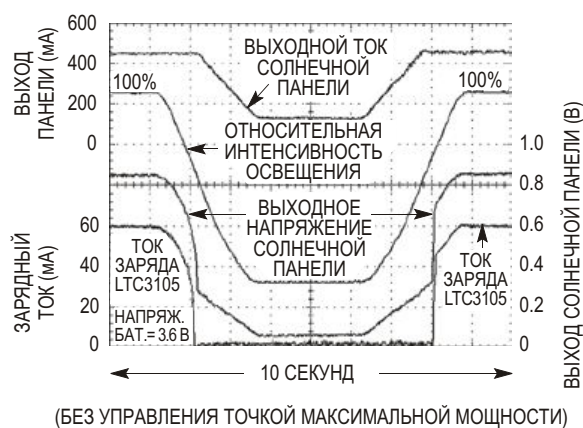
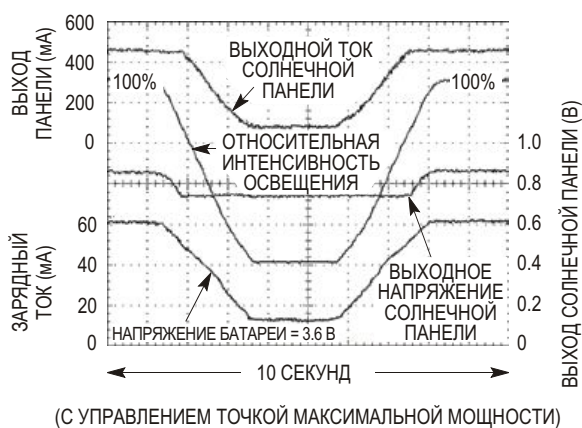


Рисунок 2. Влияние уровня солнечной освещенности на зарядный ток.

быстро падает до нуля (левый нижний край). Аналогично сдвигают кривую мощности к нулю и легкие нагрузки (правый нижний край), однако таких проблем, как большие токи, это не создает.

Разумеется, на уровень доступной мощности влияет освещение панели: меньше света означает меньшую мощность, больше – большую. Хотя пиковый уровень выходной мощности напрямую зависит от освещенности, его влияние на смещение положения этого пика на шкале напряжений не столь значительно. То есть, независимо от освещенности, выходное напряжение панели, при котором пиковая мощность достигает максимального значения, остается относительно постоянным. Таким образом, имеет смысл удерживать выходной ток в пределах значений, при которых напряжение солнечной панели оставалось бы на уровне или выше этого пика – в нашем случае это 750 мВ. Это называется управлением точкой максимальной мощности (MPPC – maximum power point control).

Рисунок 2 демонстрирует влияние изменения уровня солнечной освещенности на зарядный ток при управлении точкой максимальной мощности и без него. Имитируемый уровень освещенности изменялся от 100% примерно до 20%, а затем обратно до 100%. Обратите внимание, что при снижении интенсивности солнечного света до 20% выходное напряжение и ток солнечной панели также уменьшаются, однако управление точкой максимальной мощности в микросхеме

LTC3105 не допускает падения выходного напряжения ниже запрограммированного уровня 750 мВ. Это достигается за счет уменьшения выходного зарядного тока LTC3105, чтобы не позволить напряжению солнечной панели упасть практически до нуля, как показано на осциллограмме в правой части Рисунка 2. Без управления точкой максимальной мощности даже небольшое снижение потока солнечного света может полностью прервать зарядный ток.

Повышающий преобразователь LTC3105 с контролем входной мощности

Повышающий DC/DC преобразователь LTC3105 разрабатывался, прежде всего, для заряда аккумуляторов энергией, получаемой из окружающей среды, например, от солнечных элементов или термоэлектрических генераторов. Для извлечения из источника максимального количества энергии в LTC3105 используется MPPC. LTC3105 способен запускаться уже при входном напряжении 250 мВ, что позволяет использовать преобразователь в схемах, питающихся как от одиночного гальванического элемента, так и от батареи из девяти-десяти элементов.

Отключение выхода дает возможность исключить из схемы изолирующий диод, часто необходимый для других DC/DC преобразователей, питающихся от солнечного света, и позволяет выходному напряжению быть как больше, так и меньше входного. Пороговое значение коммутируемого тока

питанием. Микросхему LTC3105 хорошо дополняет шунтовое зарядное устройство LTC4071, поддерживающее точный уровень выходного напряжения холостого хода, инди-

цирующее статус заряда и обеспечивающее функции тепловой защиты, увеличивающей время автономной работы аккумулятора при эксплуатации вне помещений. **РЛ**

Управлять двигателями можно с помощью оптронов

Jean-Bernard Guiot

EDN

На Рисунке 1а показана схема с фиксацией воздействия, основанная на транзисторном оптроне IC₁. Если, оставляя кнопку ВЫКЛ замкнутой, нажать на кнопку ВКЛ, на светодиод оптрона поступит питание, и фототранзистор в IC₁ откроется. Теперь вы можете отпустить кнопку, и транзистор останется открытым. Сопротивление резистора R вы должны подобрать в соответствии с напряжением источника питания и характеристиками оптоизолятора. Для того чтобы выключить схему,

надо прервать путь тока, нажав на кнопку ВЫКЛ. Выходом этой схемы служит непосредственно коллектор фототранзистора. Если вам требуется изолированный выход, можно воспользоваться схемой на Рисунке 1б, принцип работы которой аналогичен схеме на Рисунке 1а. На Рисунке 1в показана похожая схема, но с двумя нормально разомкнутыми кнопками. Закорачивание светодиода оптрона IC₁ закрывает транзистор в IC₁, и IC₂ также выключается. Обратите внимание, что

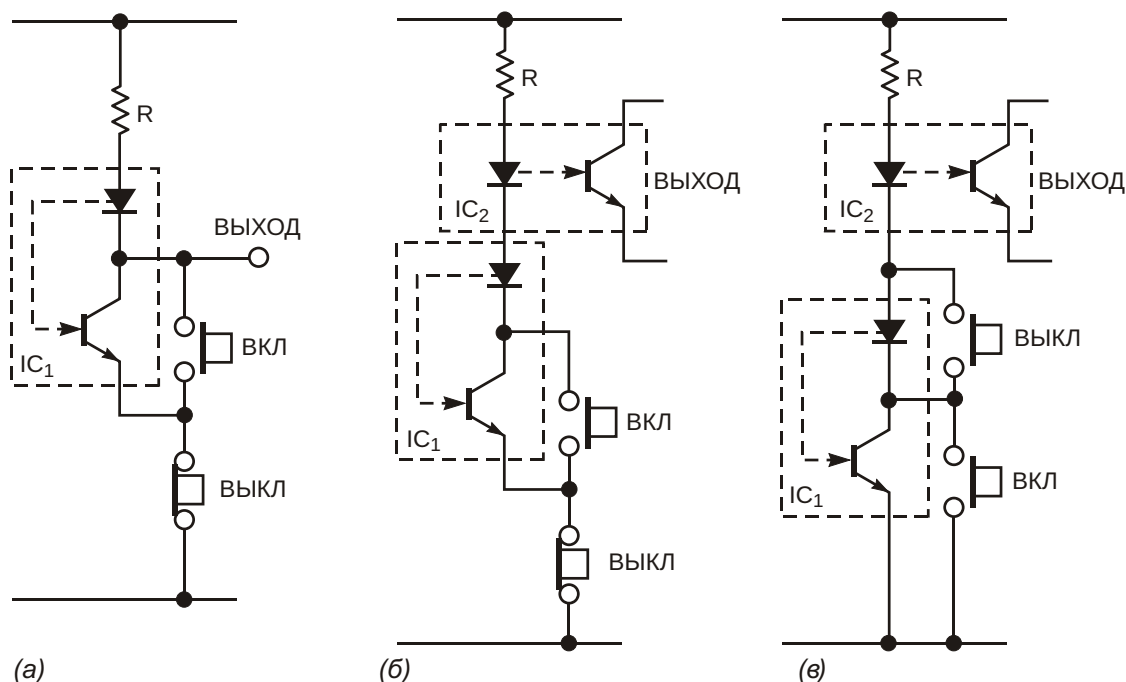


Рисунок 1. Для управления двигателями подходят различные схемы с фиксацией состояния на основе оптронов. В схеме (а) и изолированной схеме (б) для включения мотора достаточно нажать на кнопку ВКЛ. В схеме (в) надо нажать две кнопки одновременно.

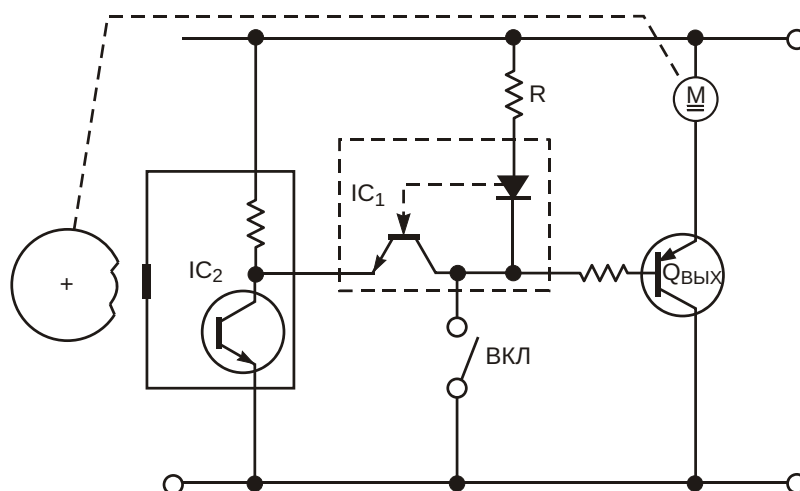


Рисунок 2. Кулачковый механизм управляет концевым выключателем, определяя положение остановки двигателя.

одновременное нажатие кнопок ВЫКЛ и ВКЛ включит выход схемы. Но имейте в виду, что нажатие кнопки ВЫКЛ снижает напряжение на схеме на величину от 1 до 2 В. Это надо принимать во внимание при расчете значения сопротивления R.

На Рисунок 2 изображена упрощенная схема приложения, в котором электродвигатель всегда должен останавливаться в определенном положении. «Упрощенная» означает, что на ней показаны лишь элементы, необходимые для иллюстрации роли оптоизолятора, и опущены, например, цепи защиты, реверса и торможения. В этой схеме IC₁ – транзисторный оптрон, а IC₂ – нормально разомкнутый бесконтактный концевой выключатель на p-n-p транзисторе. Концевой выключатель срабатывает, когда кулачок оказывается вблизи области его чувствительности. Кулачок монтируется на оси мотора. Двигатель должен останавливаться, когда кулачок проходит мимо зоны срабатывания концевой выключателя. Замыкание кнопки ВКЛ открывает транзистор Q_{ВЫХ}, позволяя мотору вращаться независимо от состояния остальных частей схемы. Во время размыкания кнопки ВКЛ может происходить следующее:

- Кулачок находится вне области чувствительности концевой выключателя. Оба транзистора в IC₁ и IC₂ закрыты, и базовый

ток Q_{ВЫХ} отсутствует. Соответственно, мотор не вращается.

- Кулачок проходит через зону срабатывания бесконтактного выключателя и включает его. Светодиод, а, следовательно, и транзистор оптрона IC₁ остаются открытыми. Таким образом, мотор продолжает вращение до тех пор, пока кулачок не приблизится к чувствительной области отражательного оптрона. В этот момент двигатель останавливается.

Все схемы испытывались с использованием оптоизолятора PC814 компании Sharp. (Схема Рисунок 2 в течение нескольких месяцев работала на нескольких машинах). Такие оптроны как 4N33, с дополнительным выводом базы фототранзистора, использовать в этих приложениях намного сложнее. Конечно же, заменить реле эти схемы не могут, но они удобны и эффективны в приложениях, в которых токи и напряжения находятся в пределах, допустимых для используемых оптоизоляторов. (Вы можете добавить некоторое усиление, воспользовавшись какими-либо мощными транзисторами Дарлингтона). Основными преимуществами подобных схем являются низкое потребление мощности, отсутствие механических шумов и дребезга контактов, невысокая цена порядка 50 центов, не критичность к подбору компонентов и размеры менее 6 10 мм. **РЛ**

Недорогой DC/DC преобразователь на основе линейного стабилизатора

Susanne Nell

EDN

Если вам нужен источник питания с высоким КПД, но использовать микросхемы дорогих DC/DC преобразователей вы не хотите, тогда схема на Рисунке 1 для вас. Ее основой служит микросхема IC₁ – широко распространенный, дешевый линейный стабилизатор напряжения LM7805. Схема, внешним ключом которой служит р-н-р транзистор, легко может отдавать выходной ток более 1 А. Дополнительной полезной функцией является автоматическое выключение переключающей цепи при отсутствии нагрузки или при снижении выходного тока до нескольких миллиампер. При этих условиях схема начинает работать как обычный линейный регулятор. После первого включения входного напряже-

ния ток потечет на выход через резистор R₁ и микросхему LM7805. Кроме того, ток пойдет через переход эмиттер-база Q₁ и включит транзистор. Начнет нарастать ток через индуктивность L₁, и выходной конденсатор C₂ будет заряжаться. Когда выходное напряжение достигнет номинального напряжения регулятора (5 В для LM7805), выход регулятора отключится.

С этого момента транзистор Q₁ выключается, поскольку LM7805 прерывает его базовый ток. После закрывания ключа напряжение на индуктивности меняет полярность, и через диод D₁ начинает течь ток. При подключенной нагрузке выходной ток разряжает

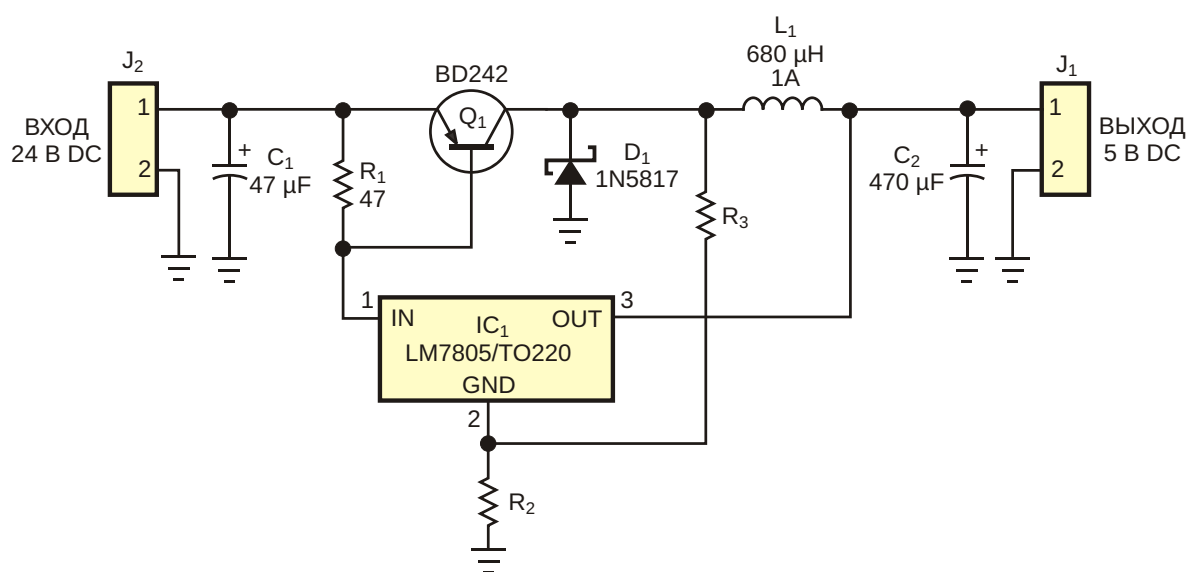


Рисунок 1. Используя линейный стабилизатор в импульсной схеме, вы можете сделать недорогой DC/DC преобразователь.

конденсатор C_2 . Когда напряжение на выходе схемы опустится на несколько милливольт ниже выходного напряжения 5 В микросхемы LM7805, микросхема вновь начнет отдавать ток в нагрузку. В результате включается Q_1 , и цикл повторяется вновь. При малой нагрузке или ее отсутствии весь выходной ток течет через LM7805, и транзистор Q_1 остается закрытым. Пусковой ток переключательной цепи вы можете изменить, подобрав соответствующее сопротивление резистора R_1 .

Эту схему можно использовать и для напряжений более высоких, чем 5 В. Заменяв

LM7805 на LM7812 или LM7815, вы получите выходное напряжение 12 или 15 В. Для таких повышенных напряжений в схему потребуется добавить резисторы R_2 и R_3 . Эти резисторы вносят в схему небольшой гистерезис, снижая частоту переключения. Типичные значения их сопротивлений равны 2.2 Ом и 2.2 кОм, соответственно. Преобразуя 24 В в 12 В с помощью схемы на Рисунке 1, вы сможете достичь КПД порядка 75. При использовании 5-вольтового регулятора КПД упадет до 65%, но и это значение все же лучше, чем можно получить от простого линейного стабилизатора. **РЛ**

Простой мощный источник тока на основе лабораторного блока питания

Roger Griswold, Maxim Integrated

Maxim Application Note 4485

Если для тестирования электронного устройства вам потребуется регулируемый источник тока, во многих случаях вы сможете сделать его, не выходя из своей лаборато-

рии. Такой источник тока легко изготовить, взяв за основу стандартный лабораторный блок питания с клеммами Кельвина (Рисунок 1). Для этой схемы потребуется дополни-

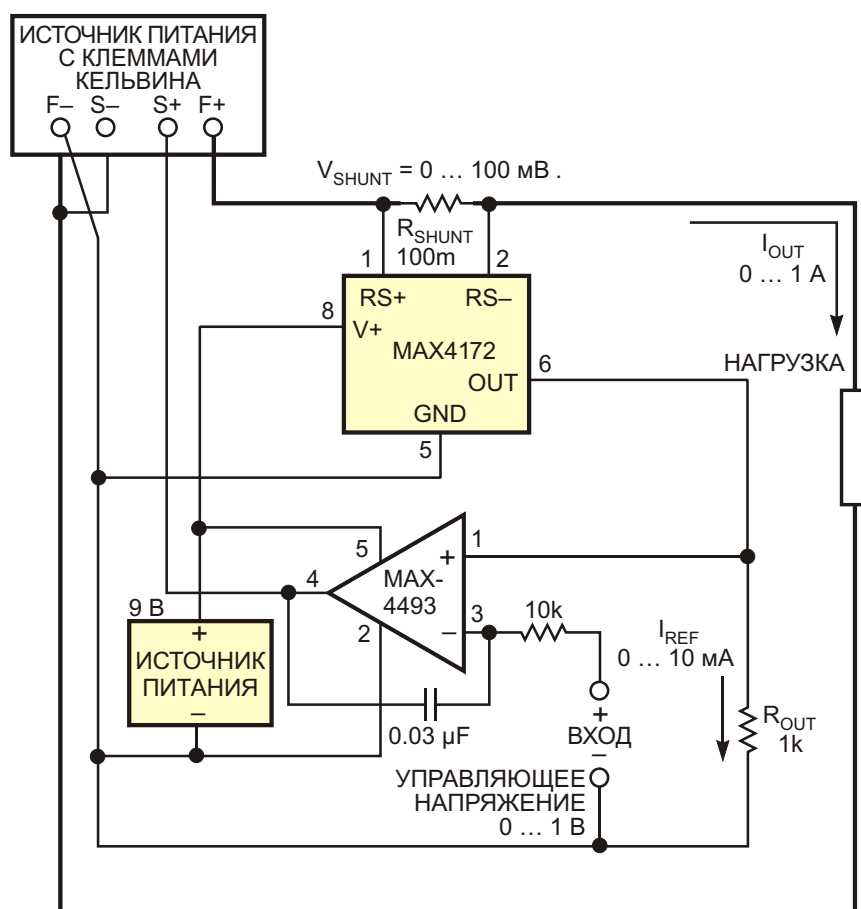


Рисунок 1. Добавление этих компонентов к стандартному лабораторному источнику питания с клеммами Кельвина образует простой источник тока, управляемый напряжением, с коэффициентом пропорциональности 1 A/V.

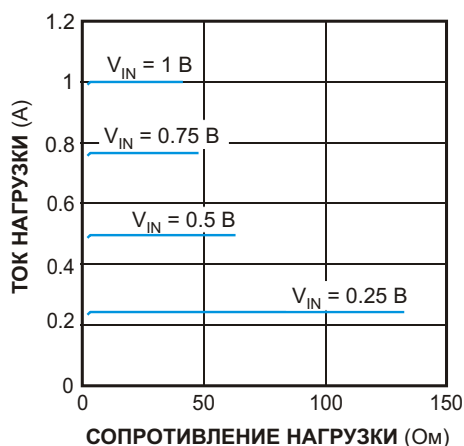


Рисунок 2. Графики зависимости тока нагрузки от сопротивления нагрузки для схемы на Рисунке 1.

тельный источник питания микросхем и отдельное управляющее напряжение. Сигнал обратной связи для источника с клеммами Кельвина вырабатывается микросхемой монитора тока верхнего плеча MAX4172, выпускаемой компанией Maxim. В конфигурации, изображенной на Рисунке 1, коэффициент передачи схемы равен 1 А/В , то есть, одному вольту управляющего напряжения

соответствует выходной ток величиной 1 А. На Рисунке 2 приведены зависимости выходного тока от сопротивления нагрузки.

Для того чтобы изменить соотношение между током и напряжением, достаточно просто пересчитать значение RSHUNT; меньшему сопротивлению будет соответствовать больший ток, и наоборот. Выходной ток источника ограничивается максимально допустимым напряжением 150 мВ между клеммами RS+ и RS–, максимальным входным синфазным напряжением 32 В и максимальным выходным током источника с клеммами Кельвина.

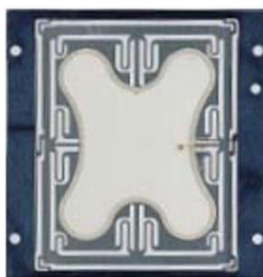
В связи с тем, что при работе схемы напряжение и ток в источнике питания с клеммами Кельвина измеряются с низкой точностью, для контроля тока и напряжения нагрузки вы должны использовать внешние приборы. Кроме того, имейте в виду, что если убрать нагрузку так, чтобы выходной ток стал равен нулю, выходное напряжение ненагруженного источника с клеммами Кельвина подскакивает до максимального значения, которое может выдавать этот прибор. **РЛ**

Питание 12-вольтового пьезоизлучателя от источника напряжения 3 В

Royce Higashi и Tony Doy, Maxim Integrated Products

EDN

Низкопрофильные пьезоэлектрические громкоговорители могут служить источником высококачественного звука для портативных электронных устройств, однако размах напряжения на их выводах должен превышать 8 В пик-пик. Между тем, в большинстве портативных устройств есть лишь низковольтный источник питания, и обычные усилители, питающиеся от батареи, не способны обеспечить излучатель напряжением достаточной для его работы амплитуды.



Один из способов решения этой проблемы показан на Рисунке 1. Используемую здесь микросхему IC₁ вы можете сконфигурировать таким образом, чтобы при питании ее от одного 3-вольтового источника размах напряжения на пьезоизлучателе достигал 12 В.

В качестве IC₁ используется микросхема MAX4410, в которой объединены драйвер стерео пьезоизлучателя и инвертирующий зарядовый насос, формирующий –3 В из напряжения положительного источни-

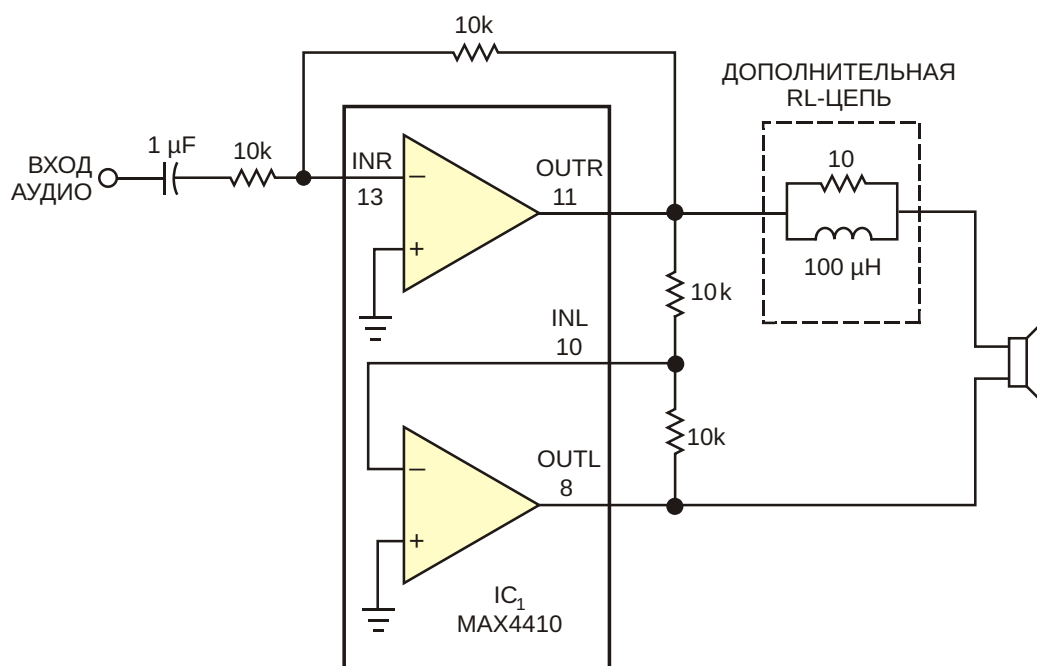


Рисунок 1. Мостовое подключение нагрузки увеличивает размах выходного напряжения усилителей.

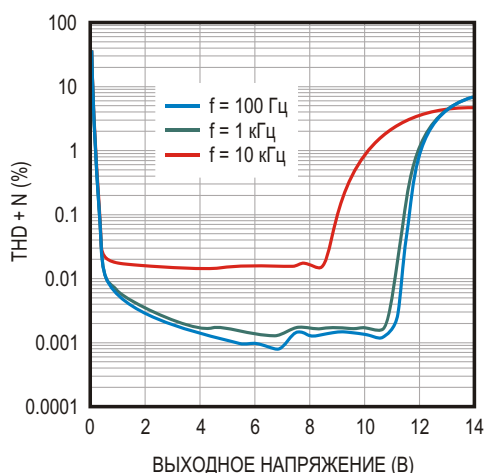


Рисунок 2. Зависимость THD+N от выходного напряжения для схемы на Рисунке 1.

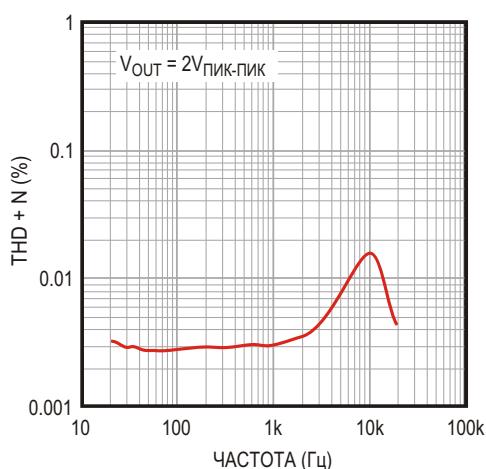


Рисунок 3. Зависимость THD+N от частоты для схемы на Рисунке 1.

ка 3 В. Таким образом, питая выходные каскады усилителей внутренним напряжением ± 3 В, на каждом выходе IC₁ можно обеспечить размах напряжения 6 В пик-пик.

При мостовом подключении нагрузки IC₁ драйвер удваивает напряжение еще раз, и его максимальный размах достигает 12 В пик-пик. В такой конфигурации правый канал IC₁ выполняет функции ведущего усилителя. Он задает коэффициент усиления устройства, управляет одной стороной пьезоизлучателя и формирует сигнал для левого канала. Если сконфигурировать IC₁ повторителем с единичным усилением, левый канал будет инвертировать выходной сигнал правого

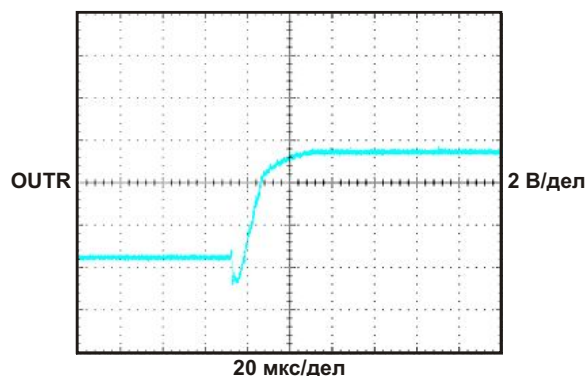


Рисунок 4. Реакция IC₁ (Рисунок 1) на скачок напряжения на выходе OUTR, подключенном к пьезоэлектрическому громкоговорителю WM-R57A, показывает, что микросхема работает устойчиво.

канала и управлять другим выводом излучателя. Для того, чтобы обеспечить низкий уровень искажений и хорошее согласование, коэффициент усиления левого канала должен устанавливаться с помощью высокоточных резисторов.

Зависимости суммы общих гармонических искажений и шума (THD+N) от выходного напряжения и частоты, которые мы получили при испытаниях этой схемы с пьезоэлектрическим громкоговорителем WM-R57A компании Panasonic, показаны на Рисунках 2 и 3. Обратите внимание, что на обоих графиках THD+N возрастает с увеличением частоты. В связи с тем, что для усилителя пьезоизлучатель представляет емкостную нагрузку, с ростом частоты импеданс громкоговорителя уменьшается, и, соответственно, увеличивается выходной ток усилителя.

При использовании указанного на Рисунке 1 пьезоизлучателя микросхема остается устойчивой (Рисунок 4), однако излучатель с другими характеристиками может стать причиной неустойчивости. В этом случае изолировать усилитель от емкости нагрузки вы можете добавлением последовательно с громкоговорителем простой индуктивно-резистивной цепи (пунктирная линия на Рисунке 1). Устройство сохраняет устойчивость до частот, на которых импеданс нагрузки на выходе микросхемы уменьшается приблизительно до 10 Ом. **РЛ**

Удвоитель напряжения на основе зарядового насоса разрывает путь прохождения постоянного тока

Michael Dunn

EDN

Однажды мне понадобилась схема удвоителя напряжения, в котором путь утечки постоянного тока между входом и выходом был бы закрыт. В конце концов, на таймере 556 (сдвоенный таймер 555) я сделал эту необычную схему с «плавающим» выходным напряжением.

Несмотря на некоторые недостатки, таймеры 555/556 являются на удивление универсальными микросхемами. Здесь оказались полезными сильноточные двухтактные выходные драйверы таймеров, способные отдавать ток более 200 мА.

Левая половина U1 включена таким образом, чтобы коэффициент заполнения генерируемых импульсов равнялся 50%.

Выход OUT1 управляет одной стороной зарядового насоса, и, кроме того, правой частью U1, включенной простым инвертором ее входного напряжения. OUT2 управляет другой стороной зарядового насоса, противофазно по отношению к OUT1.

Результирующие прямоугольные импульсы на диоде D2, имеющие амплитуду $2V_{CC}$, преобразуются в постоянное напряжение элементами D1, D3 и C5.

Выход не является истинно плавающим, поскольку при определенном соотношении потенциалов переменный ток может течь с входа на выход. Однако путь прохождения

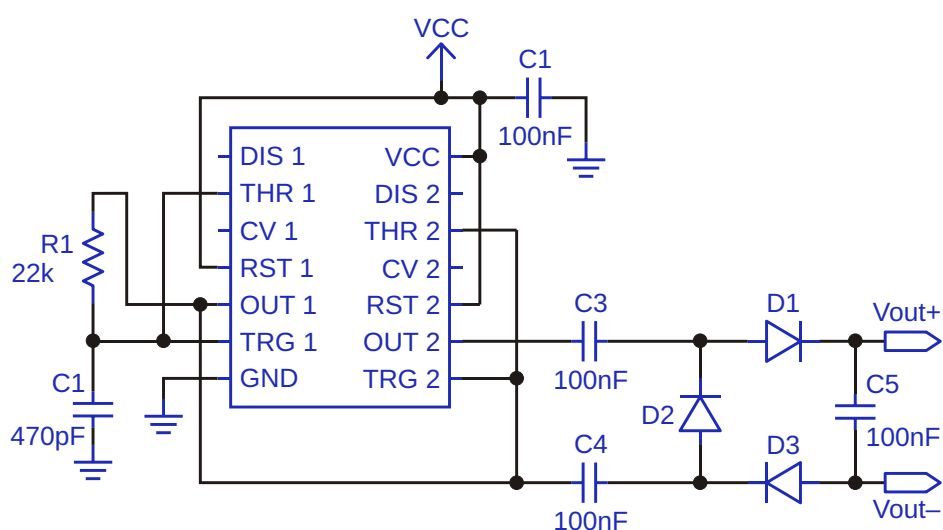


Рисунок 1. Удвоитель напряжения с псевдо-плавающим выходом на основе зарядового насоса.

постоянного тока здесь отсутствует, а это именно то, что требовалось для моей схемы твердотельного реле постоянного тока.

Номиналы компонентов зависят от требуемых значений выходного тока и частоты

переключения. Для минимизации потерь следует использовать диоды Шоттки. **РЛ**

Материалы по теме

1. [Datasheet Texas Instruments NE555](#)

ОКО Архив АВТО GPS/GSM

специализированный видеорегистратор для автотранспорта
надежно сохраняет и воспроизводит видео- и аудиоинформацию,
маршрут движения, выполняет охранные функции
во время стоянки и передает информацию по GSM
также в продаже модели
ОКО Архив АВТО и ОКО Архив АВТО GPS

ОКО Мобайл 3G

видеорегистратор с возможностью
передачи видео по беспроводным сетям 3G
также в продаже модели
ОКО Мобайл и ОКО Мобайл II - передача видео по GSM



ВИДЕОРЕГИСТРАТОРЫ СЕРИИ “ОКО АРХИВ”

построение простой, надежной, автономной системы видеонаблюдения для частного и коммерческого секторов

ОКО Архив 4NET

подключение по LAN/internet
сменный жесткий диск

ОКО Архив 4NET LE

подключение по LAN/internet
встроенный жесткий диск

ОКО Архив LITE CF

запись на карту Compact Flash

ПРОФЕССИОНАЛЬНЫЕ ИНСТРУМЕНТЫ ДЛЯ ВИДЕОНАБЛЮДЕНИЯ



“Децима”

Москва, Зеленоград, проезд 4922, дом 4, строение 1

тел: +7 (495) 988 48 58

<http://www.decima.ru>



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!

РадиоЛоцман.Журнал

Приложение для мобильных устройств (планшетов и смартфонов)



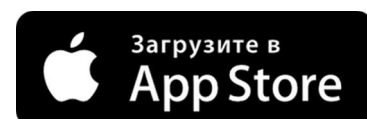
ANDROID »
GOOGLE PLAY



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



IOS (IPHONE, IPAD) »
APP STORE



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

Устанавливайте приложение и скачивайте!
Доступен весь архив номеров журнала.