



Журнал для тех, кто интересуется электроникой

РАДИОЛОЦМАН



Август 2014 (39)

19

Imagination бросает вызов
Raspberry Pi

Идеальный диод
объединяет
шины 200 В

28

Предсказание будущего:
взгляд из 1964 года

50

61

GAMEDUINO 2:
ПОЛНОЦЕННАЯ КАРМАННАЯ
ИГРОВАЯ КОНСОЛЬ
С ОТКРЫТЫМ КОДОМ

22

Altium



Форум «Altium: навстречу российскому пользователю»

МЫ ПРОДОЛЖАЕМ!

В этом году всё будет еще более насыщенно, еще ярче, еще интереснее!

Присоединяйтесь к нашей дружной компании современных активных проектировщиков!



8 октября 2014



Международный информационно-выставочный
центр «ИнфоПространство», Москва

Форум «Altium: навстречу российскому пользователю» – это прекрасная
возможность для знакомства и общения производителей и пользователей САПР.

Об Altium из первых уст



Майкл Лайдл
(Michael Leidel)

Вице-президент компании Altium
по стратегическому развитию



Роберт Хуксэл
(Robert Huxel)

Технический директор компании
Altium в области управления данными



Эльмар Дьюкек
(Elmar Dukek)

Директор по партнерским
продажам региона EMEA

Более подробная информация о мероприятии и программа форума – на сайте www.altium-forum.ru.

Регистрация производится на сайте www.altium-forum.ru и по телефону +7 (495) 645-8626, доб. 134

РАДИОЛОЦМАН

Август 2014 (39)

Главный редактор:

А. Николаев

Над номером работали:

В. Колесник
П. Колесник

И. Красноловов
С. Муратчев
А. Николаев
Н. Радунцева
М. Русских

Обложка:
А. Кравчук

Директор:

С. Муратчев

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 Atmel представляет систему-на-кристалле нового поколения для интеллектуальных приборов учета
- 4 ADIsimPE устанавливает стандарты скорости и точности в компьютерном моделировании силовых цепей
- 5 CUI выпустила модульные инкрементальные энкодеры с лучшим в отрасли сочетанием точности и надежности
- 6 International Rectifier представила надежный сдвоенный драйвер нижнего плеча для импульсных источников питания
- 7 MikroElektronika выпустила модуль Hydrogen click
- 8 Analog Devices представляет новое семейство цифровых изоляторов, оптимизированное для приложений связи с интерфейсом SPI
- 9 Linear Technology анонсировала новые прецизионные ОУ с напряжением питания 140 В
- 10 Allegro MicroSystems объявила о выпуске новых высокоточных датчиков тока
- 11 Omron выпускает на рынок уникальный МЭМС высотомер-датчик давления с разрешением 50 см
- 12 Microsoft выпустила конкурента Raspberry Pi
- 12 e2v объявила о выпуске самого высокопроизводительного в отрасли радиационно-стойкого микропроцессора
- 13 Texas Instruments расширяет семейство LDO стабилизаторов с ультранизким током потребления
- 14 Linear Technology разработала 70-ваттный микромодуль трехканального понижающего преобразователя в корпусе объемом 1.2 см³
- 15 ON Semiconductor выпустила новый контроллер защиты литий-ионных аккумуляторов
- 16 Panasonic снижает потребление модулей Bluetooth Low Energy
- 17 ON Semiconductor предлагает микросхемы импульсных регуляторов для высокоэффективных автономных сетевых источников питания
- 18 Texas Instruments выпускает PoE контроллер следующего поколения
- 19 Imagination бросает вызов Raspberry Pi

Статьи

- 22 Gameduino 2: полноценная карманный игровая консоль с открытым кодом
- 26 С помощью Картона и картона Google превратит ваш Android-смартфон... в очки виртуальной реальности
- 28 Идеальный диод объединяет шины 200 В
- 30 Стереотелефоны и усилитель: выбираем и проектируем правильно. Часть 2
- 38 Renesas Electronics – история слияний и поглощений. Глава 3 – NEC. Часть 1
- 46 Плавное управление фазой сигнала простого RC генератора
- 48 Демон Maxwell: совершенный преобразователь энергии
- 50 Предсказание будущего: взгляд из 1964 года

Схемы

- 52 Усилитель класса D для наушников на таймере 555
- 57 Простой способ реализации расщепленного питания ±5 В для аналоговых схем
- 60 Улучшив динамические характеристики оптоизолятора, можно снизить потребление мощности
- 62 Каскад на одной электронной лампе с усилением 450

Atmel представляет систему-на-кристалле нового поколения для интеллектуальных приборов учета

Сочетание двухъядерной архитектуры, высокой степени интеграции и мощных средств обеспечения безопасности идеально подходит для интеллектуальных приборов учета

Atmel сообщила о начале производства новейшей системы-на-кристалле, предназначеннной для связи с интеллектуальными приборами учета по линиям электрической сети.



Прибор SAM4CP16B расширяет платформу устройств для интеллектуальной энергетики, основанную на двухъядерной 32-битной архитектуре ARM Cortex-M4. Полностью совместимое с физическим уровнем формата OFDM и отвечающее требованиям спецификаций стандарта PRIME, исключительно гибкое решение, адресованное, в первую очередь, OEM производителям, объединило в одном устройстве независимое приложение, стек протоколов и функции управления физическим уровнем.

«Мы продолжаем развивать успех нашей лучшей в отрасли платформы SAM4Cx, предлагая гибкие и оптимизированные по стоимости средства связи для массового внедрения интеллектуальных приборов учета, — сказал Andres Munoz (Andres Munoz), менеджер по маркетингу приборов для интеллектуальной энергетики компании Atmel. — Кроме того, дополнительные усовершенствования, сделанные нашими инженерами для соответствия требованиям спецификаций стандарта PRIME, обеспечивают беспрецедентные характеристики в самых тяжелых условиях эксплуатации».

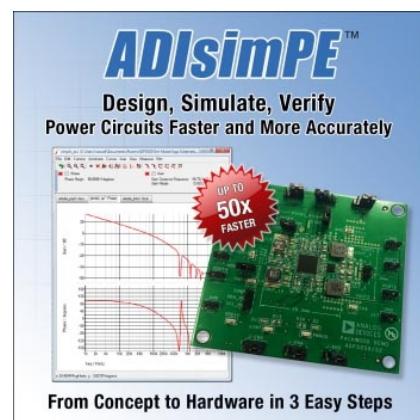
Среди основных особенностей прибора следует выделить интегрированный малопотребляющий драйвер, новый модуль криптографической защиты, 1 МБ встроенной флеш памяти, 152 КБ ОЗУ, микромощные часы реального времени и контроллер ЖК-дисплея.

Доступность

Более подробную информацию о доступности и стоимости новых приборов можно получить в местных представительствах компании Atmel.

ADIsimPE устанавливает стандарты скорости и точности в компьютерном моделировании силовых цепей

Analog Devices (AD) выпустила программу ADIsimPE, созданную для моделирования устройств с линейными и смешанными сигналами, и ориентированную на покупателей с ограниченными финансовыми возможностями и с небольшим бюджетом времени. ADIsimPE создана на основе симуляторов SIMetrix и SIMPLIS. Для моделирования линейных цепей, таких как прецизионные источники опорного напряжения, операционные усилители и линейные регуляторы напряжения, используется SPICE симулятор SIMetrix. Для высокоскоростного анализа



нелинейных цепей, подобных схемам ФАПЧ или импульсным источникам питания, используется симулятор SIMPLIS (SIMulation of Piecewise Linear Systems), позволяющий в 50 раз сократить время моделирования нелинейных цепей в сравнении с лучшими симуляторами, использующими SPICE модели.

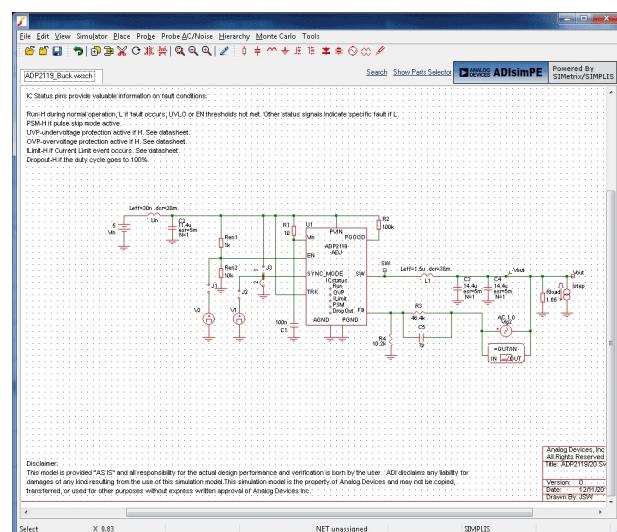
Центр конструирования ADIsimPower Design

Онлайн центр поддержки ADIsimPower Design предлагает разработчикам завершенную экосистему виртуальной оценки, с помощью которой весь путь от технических требований заказчика до готового решения можно быстро пройти за три простых шага, уменьшив риски потребителя, а также значительно сократив время вывода конечного продукта на рынок:

1. Выбор оптимального решения, основанного на эффективности, стоимости, площади печатной платы и количестве компонентов;
2. Создание и оптимизация решения с помощью загружаемых компонентов пакета программ ADIsimPower;
3. Моделирование и проверка с помощью ADIsimPE.

Симулятор ADIsimPE содержит библиотеку утвержденных AD моделей микросхем и проверенных примеров практических схем, которые можно редактировать для приведения в соответствие с требованиями пользователя. Для создания приложений управления питанием конструкторы могут использовать онлайн центр разработки ADIsimPower, чтобы выбрать наилучшее техническое решение, основанное на таких ключевых параметрах, как эффективность, стоимость, площадь печатной платы и количество компонентов. Каждый инструмент в ADIsimPower используется для того, чтобы оптимизировать конструкцию, предоставив проверенное симу-

лятором интегрированное и цельное решение, не требующее ручного редактирования схемы или настроек параметров моделирования. Такая программная интеграция позволяет быстро достичь точных результатов любому пользователю, не читавшему технической документации или не имеющему опыта моделирования электрических цепей.



тью, составляющей ± 5 угловых минут, AMT11 идеально подойдут для средств автоматизации, промышленных роботов и систем контроля движения в устройствах, использующих возобновляемые источники энергии.



Информация о положении формируется с помощью запатентованной CUI емкостной системы генерации кода, связанной с разработанной CUI специализированной микросхемой. Устройство имеет также встроенную систему диагностики для использования в полевых условиях или на этапе разработки, доступную через последовательный графический интерфейс пользователя AMT Viewpoint.

Кроме того, модульная конструкция ступицы упрощает процесс монтажа, сокращая

время установки и центровки до нескольких секунд.

AMT11 имеют 20 программируемых уровней разрешения в диапазоне от 48 до 4096 импульсов на оборот, устанавливаемых либо в процессе производства, либо с использованием AMT Viewpoint. Энкодеры отличаются небольшими габаритными размерами 28.58 37.25 10.34 мм и сверхшироким диапазоном рабочих температур $-40 \dots +105^{\circ}\text{C}$.

При входном напряжении 5 В энкодер потребляет ток 10 mA, что вполне удовлетворяет требованиям к мобильным устройствам с батарейным питанием. Диапазон входных напряжений приборов равен 4.5 ... 5.5 В.

Дополнительные опции включают возможность выбора между радиальной и аксиальной ориентацией разъема, 9 вариантов переходных муфт диаметром от 2 мм до 8 мм и несущие платы с предварительно просверленными наборами монтажных отверстий, позволяющих закрепить на них широкий диапазон двигателей.

AMT11 продаются через дистрибуторов CUI по цене \$29.63 за штуку. Компания готова к обсуждению поставок по ценам OEM.

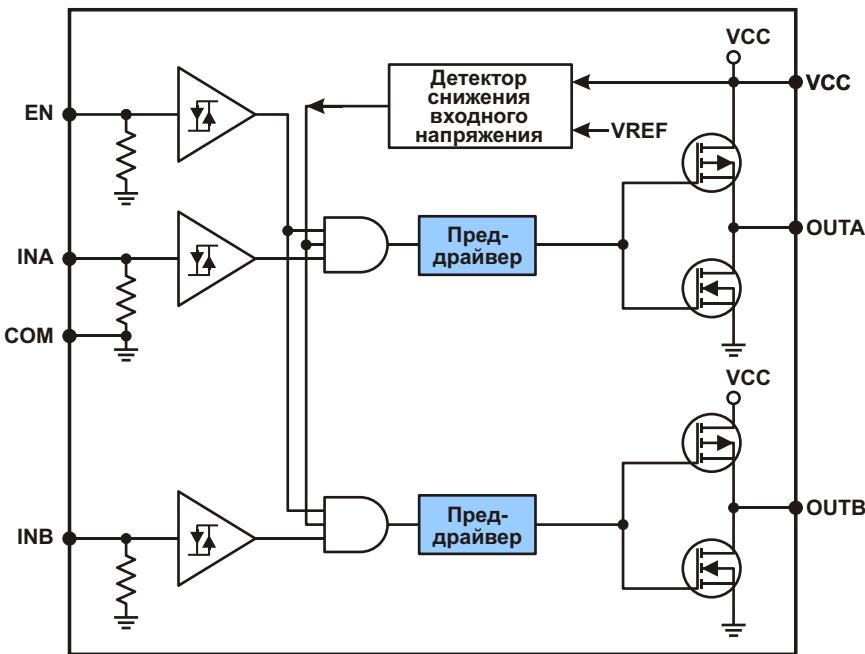
International Rectifier представила надежный сдвоенный драйвер нижнего плеча для импульсных источников питания

International Rectifier представила микросхему AUIRB24427S сдвоенного силноточного драйвера нижнего плеча, предназначенную для использования в гибридных и электрических автомобилях и в промышленных конвертерах высокой мощности.

AUIRB24427S способна отдавать очень большой ток, превышающий 6 А на канал во всем диапазоне рабочих температур, обеспечивая управление затворами больших IGBT и MOSFET, как в составе гибридных модулей, так и автономно. Благодаря исключительно низкому выходному сопротивлению микросхемы, как в фазе включения, так и выключения, потери энергии также очень низки, что позволяет микросхемам надежно работать в качестве драйвера первичной или вторичной стороны в тяжелых условиях и при высоких температурах, характерных для гибридных электромобилей.



AUIRB24427S выпускаются в корпусах PSOIC-8N с уменьшенным тепловым сопротивлением, позволяющих рассеивать намного большую мощность, чем допускают стандартные двухрядные корпуса SMD, и, соответственно, существенно расширяют диапазон рабочих температур устройства. Кроме того, rail-to-rail выходной каскад, в верхнем плече которого использованы Р-канальные



Функциональная схема AUIRB24427S

MOSFET, снижает потери мощности за счет малого внутреннего падения напряжения. Выходное сопротивление AUIRB24427S при температуре 125 °C не превышает 650 мОм.

Технические характеристики AUIRB24427S

- Корпус: PSO8
- Выходной ток: 6 А
- Напряжение питания: 5...20 В
- Выходное сопротивление: не более 650 мОм при температуре 125 °C

- Время задержки включения/выключения: 40 нс/55 нс
- Время нарастания/спада импульса управления: 33/33 нс

Доступность и цена

Цены, установленные на драйвер AUIRB24427S, начинаются от \$0.78 для партий от 10,000 микросхем. Отгрузка производится немедленно со склада компании. Устройства не содержат свинца и соответствуют предписаниям директивы RoHS.

MikroElektronika выпустила модуль Hydrogen click

Шестой датчик компании с обонятельным сенсором измеряет количество газообразного водорода

Модуль Hydrogen click содержит датчик MQ-8 с чувствительным слоем из диоксида



при атомно-водородной сварке, в качестве хладагента систем охлаждения роторов двигателей и т. д.

Кроме того, за водородом будущее экологически чистой энергии. Единственной проблемой является наличие некоторых сложностей при сборе газообразного водорода экологически чистым способом. Процесс раз-

ложения воды более дорог, нежели получение водорода из природного газа, но в последнем случае выделяются парниковые газы, что противоречит первоначальной цели. Будущее за разложением воды с использованием солнечной энергии, и учёные работают над тем, чтобы сделать этот процесс более эффективным.

Аналоговые устройства Analog Devices представят новое семейство цифровых изоляторов, оптимизированное для приложений связи с интерфейсом SPI

Analog Devices представляет новое семейство цифровых изоляторов, оптимизированное для систем передачи информации, использующих интерфейс SPI. Семейство ADuM315x SPIisolator основано на отмеченной наградами технологии цифровой изоляции iCoupler, которая была использована более чем в 1 млрд. каналов проданных микросхем.



Поддерживая работу интерфейса SPI на частоте до 40 МГц, новый изолятор более чем в шесть раз быстрее, на 80% меньше и на 85% дешевле конкурирующих устройств на основе оптопар или других цифровых изоляторов. Более высокая тактовая частота интерфейса SPI повышает пропускную способность систем сбора данных, что позволяет повысить их производительность и сократить время отклика. Высокий уровень функциональной интеграции дает разработчикам простое однокристальное решение для изоляции высокоскоростных сигналов SPI вместе

с часто требуемыми низкоскоростными сигналами состояния и контроля.

Семейство ADuM315x может быть применено в широком спектре устройств с высокоскоростным обменом данными по интерфейсу SPI, включая распределенные системы управления, программируемые логические контроллеры и устройства управления датчиками средств промышленной автоматизации, контрольно-измерительного оборудования и привода двигателей.

Подробнее о семействе ADuM315x SPIisolator

Высокоинтегрированные устройства семейства ADuM315x упрощают создание готовых систем изоляции SPI, нуждаясь лишь в трех внешних компонентах, в отличие от альтернативных вариантов, основанных на оптопарах или других цифровых изоляторах, для которых требуется от 18 до 32 дополнительных компонентов. Микросхемы семейства ADuM315x характеризуются низкой задержкой прохождения сигнала и низким джиттером в каналах CLK, MOSI, MISO и SS, что позволяет использовать их на частотах до 40 МГц. Новые цифровые изоляторы также поддерживают частоту дискретизации выпускаемых Analog Devices 12-, 16- и 18-битных прецизионных АЦП. Напряжение изоляции семейства ADuM315x равно 3.75 кВ с.к.з. До конца 2014 года ожидается появление новых микросхем SPIisolator с напряжением изоляции 5 кВ с.к.з.

ADuM3150 поддерживает тактовый выход с задержкой на ведущей стороне, который вместе с дополнительным портом общего назначения обеспечивает работу на скорости до 40 МГц.

В состав микросхем ADuM3151, ADuM3152 и ADuM3153 в различных комбинациях входят четыре высокоскоростных канала и три дополнительных независимых низкоскоростных канала.

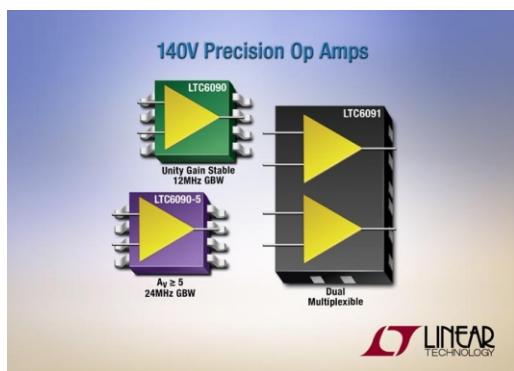
ADuM3154 способен мультиплексировать до 4 подчиненных устройств, объединяя их

для обслуживания одним цифровым изолитором.

ADuM315x поставляются в 20-контактных корпусах SSOP по ценам, начинающимся от \$2.15 за микросхему при объеме партии 1000 штук. Также предлагаются отладочные платы стоимостью \$49.

Linear Technology анонсировала новые прецизионные ОУ с напряжением питания 140 В

Расширяя свое семейство прецизионных операционных усилителей (ОУ), работающих при напряжении питания до 140 В (± 70 В), Linear Technology выпустила микросхемы LTC6091 и LTC6090-5. Сдвоенный ОУ LTC6091 будет полезен в мультиплексируемых приложениях, поскольку каждый из усилителей имеет индивидуальный вывод разрешения выхода. Нескорректированный одиночный ОУ LTC6090-5, устойчивый при коэффициенте усиления не менее 5, имеет повышенную скорость нарастания выходного напряжения.



В усилителях LTC6090, LTC6090-5 и LTC6091 сочетаются широкий диапазон напряжений питания, высокая точность и низкие шумы. Напряжение смещения не превышает 1.25 мВ во всем диапазоне рабочих температур, а низкочастотные шумы вида 1/f в полосе частот от 0.1 Гц до 10 Гц равны 3.5 мкВ. КМОП-структура входов ограничивает входной ток смещения уровнем 50 пА при 85 °C, что делает семейство LTC6090 пригодным для схем обработки сигналов датчиков и других приложений, требующих высокого входного сопротивления.

Нескорректированный усилитель LTC6090-5 имеет произведение ширины полосы пропускания на коэффициент усиле-

ния, равное 24 МГц, и скорость нарастания 37 В/мкс, в то время, как для LTC6090 и LTC6091, скорректированных до единичного усиления, соответствующие параметры составляют 12 МГц и 21 В/мкс.

Потребляемый каждым из усилителей ток не превышает 3.9 мА. Типовой ток короткого замыкания выхода равен ± 90 мА. Соединенный с выводом корпуса TFLAG флаг перегрева устанавливается, когда температура перехода устройства превышает 145 °C. Для активного управления температурным режимом этот вывод можно подключить к входу Output Disable (Отключение Выхода).

LTC6090 и LTC6090-1 выпускаются в 8-выводных корпусах SOIC и 16-выводных корпусах TSSOP. LTC6091 предлагается в 16-выводном корпусе QFN размером 4 × 6 мм. У каждого из корпусов имеется вскрытое основание, служащее для минимизации теплового сопротивления. Цены для партий объемом 1000 штук начинаются от \$3.45 за одну микросхему LTC6090 или LTC6090-5, и от \$6.61 за LTC6091.

Микросхема LTC6090 выпускается для трех диапазонов рабочих температур перехода: 0 °C ... +70 °C, -40 °C ... +85 °C и -40 °C ... +125. Варианты LTC6091 рассчитаны на температуры перехода -40 °C ... +85 °C или -40 °C ... +125 °C.

Сводка основных характеристик LTC6091:

- Диапазон напряжений питания: ± 4.75 В ... ± 70 В (140 В);
- Напряжение шумов в диапазоне частот 0.1 Гц ... 10 Гц: 3.5 мкВ;
- Входной ток смещения не более 50 пА;
- Малое напряжение смещения: не более 1.25 мВ;

- Низкий дрейф напряжения смещения: не более ± 5 мкВ/°C;
- Коэффициент подавления синфазного сигнала не менее 130 дБ;
- Выходной каскад Rail-to-Rail;
- Втекающий и вытекающий выходной ток не менее 20 мА;
- Произведение ширины полосы пропускания на коэффициент усиления (добротность): 12 МГц;
- Скорость нарастания 21 В/мкс;
- Плотность шумов 11 нВ/ Гц;
- Защитное отключение при перегреве;
- 16-выводной корпус QFN с размерами 4x6 мм.

Сводка основных характеристик LTC6090-5:

- Диапазон напряжений питания: ± 4.75 В ... ± 70 В (140 В);

- Напряжение шумов в диапазоне частот 0.1 Гц ... 10 Гц: 3.5 мкВ;
- Входной ток смещения не более 50 пА;
- Малое напряжение смещения: не более 1.25 мВ;
- Низкий дрейф напряжения смещения: не более ± 5 мкВ/°C;
- Коэффициент подавления синфазного сигнала не менее 130 дБ;
- Выходной каскад Rail-to-Rail;
- Втекающий и вытекающий выходной ток не менее 50 мА;
- Произведение ширины полосы пропускания на коэффициент усиления (добротность): 24 МГц;
- Скорость нарастания 37 В/мкс;
- Плотность шумов 11 нВ/ Гц;
- Защитное отключение при перегреве;
- Корпуса SOIC-8E или TSSOP-16E со сниженным тепловым сопротивлением.

Allegro MicroSystems объявила о выпуске новых высокоточных датчиков тока

Датчик разработан для схем измерения тока, требующих повышенной точности и гальванической развязки

Allegro MicroSystems объявила о выходе двух новых датчиков, предназначенных для измерения биполярного тока ± 5 А или одностороннего тока 10 А в приборах с малым потреблением, требующих большого размаха выходного напряжения при меньшем токе. Микросхемы ACS722 и ACS723 обеспечивают экономичное и высокоточное решение для измерения постоянного или переменного тока в промышленных, коммерческих и телекоммуникационных системах. Миниатюрный корпус можно разместить в любом устройстве с ограниченным объемом и, дополнитель но, снизить стоимость за счет уменьшения размера печатной платы. Типо-

вые применения включают управление двигателями, определение наличия нагрузки и ее регулирование, измерение токов в импульсных источниках питания и организацию цепей защиты от перегрузки по току. (Следует подчеркнуть, что эти устройства не предназначены для использования в автомобильных приложениях).

Новые устройства состоят из схемы точного линейного датчика Холла с малым смещением и медного проводящего канала, расположенного вблизи поверхности кристалла. Приложенный ток, протекая через этот канал, генерирует магнитное поле, которое улавливается интегрированным датчиком Холла и преобразуется в пропорциональное напряжение. Точностные характеристики устройства оптимизированы за счет расположения источника магнитного поля в непосредственной близости от преобразователя Холла. Стого пропорциональное выходное напряжение формируется BiCMOS микросхемой датчика Холла с импульсной стабилизацией смещения нуля, программно подстраиваемой



мой после корпусирования прибора. При возрастании тока, протекающего через основной медный проводящий канал (от выводов 1 и 2 к выводам 3 и 4), выходное напряжение имеет положительный наклон. Типовое внутреннее сопротивление канала составляет 0.6 мОм, обеспечивая минимальные потери мощности.

Контакты токопроводящего канала электрически изолированы от входов и выходов датчика (выводы 5...8). Это позволяет в сильноточных приложениях включать датчики ACS722 и ACS723 без дифференциальных усилителей или иных дорогостоящих технических решений, необходимых для изоляции цепей измерения напряжений в положительнойшине питания. Устройство сертифицировано на напряжение изоляции 2400 В с.к.з. и может использоваться в схемах, связанных с шинами переменного тока.

Датчики поставляются в миниатюрном низкопрофильном корпусе SOIC8 для повер-



хностного монтажа. Выводная рамка имеет стопроцентное покрытие из матового олова, удовлетворяющее требованиям совместимости со стандартным процессом сборки бессвинцовых печатных плат. Внутренние элементы устройства также не содержат свинца, за исключением высокотемпературных шариковых контактов на основе оловянно-свинцового припоя, необходимых для монтажа методом перевернутого кристалла, на которые требования RoHS в настоящее время не распространяются. Перед выпуском с фабрики микросхемы полностью калибруются.

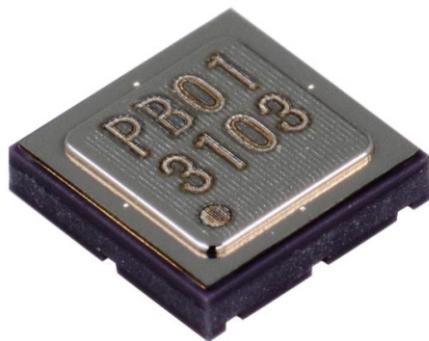
Omron выпускает на рынок уникальный МЭМС высотомер-датчик давления с разрешением 50 см

Graham Prophet

EDN

Созданный компанией Omron высокоточный датчик абсолютного давления способен регистрировать различия в высоте над уровнем моря всего в 50 см. Основанный на МЭМС технологии Omron датчик 2SMPB-01-01 представляет собой миниатюрный модуль, предназначенный для измерения высоты и атмосферного давления или толщины слоя воды в носимых электронных устройствах, мониторах активности, промышленных или судовых приборах, а также в мобильных телефонах и камерах.

Среди всех выпускаемых компанией датчиков абсолютного давления 2SMPB-01-01 стал самым совершенным прибором с точностью измерений ± 6 Па относительно абсолютного вакуума. Габариты модуля не превышают 3.8 x 3.8 x 1 мм, что позволяет встраивать его в любое портативное оборудование. Для простоты сопряжения с цифровой электроникой в модуль интегрирован интерфейс I²C. Устройство содержит мало-



шумящий 24-битный аналого-цифровой преобразователь и энергонезависимую память, в которую на этапе производства заносятся индивидуальные калибровочные параметры.

Датчик измеряет давление с относительной точностью 6 Па, абсолютной точностью $-400 \dots +400$ Па и разрешением 0.06 Па в диапазоне от 30 до 110 кПа. Детектор давления датчика, сделанный на основе полного

моста с пьезорезистивным элементом, полностью термокомпенсирован, и обеспечивает абсолютную точность измерения температуры $\pm 2^{\circ}\text{C}$.

Типичный средний ток, потребляемый датчиком 2SMPB-01-01 при одном измерении в секунду в режиме высокой точности, составляет 9 мкА, а максимальный ток во время измерения – 500...600 мкА, что оче-

видным образом подходит для интеграции прибора в любую электронную систему с батарейным питанием. В зависимости от требований к потребляемой мощности, датчик может работать в трех различных режимах: стандартном, высокой точности и пониженного энергопотребления. Прибор выпускается в 8-выводном корпусе QFN с контактами для поверхностного монтажа.

Microsoft выпустила конкурента Raspberry Pi

Nicolette Emmino

Electronic Products

Прошло уже более двух лет с тех пор, как мы узнали и полюбили недорогой микрокомпьютер под названием Raspberry Pi.

Теперь и Microsoft выпустила свою (чуть более дорогую) версию любительского компьютера, подобного Raspberry Pi.



Конкурент Raspberry Pi – плата Sharks Cove.

Миникомпьютер Sharks Cove размещен на плате размером 4 × 6 дюймов (100 × 150 мм), и по утверждению компании, превосходит по мощности Raspberry Pi. На плате установлен процессор Intel Atom версии Bay Trail с такто-

вой частотой 1.33 ГГц, 1 ГБ ОЗУ, 16 ГБ внутренней памяти, порт HDMI, 3.5-миллиметровый стерео разъем и один порт USB 2.0.

Microsoft старается предлагать Sharks Cove в первую очередь разработчикам, которые хотят создавать драйверы для продуктов Windows (таких, как телефоны и планшеты), однако плата может также использоваться для разработок на платформе Android.

Sharks Cove начинает продаваться за \$300, что несколько больше цены \$35, установленной на плату Raspberry Pi.

Однако в блоге Microsoft's по этому поводу сказано:

«В эту цену входит не только стоимость железа, но еще и образ ОС Windows 8.1, а также утилиты, необходимые для ее работы на Sharks Cove. А если дополнительно учесть возможность связки набора драйверов Windows 8.1 с Visual Studio Express, и то, что оба этих компонента бесплатны для владельцев пароля подписчика MSDN, то нетрудно увидеть, что первоначальные затраты для разработчиков драйверов Windows стали намного меньше, чем это было раньше».

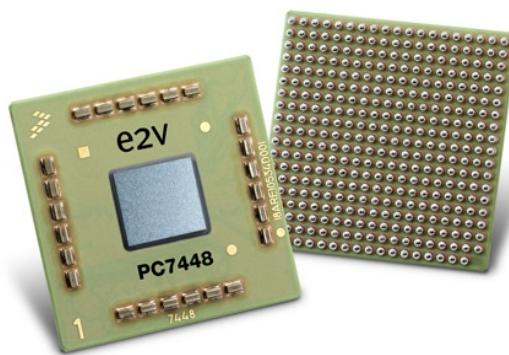
е2v объявила о выпуске самого высокопроизводительного в отрасли радиационно-стойкого микропроцессора

Компания е2v объявила о выпуске самого высокопроизводительного в отрасли микропроцессора PC7448, предназначенного для использования в космической аппара-

туре. Прибор является первым микропроцессором гигагерцевого класса, сертифицированным по космическому стандарту QML Y.

Радиационно-стойкий микропроцессор PC7448 основан на архитектуре Power Architecture с ядром e600, работающим на частоте 1267 МГц. Благодаря встроенному движку AltiVec SIMD (Single Instruction Multiple Data – один поток команд, множество потоков данных), производительность процессора на полной скорости приближается к 10 Гфлопс. Пригодная для использования в космосе версия этого устройства предназначена для приложений с повышенной вычислительной нагрузкой, таких, как обработка изображений на спутниках наблюдения за Землей и мониторинга погоды, а также обработка данных в локаторах с синтезированной апертурой и в аппаратуре телекоммуникационных спутников.

Для космических приложений, требующих еще более высокой надежности, e2v выпускает версию PC7448, удовлетворяющую стандарту MIL-PRF-38535 Class Y (QML Y), для которой гарантируется лучшая надежность в классе подобных приборов.



В приборе PC7448 предусмотрен режим динамического переключения частоты, снижающий потребление мощности при работе процессора на низких скоростях (до 300 МГц). Это исключительно удобно для приложений управления и контроля, требующих средней производительности контроллеров, таких, например, как сервоприводы ракет-носителей.

e2v принимает заказы на поставку инженерных образцов для контрольных испытаний.

Texas Instruments расширяет семейство LDO стабилизаторов с ультранизким током потребления

Продолжая расширять свой портфель стабилизаторов с малым падением напряжения (LDO), Texas Instruments (TI) представила 17 новых высоковольтных LDO, удовлетворяющих требованиям стандарта AEC-Q100 и ориентированных на рынки автомобильных и промышленных приложений. Новые микросхемы с ультра низким током потребления, включая семейство TPS7A16xx-Q1 с входным напряжением до 60 В, семейства TPS7A66xx-Q1 и TPS7B67xx, а также LDO TPS7B4250-Q1, могут использоваться во множестве схем с непосредственным пита-

нием от аккумулятора легкового или грузового автомобиля, таких, например, как приборные панели, усилители рулевого управления, информационно-развлекательные системы, бортовая электроника и устройства управления освещением.

Ключевые особенности и преимущества новых LDO:

- Ультра низкий ток потребления увеличивает время жизни батарей:** Новые LDO с током покоя 10 мкА сокращают потребление мощности и увеличивают ресурс батарей.
- Компенсация эквивалентного внутреннего последовательного сопротивления может способствовать оптимизации цены системы и стабильности ее работы:**

Разработчики имеют возможность гибкого выбора из большого ассортимента выходных конденсаторов, включая керамические, для оптимизации цены системы и повышения ее стабильности.



- Высокое входное напряжение позволяет подключать автомобильные подсистемы непосредственно к аккумуляторной батарее автомобиля:**

LDO могут работать при входных напряжениях до 40 В в постоянном режиме и до 45 В в перегрузочном, характерном для пусковых режимов автомобиля. Кроме того, микросхема TPS7A1601-Q1 с допустимым входным напряжением 60 В может использоваться в электронике грузового транспорта и в оборудовании, эксплуатируемом в особо тяжелых условиях.

- Функция слежения улучшает точность съема данных с датчиков, расположенных вне печатной платы:**

Слежение уменьшает практически до нуля различия в напряжениях питания на плате и вне ее. Слежение позволяет пользователям получать более точные данные от внешних датчиков.

- Интегрированный оконный сторожевой таймер обеспечивает функциональную безопасность:**

Интегрированный оконный сторожевой таймер позволяет потребителям на системном уровне выполнять требования функциональной безопасности.

Средства разработки и техническая поддержка

Протестировать новые стабилизаторы и быстро встроить их в свои конструкции разработчики могут с помощью специально подготовленной TI линейки отладочных модулей и библиотеки SPICE моделей.



Доступность, корпуса, цены

LDO стабилизаторы TPS7A16xx-Q1 выпускаются в 8-выводных корпусах MSOP-PowerPad, и в партиях из 1000 приборов продаются по цене \$1.65 за штуку. TPS7A66xx-Q1 в аналогичных корпусах предлагаются по цене \$0.60. TPS7B67xx-Q1 в 20-выводных корпусах HTSSOP стоят \$0.80 за штуку.

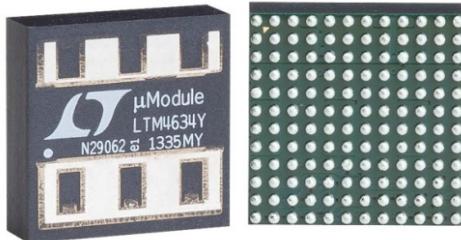
Linear Technology разработала 70-ваттный микромодуль трехканального понижающего преобразователя в корпусе объемом 1.2 см³

Linear Technology разработала новый микромодуль LTM4634 в корпусе BGA 15 × 15 × 5.01 мм с интегрированным теплоотводом, содержащий три понижающих преобразователя. Термически эффективный корпус позволяет модулю LTM4634 при температуре окружающей среды 65 °C и скорости воз-

душного потока 200 LFM (линейных футов в минуту) без внешнего теплоотвода отдавать в нагрузку мощность 70 Вт при максимальных выходных токах 5 А, 5 А и 4 А. Законченное решение, для создания которого необходимо добавить всего 13 керамических конденсаторов и три резистора, можно разместить на 4.5 см² двухсторонней печатной платы. В корпусе микромодуля LTM4634 объединены три DC/DC контроллера, силовые ключи, индуктивности и цепи коррекции. Стабилизированные выходные напряжения каналов 1 и 2 можно регулировать в пределах от 0.8 В до 5.5 В, а канала 3 – от 0.8 В до 13.5 В. Точность стабилизации во всем диапазоне входных напряжений, токов нагрузки и температур составляет ±1.5%. Сочетание широкого диапазона выходных напряжений, тер-



мически эффективного корпуса, высокой точности и малых размеров делает LTM4634 идеальным компонентом для управления промежуточными шинами питания 12 В, 5 В и 3.3 В в измерительных, коммуникационных и промышленных приложениях.



Три преобразователя LTM4634 работают от входного напряжения от 4.75 до 28 В. Раздельные входы каждого преобразователя позволяют питать первый и/или второй каналы от промежуточной шины 12.5 В/50 Вт, формируемой третьим каналом. Все три канала синхронизируются общим внутренним или внешним тактовым сигналом, фазы которого для минимизации входных пульсаций сдвинуты на 120°. Для увеличения выходного тока до 10 А каналы 1 и 2 можно соединять параллельно. Регулятор имеет защиту от повышенного выходного напряжения и тока. Два внутренних термодиода, расположенных возле силовых каскадов, позволяют контролировать температуру модуля.

LTM4634 рассчитаны на диапазон рабочих температур от -40 °C до +125 °C. Приборы поставляются со склада немедленно по подтверждении заказа. Цены в партиях из 1000 модулей начинаются от \$35.95 за штуку.

Сводка основных особенностей LTM4634

- Трехканальный понижающий преобразователь с максимальным входным напряжением 28 В и выходной мощностью 70 Вт в объеме менее 1.2 см³
 - Для создания законченного решения требуется всего несколько керамических конденсаторов и резисторов
- Корпус BGA размером 15 15 5.01 мм с интегрированным теплоотводом
- Полные нагрузки (5 А, 5 А, 4 А) во всех каналах при температуре окружающей среды 65 °C и скорости воздушного потока 200 LFM без внешнего теплоотвода
- Диапазон рабочих напряжений от 4.75 до 28 В с раздельными входами для каждого канала
- Выходное напряжение устанавливается пользователем с точностью ±1.5% в диапазонах:
 - Канал 1: 0.8 В ... 5.5 В
 - Канал 2: 0.8 В ... 5.5 В
 - Канал 3: 0.8 В ... 13.5 В
- Каналы 1 и 2 можно соединять параллельно для увеличения выходного тока до 10 А.

ON Semiconductor выпустила новый контроллер защиты литий-ионных аккумуляторов

LC05111CMT позволит сократить время заряда аккумуляторов в портативных электронных устройствах за счет точного контроля зарядного и разрядного токов

ON Semiconductor анонсировала новый контроллер защиты литий-ионных аккумуляторов смартфонов и планшетных компьютеров. В высокоинтегрированной микросхеме LC05111CMT компания объединила технологии изготовления аналоговых схем и мощных MOSFET, а также свой передовой опыт изготовления на одном кристалле контроллеров и мощных драйверов.

LC05111CMT обеспечивает точное управление выходным током без использования внешних резистивных датчиков тока. Постоянное управление током сокращает время



заряда за счет увеличения зарядного тока. Устройство содержит высокоточные схемы детекторов и задержек включения, защищающие аккумулятор от перезаряда и глубокого разряда, а также от превышения разрядного и зарядного токов. Благодаря высокому уровню интеграции сокращается количество необходимых внешних компонентов, и, соответственно, уменьшается площадь, занимаемая схемой на печатной плате.

«Точный контроль тока аккумуляторов и небольшие размеры схемы управления являются очевидными требованиями для современных портативных устройств, – сказал Икуя Кавасаки (Ikuya Kawasaki), генеральный

директор подразделения Интеллектуальных решений для электропитания компании ON Semiconductor. – LC05111CMT объединяет технологии, позволяющие создать физически небольшое, но функционально инновационное устройство, которое поможет сократить время заряда аккумулятора и обеспечить схему управления многоуровневой защитой».

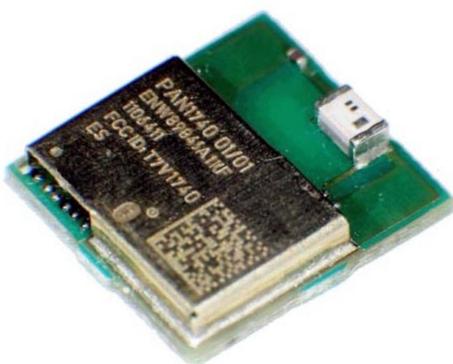
Цена и корпус

LC05111CMT предлагаются в не содержащем свинца и галогенов корпусе WDFN-6 по бюджетной цене \$1.00 за штуку в партиях из 10,000 микросхем.

Panasonic снижает потребление модулей Bluetooth Low Energy

Революционный модуль Bluetooth Low Energy в режиме передачи или приема потребляет ток 5 мА

Взрывное расширение сферы использования устройств Bluetooth с низким энергопотреблением (Bluetooth Low Energy – BLE) выдвигает на передний план вопросы их энергопотребления в приложениях с батарейным питанием. В созданном компанией Panasonic семействе «наномощных» модулей BLE второго поколения токи потребления в режимах приема и передачи снижены на 66% по сравнению с современными устройствами BLE, и примерно на 90% по сравнению с классическим устройствами Bluetooth. Но еще важнее то, что снижение этих токов не привело ни к сокращению радиуса действия модуля, ни к снижению его выходной мощности, ни к изменению каких-либо спецификаций Bluetooth.



Серия PAN1740 «наномощных» модулей Bluetooth Low Energy следующего поколения

отличается сокращенными размерами, существенно меньшим расходом энергии, а также наличием встроенного стека BLE и профиля GATT. Кроме того, для работы модуля требуется меньше внешних компонентов. Эта однорежимная Bluetooth система на кристалле оптимизирована по энергопотреблению и габаритам. Ток, потребляемый модулем в режиме передачи или приема, не превышает 5 мА, что позволяет не только использовать для его питания дисковые батарейки, но и вдвое продлить их ресурс по сравнению с современными устройствами BLE. В полностью экранированном корпусе с интегрированными кварцевыми генераторами и чип антенной модули PAN1740 имеют размеры 9.0 × 9.5 × 1.8 мм – наименьшие среди всех доступных модулей BLE. На модули PAN1740 получены сертификаты соответствия стандарту Bluetooth 4.0 от таких организаций, как FCC, IC и CE. Разработанный инженерами Panasonic очень простой в использовании демонстрационный набор EVAL_PAN1740 позволит снизить трудоемкость разработки и ускорить выход продукции на рынок.

Области применения

- Бытовая электроника
- Беспроводные датчики
- Замена проводных подключений

- Контрольно-измерительные приборы
- Мониторы сердечной деятельности
- Глюкометры

Основные характеристики

- Модуль Bluetooth Smart
- Ток, потребляемый в режиме передачи при выходной мощности 0 дБм: 5 мА
- Миниатюрные размеры: 9 9.5 1.8 мм
- Высокая чувствительность: типовое значение –93 дБм
- Выходная мощность до 0 дБм



Демонстрационный набор EVAL_PAN1740.

- Встроенный стек BLE и профиль GATT
- Промышленный диапазон рабочих температур: –40 ... 85 °C
- Два внутренних кварцевых генератора
- Интегрированная антенна

ON Semiconductor предлагает микросхемы импульсных регуляторов для высокоеффективных автономных сетевых источников питания

Интегрированные 650-вольтовые MOSFET с нормированными лавинными параметрами позволяют создавать надежные и компактные решения для таких энергоемких приложений, как бытовые электроприборы проигрыватели DVD и телевизионные приставки

В свой портфель микросхем управления питанием ON Semiconductor добавила три новых импульсных преобразователя, работающих в режиме стабилизации тока на фиксированной рабочей частоте. Предназначенные для использования в компактных высоконадежных автономных импульсных AC-DC источниках питания, микросхемы NCP1129, NCP1126 и NCP1124 содержат силовые MOSFET с напряжением пробоя 650 В. Кроме того, в микросхемах реализована функция понижения частоты и пропуска циклов при облегченной нагрузке, что позволило поднять КПД в режиме покоя до уровня требований стандарта ENERGY STAR EPS 2.0.



Высокая степень интеграции микросхем сводит к минимуму количество необходимых внешних компонентов, позволяя использовать их в бытовых электроприборах, проигрывателях DVD и телевизионных приставках. NCP1129, NCP1126 и NCP1124 могут отдавать в нагрузку 25 Вт, 15 Вт и 12 Вт, соответственно. Частота тактовых генераторов каждой микросхемы постоянно флукутирует вокруг значений 65 кГц или 100 кГц, что значительно снижает уровень электромагнитных излучений.

Величину максимального пикового тока можно устанавливать с помощью внешнего резистора, что упрощает компенсацию наклона пилы, обеспечивая стабильную работу в режиме непрерывной проводимости. Обратная связь по рабочей частоте улучшает КПД при облегченной нагрузке, в то время как режим пропуска циклов может включаться для снижения мощности, потребляемой в режиме ожидания при отсутствии нагрузки или при отдаваемой в нагрузку мощности менее 100 мВт.

Все устройства семейства NCP112x снабжены большим набором защитных функций, включая автовосстановление после короткого замыкания по сигналу специального 50-миллесекундного таймера. Кроме того, для

гарантированной комплексной защиты от коротких замыканий предусмотрена возможность их обнаружения по напряжению дополнительной обмотки трансформатора. Приборы имеют встроенную схему защитного отключения при перегреве кристалла и механизмы реакции на чрезмерно высокое входное напряжение. Устройства устойчивы к электростатическим разрядам до 2 кВ (модель человеческого тела). Микросхемы рассчитаны на работу в диапазоне температур от -40°C до $+150^{\circ}\text{C}$.

Цены и корпуса

Импульсные регуляторы NCP112x выпускаются в бессвинцовых корпусах PDIP-7 и продаются по ценам, начинающимся от \$0.32 за единицу в партиях из 10,000 микросхем.

Texas Instruments выпускает PoE контроллер следующего поколения

Простой в использовании PoE контроллер, оценочный модуль питающего устройства на его основе и завершенный типовой проект позволяют упростить разработку коммуникационного сетевого оборудования с поддержкой технологии PoE

Компания Texas Instruments сообщила о выпуске микросхемы контроллера передачи электропитания через Ethernet (Power over Ethernet, PoE) TPS23861, оценочного модуля и типового проекта питающего устройства (PoE Power Sourcing Equipment, PSE) на его основе. Высокопроизводительный 4-портовый контроллер и типовой проект позволяют значительно сократить время разработки и стоимость сетевых коммуникационных устройств с поддержкой технологии PoE, таких как коммутаторы IP телефонии, беспроводные базовые станции и сетевые видеорегистраторы.



Ключевые характеристики представленного PoE решения:

- Снижение стоимости разработки питающих устройств: на двухслойной плате оценочного модуля TPS23861EVM-612 установлено два контроллера TPS23861 со всеми необходимыми внешними компо-

нентами, что сводит к минимуму общее количество компонентов и стоимость сборки, по сравнению с многоплатными решениями;

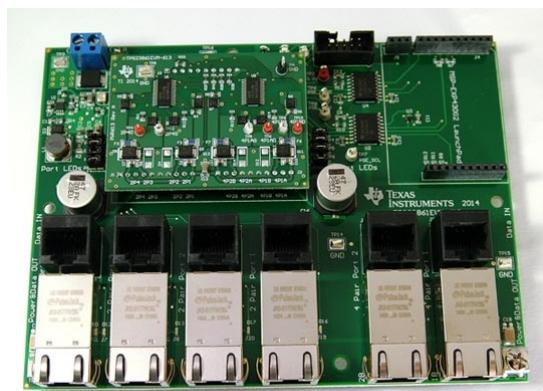
- Простота использования, режим работы Plug-and-Play: оценочный модуль поддерживает режим автономной работы, устраняя необходимость использования какого-либо Host-устройства для управления;
- Оптимизированное энергопотребление и тепловый режим работы: потребляемая мощность контроллера TPS23861 не превышает 400 мВт в любом режиме работы. Архитектура внешнего FET-ключа позволяет разработчику подобрать FET-ключ с оптимальными для конкретного приложения параметрами;
- Повышенная надежность: специализированный алгоритм определения подключения исключает повреждение системы посредством исключения ошибочного запуска.

Отличительные особенности PoE контроллера TPS23861:

- 4-портовый контроллер питающего устройства (PSE), отвечающий требованиям спецификации IEEE 802.3at:
 - встроенные функции автоопределения, классификации;
 - поддержка автоматической подачи и отключения питания;
 - встроенный резистор-датчик 255 мОм;

- расположение выводов контроллера позволяет использовать двухстороннюю печатную плату;
- автоматический режим работы:
 - не требуется инициализация по шине I²C;
 - не требуется внешняя настройка;
- полуавтоматический режим работы – настройка с помощью команд по шине I²C:
 - непрерывная идентификация и классификация питаемых устройств;
 - входы для быстрого отключения портов;
- управление и мониторинг параметров по шине I²C;
- 28-выводной корпус TSSOP.

Оценочный модуль TPS23861EVM-612 состоит из двух предметов: материнской платы (TPS23861EVM-612) и дочерней платы (TPS23861EVM-613), на которой установлены два контроллера TPS23861. Материнская плата представляет собой многопортовую базовую платформу интерфейсов для подключения дочерней платы, отладочной платы MSP-EXP430G2 и интерфейсного адаптера USB-TO-GPIO.



Предусмотренная возможность подключения отладочной платы MSP-EXP430G2 и адаптера USB-TO-GPIO позволяет реализовать управление питающим устройством (оценочным модулем), его конфигурирование и программирование. Интерфейсный адаптер предназначен для подключения оценочного модуля к ПК для конфигурирования PoE контроллеров с помощью приложения с графическим пользовательским интерфейсом.

Контроллер TPS23861, оценочный модуль и типовой проект, включающий в себя полное техническое описание, а также все необходимые проектные файлы и ПО, доступны для заказа.

Imagination бросает вызов Raspberry Pi

Nick Flaherty

EE Times

Нужны ли электронной отрасли еще какие-то дешевые отладочные платы? После того, как по всему миру уже продано порядка 1.5 млн. плат Raspberry Pi по цене \$25, а также множество плат Arduino и Beagle. И даже Intel предлагает свои Galileo с дешевым и маломощным процессором X1000 Quark семейства x86.

Компания Imagination Technologies разработала собственную версию Raspberry Pi, использующую процессор фирмы Ingenic с модулем обработки микропроцессорных инструкций (MIPS). Creator CI20 стала первой платой, объединившей созданные Imagination технологии MIPS, PowerVR и Ensigma.

На плате размером 90.2 × 95.3 мм устанавливается китайский 32-разрядный двухядерный процессор Ingenic JZ4780 с тактовой час-

тотой 1.2 ГГц и архитектурой SIMD (Single Instruction Multiple Data – один поток команд, множество потоков данных), имеющий сопроцессор плавающей точки одинарной и двойной точности. Кроме того, на плате добавлены средства поддержки WiFi 802.11 b/g/n и



Creator CI20

Bluetooth 4.0. Для воспроизведения видео и графики используется графический процессор PowerVR SGX540, поддерживающий множество распространенных кодеков, включая MPEG-4, H.264, VP8, MPEG-2 и RV9. И, наконец, имеются два порта USB и разъем HDMI.

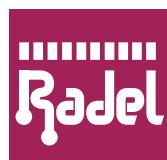
На первый взгляд, кажется, что ответом будет «да». Прилавки виртуальной торговой площадки Imagination прогнулись под весом интереса потенциальных покупателей платы, хотя в настоящее время CI20 распределяются бесплатно. По словам Imagination, им еще предстоит решить, какой будет розничная цена, исходя из проявляемого к плате интереса.

Повышенное внимание к Raspberry Pi, вероятно, не совсем правомерно. Возможно, более уместным было бы сравнение с платой RioTboard, производство которой было начато чуть раньше в этом году, на которой установлен 1-ГГц процессор Freescale I.MX6 Solo ARM-Cortex-A9 с фреймворком Open-CL.

Необходимо учитывать также и цены. RioTboard продаётся за \$75, Galileo – за \$65, да и цена Raspberry Pi со всеми аксессуарами достигла уровня \$50 – \$60.

Загрузить операционную систему на плату Creator можно непосредственно из флешпамяти или с карты SD. Подойдут Debian 7, Gentoo, Yocto, Arch и другие дистрибутивы Linux. Ядро Linux BSP (версии 3.0.8 и 3.16 на данный момент) можно загрузить на сервисе GitHub. Там же доступны средства поддержки графики, включающие совместимые с Xorg драйверы OpenGL 2.1 и OpenGL ES 1.1/2.0.

Если ничего не произойдет, плата CI20 с самой последней версией Android может открыть дорогу на широкий рынок еще большему количеству разработчиков встроенных систем, при условии, что на нее будет установлена правильная цена. Влияние на рынок платы дешевле \$40 несомненно выше, чем плат с вдвое большей ценой.

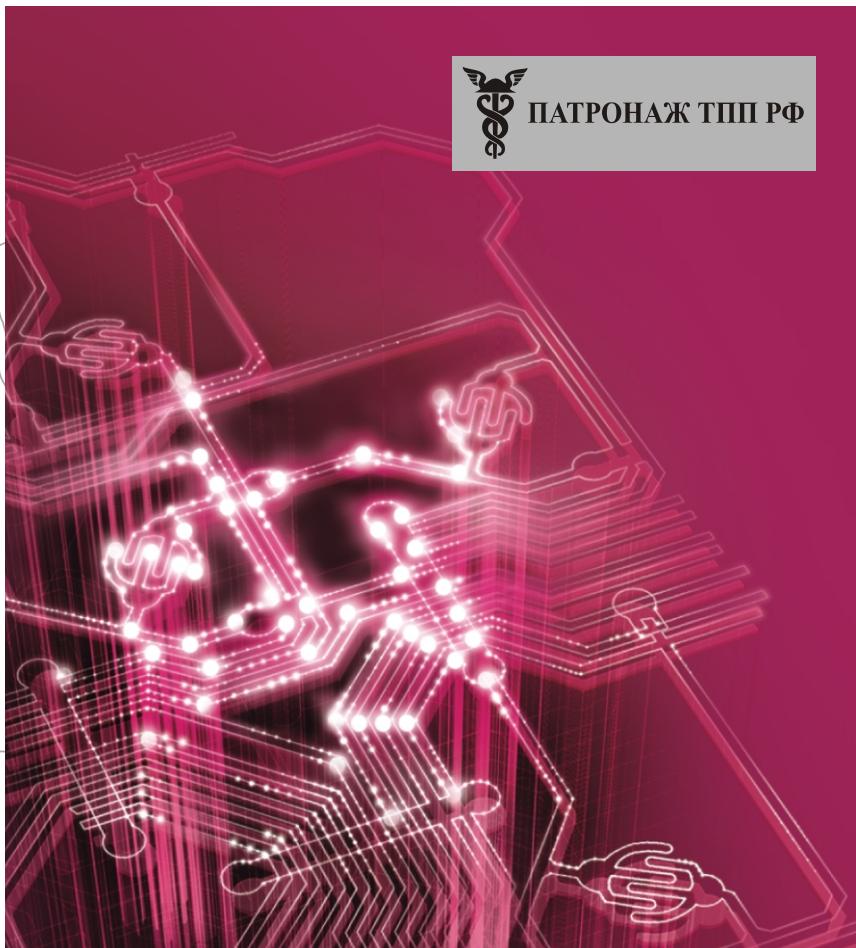


РАДИОЭЛЕКТРОНИКА И ПРИБОРОСТРОЕНИЕ

XIV МЕЖДУНАРОДНАЯ СПЕЦИАЛИЗИРОВАННАЯ ВЫСТАВКА



ПАТРОНАЖ ТПП РФ



- Электронные компоненты
- Комплектующие
- Печатные платы
- Светотехника
- Материалы
- Конструктивы
- Технологии
- Промышленное оборудование и инструменты
- Контрольно-измерительные приборы и лабораторное оборудование

Организаторы выставки:



PROFESSIONAL EXHIBITION & CONGRESS ORGANIZER

www.farexpo.ru/radel
тел.: +7 (812) 777-04-07

Место проведения: Санкт-Петербург, СКК, пр. Ю. Гагарина, 8, м. «Парк Победы»

28-30 октября 2014

Санкт-Петербург, СКК

Gameduino 2: полноценная карманная игровая консоль с открытым кодом

В 2011 году на портале Kickstarter был запущен и благополучно финишировал проект платы расширения Arduino, которая превращала последнюю в игровую приставку. Проект получил название Gameduino, и на тот момент времени его автор Джеймс Боуман (James Bowman) позиционировал плату расширения как модуль VGA для Arduino. И вот, два года спустя, автор представляет новую версию платы Gameduino 2, отличающуюся от предыдущей более высокой производительностью и функциональностью (Рисунок 1). В конце 2013 года проект Gameduino 2 на портале Kickstarter был успешно завершен.

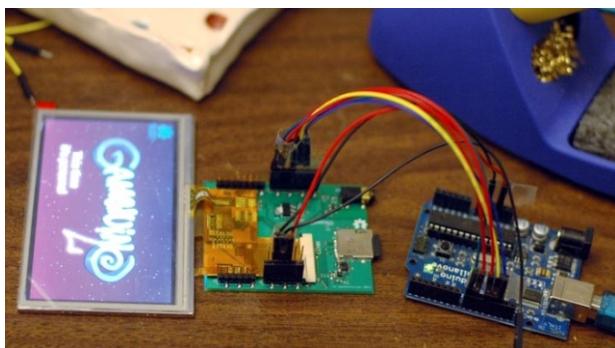


Рисунок 1. Gameduino 2 – полноценная персональная карманная игровая консоль с открытым кодом.

В статье мы постараемся немного подробнее рассказать о возможностях и ключевых особенностях проекта Gameduino 2. Но сначала, для полноты картины, мы напомним основные характеристики предыдущей версии.

Плата Gameduino (модуль VGA для Arduino), выполнена на основе ПЛИС компании Xilinx семейства Spartan-3A и имеет разъемы для подключения VGA монитора и стерео акустики (Рисунок 2). Данные конфигура-

ции для логики ПЛИС хранятся во внешней микросхеме памяти, формирование видео изображения выполняется с помощью резистивного ЦАП, звук формируется с помощью ШИМ. Применение ПЛИС позволяет выполнять одновременную обработку до 256 спрайтов, однако сильно усложняет процесс управления и программирования (используется язык Verilog).



Рисунок 2. Первая версия Gameduino выполнена на ПЛИС и рассчитана на подключение к стандартному VGA монитору.

Отличительные особенности Gameduino:

- видео выход VGA с разрешением 400 300 точек, 512 цветов;
- вся цветовая гамма обрабатывается в ПЛИС с 15-разрядной точностью;
- фоновая графика: о область символьной фоновой графики 512 512 точек;
 - 256 символов, каждый с независимой 4-цветной палитрой;

- реализован эффект заворачивания текстовых строк с пиксельным сглаживанием;
- графика переднего плана: о каждый спрайт имеет разрешение 16 × 16 точек;
- каждый спрайт может иметь 256-, 16- или 4-цветную палитру;
- поддержка алгоритмов 4-стороннего вращения и горизонтального вращения;
- 96 спрайтов на растровую строку, 1536 элементов текстуры на растровую строку;
- механизм обнаружения возможных пересечений спрайтов;
- аудио выход:
- 12-разрядный двухканальный синтезатор частоты;
- 64-голосая полифония в частотном диапазоне 10 – 8000 Гц.

Изображение выводится на экран стандартного VGA монитора с разрешением 400 × 300 точек, при этом сохраняется совместимость с любыми VGA мониторами с разрешением 800 × 600 точек. Реализованный программно в ПЛИС стековый 16-разрядный сопроцессор, имеющий небольшой набор арифметический инструкций и достаточно высокую производительность (50 MIPS), позволяет ускорить копирование и очистку видео памяти, прорисовку линий, окружностей и треугольников.

Отличительные особенности сопроцессора ПЛИС:

- 16-разрядная внутренняя шина;
- 8-разрядный интерфейс памяти;
- операции умножения 16-разрядных значений выполняются за один машинный цикл;
- встроенная многорегистровая схема циклического сдвига;
- быстрый и эффективный процессор со стековой организацией.

Плата расширения Gameduino 2 превращает Arduino в современную карманную игровую консоль с сенсорным интерфейсом управления, 3-осевым акселерометром, слотом карты памяти microSD, аудио выходом на наушники и сногшибательной графики на ярком 4.3" ЖК дисплее (Рисунок 3). Использование платформы Arduino не является обязательным условием, плату Gameduino 2 можно подключать к любому микроконтроллеру или микроконтроллерной плате с интерфейсом SPI. Теперь, все что необходимо для создания привлекательных игр, находится у вас в руках:

- видео выход с 24-битной глубиной цвета и разрешением 480 × 272 точек;
- набор команд в стиле OpenGL;
- одновременная обработка до 2000 спрайтов любого размера;

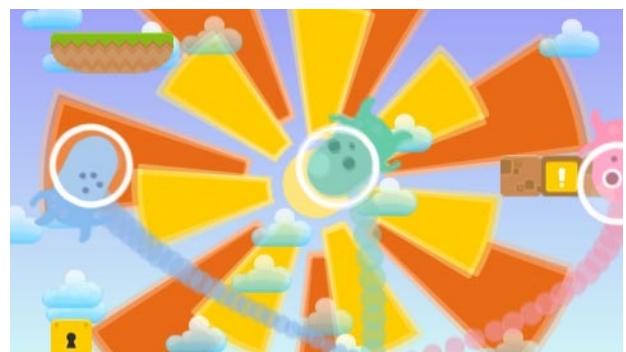
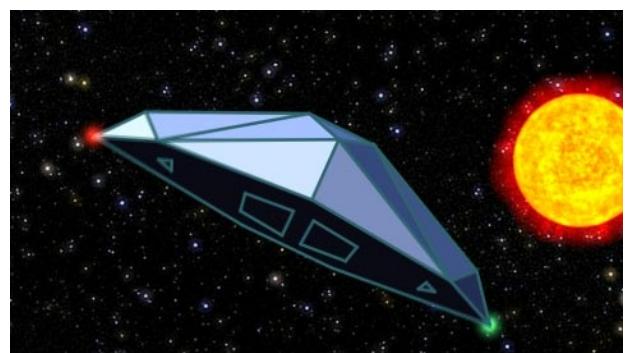


Рисунок 3. Графические возможности Gameduino 2 в игровых приложениях.

- видео память 256 Кбайт;
- функции вращения и масштабирования спрайтов с поддержкой сглаживания и билинейной фильтрации;
- функции аппаратной прорисовки окружностей и линий с поддержкой 16 - сглаживания;
- аппаратная загрузка JPEG изображений;
- встроенные функции обработки градиентов, текста, изображений кнопок и графической клавиатуры.



Рисунок 4. Выполненная на графическом контроллере FT800 плата Gameduino 2 имеет ЖК дисплей, сенсорный экран и поддерживает набор команд в стиле OpenGL.

Основным элементом платы Gameduino 2 является высокопроизводительный графический контроллер FT800 компании FTDI Chip (Рисунок 4). FTDI представила графический контроллер серии FT800 «EVE» (Embedded Video Engine) в начале 2013 года. Кроме блоков, необходимых для реализации графических функций, микросхема содержит контроллер резистивного сенсорного экрана и аудиоконтроллер с встроенной библиотекой готовых звуковых эффектов. За год своего существования FT800 завоевал несколько наград на выставках, не только за свои уникальные возможности, но и благодаря всесторонней поддержке со стороны производителя, предлагающего готовые примеры, программные библиотеки функций и завершенные аппаратные решения в виде готовых дисплейных модулей.

Отличительные особенности графического контроллера FT800:

- технология Embedded Video Engine с поддержкой виджетов;
- интегрированный контроллер 4-проводного резистивного сенсорного интерфейса с поддержкой дополнительных функций;
- стандартный последовательный интерфейс SPI или I²C для связи с основным процессором или микроконтроллером;
- встроенный программируемый контроллер прерываний;
- встроенный генератор 12 МГц и ФАПЧ;
- поддержка дисплеев WQVGA (480 272) и QVGA (320?240) в режимах Data Enable (DE) и VSYNC/HSYNC;
- функции декодирования изображений формата JPEG;
- множество программируемых параметров позволяет подключать к контроллеру различные дисплеи;
- выход ШИМ для управления подсветкой дисплея;
- встроенный аудиоконтроллер и звуковой синтезатор;
- низкое энергопотребление и встроенная схема управления питанием.

Помимо этого, пользователю доступны содержащиеся в ПЗУ графического контроллера несколько типов высококачественных шрифтов шести кеглей, образцы звуков восьми музыкальных инструментов, воспроизведимых по MIDI нотам, и образцы звуков десяти ударных инструментов. Однако разработчик игровых приложений не ограничен только базовым набором; оперативная память объемом 256 Кбайт позволяет загружать свои собственные шрифты и звуки.

Возросшая благодаря графическому контроллеру FT800 производительность обработки графики – не единственное преимущество Gameduino 2. Дополнительные возможности платы повышают ее функциональность и улучшают потребительские качества:

- более простая графическая система в стиле OpenGL;
- встроенный 3-осевой акселерометр и резистивный сенсорный экран для управления в играх и приложениях;

- встроенный усилитель звука и разъем для подключения наушников;
- слот карт памяти microSD для хранения игровых медиа ресурсов (графические объекты, звуки и карты);
- встроенный преобразователь логических уровней позволяет использовать плату с платформами Arduino, имеющими напряжение питания 3.3 В и 5.0 В.

Разработку собственных игровых приложений пользователи смогут освоить очень быстро благодаря бесплатной библиотеке функций Gameduino 2 для интегрированной среды разработки Arduino IDE, набору готовых приложений и примеров с исходными кодами и подробного руководства пользователя. После установки библиотеки Gameduino 2 пользователю также станут доступны несколько утилит для платформы Arduino,

например, утилита калибровки резистивного сенсорного экрана.

Плата Gameduino 2 уже доступна для заказа в нескольких онлайн-магазинах. Принципиальная схема и проект печатной платы доступны для скачивания на официальном сайте проекта.

Выходы X, Y, Z установленного на плате Gameduino 2 акселерометра подключаются к аналоговым входам (АЦП) Arduino. Функции воспроизведения звука и работы пользовательского сенсорного интерфейса возложены на графический контроллер FT800.

Для питания Gameduino 2 необходим источник с напряжением 5.0 – 7.0 В и током не менее 200 мА. Встроенный регулятор формирует напряжение 3.3 В для графического контроллера. **РЛ**

С помощью Картона и картона Google превратит ваш Android-смартфон... в очки виртуальной реальности

Max Teodorescu

Electronic Products

...и это бесплатно!

Прочитав название темы «картонные очки виртуальной реальности», я не поверил своим глазам. Может быть, за этим на самом деле стоит некий тщательно спланированный удар по Facebook, приобретшей Oculus, но фактом является то, что Google недавно анонсировала экспериментальный проект Google Cardboard, который позволит, соединив вместе несколько копеечных мелочей, сделать очки виртуальной реальности для бедняка. Да, для бедняка, но я полагаю, что такие очки виртуальной реальности (VR) все же лучше, чем отсутствие очков вообще. Тем более, что пройдет еще много времени, прежде чем каждый желающий, не считая сообщества разработчиков, сможет получить в свои руки Oculus Rift от Facebook или Mobius от Sony.

Оставим в стороне лирические отступления: фактически, Google Cardboard представляет собой комбинацию приложения для Android, названного Cardboard (Картон) и пары сделанных на коленке самодельных очков. И при этом все, за исключением стоимости материалов, абсолютно бесплатно.

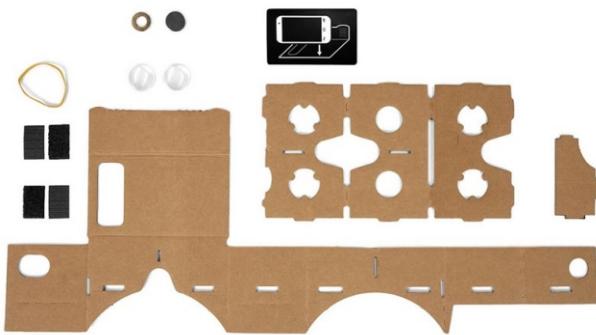
Очки сделаны из гофрированного картона (Google рекомендует использовать упаковку от пиццы), пары линз с фокусным расстоянием 40 мм, двух магнитов, действующих как аппаратные кнопки, нескольких текстильных застежек «липучка», банковской резинки для денег, необязательной метки ближней бес-



контактной связи и смартфона на базе Android. Для того чтобы собрать все эти предметы вместе, потребуются хороший нож, ножницы, линейка и клей.

По существу, гарнитура выполняет функцию футляра для телефона, который, в свою очередь, отвечает за формирование исходного внешнего видеоизображения. Наблюдение через линзы имитирует что-то подобное трехмерному эффекту с углом обзора 360°, который можно наблюдать с помощью шлема виртуальной реальности Oculus Rift. Однако это совсем не Oculus Rift, а несомненно более дешевое решение, которое, тем не менее, достаточно функционально для использования везде, где не предъявляется особо строгих требований к качеству видеографики. Но еще интереснее тот факт, что Google Cardboard были разработаны практически ради развлечения, что выглядит, как издевка

над Facebook, потратившей 2 млрд. долларов на приобретение компании Oculus Rift, когда у Facebook возникло желание создать что-то похожее по цене и доступности.



«За последние несколько лет технология виртуальной реальности достигла впечатляющих успехов. Однако любая разработка VR до сих пор требует специальной дорогой аппаратуры, – говорит Google на веб-сайте проекта. – Думая о том, как сделать VR доступной для большего числа людей, группа энтузиастов из Google экспериментировала со смартфоном, используя его в качестве средства управления».

Зайдите на официальную страницу Google Cardboard чтобы скачать приложение, комплект разработчика программного обеспечения, или проектные файлы, которые помогут вам вырезать картонную выкройку. Если захотите, Google любезно предоставит несколько демо файлов, чтобы продемонстрировать вам возможности Cardboard. Например, «Медведи Камчатки» позволит вам в угле 360° наблюдать за купанием медведей из точки, движущейся вниз по течению реки.

Пока непонятно, является ли Cardboard первым шагом к долговременному бизнесу компании, или же это просто какая-то сложная маркетинговая уловка. Очевидно лишь то, что Google может использовать свою гигантскую базу пользователей Android (если, конечно, она примет такое решение), чтобы, совершив рывок наверх, ворваться в клуб игроков VR на той же стадии, как Facebook и Sony. Открытая документация на Cardboard может оказаться гарантией того, что достаточное количество софта, поддерживающего VR, будет уже разработано к тому времени, когда массовый выпуск Oculus Rift и Mobius еще только начнется. [РЛ](#)

Идеальный диод объединяет шины 200 В

Mitchell Lee, Linear Technology

LT Journal of Analog Innovation

Ток, потребляемый стоечным оборудованием, неизбежно растет вместе с ростом мощности, рассеиваемой каждой отдельной платой. Достигнута точка, где тока, который способна поставлять объединительная плата, становится недостаточно, и единственным решением является увеличение напряжения на шине. Эта точка уже достигнута даже в некоторых 48-вольтовых системах, что приводит к необходимости перехода на шины с напряжением, превышающим 100 В.

Контроллер идеального диода LTC4359 может использоваться в 12-, 24- и 48-вольтовых батарейных, транспортных и солнечных системах питания в качестве блокировочного диода или диодной схемы «ИЛИ», обеспечивая значительное снижение потерь мощности и напряжения по сравнению со схемами на обычных диодах. Казалось бы, максимальное допустимое для контроллера напряжение 100 В исключает возможность использования микросхемы в

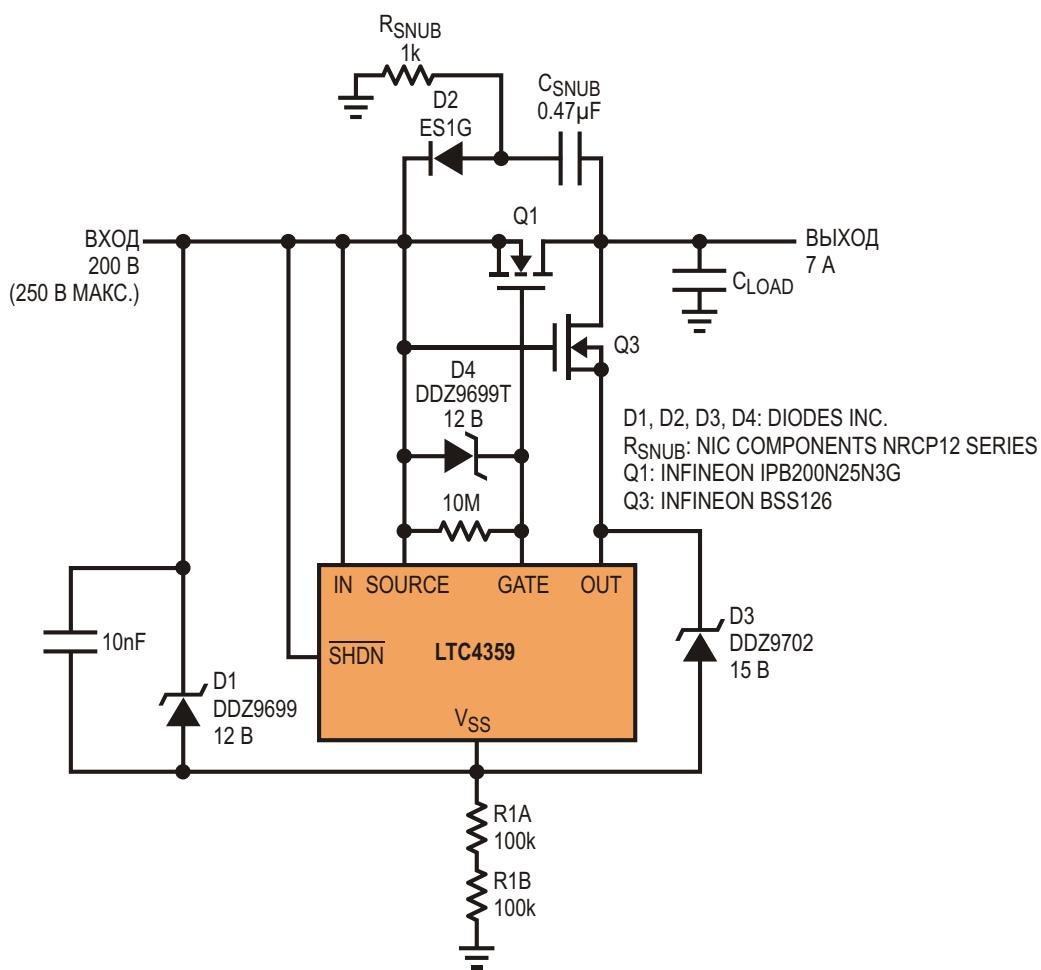


Рисунок 1. Идеальный диод на основе LTC4359 для объединения 200-вольтовых шин.

более высоковольтных приложениях, однако добавлением простого стокового повторителя это ограничение можно легко преодолеть.

На Рисунке 1 показан идеальный 7-амперный диод с рабочим напряжением 200 В, реализованный с помощью микросхемы LTC4359. Воспользовавшись несколькими такими микросхемами, можно объединить по «ИЛИ» нескольких шин. Q1 выполняет функцию проходного элемента. При токе нагрузки 7 А рассеиваемая транзистором Q1 мощность составляет 1 Вт, что в 5...10 раз меньше, чем в схеме с обычными диодами, и, соответственно, позволяет существенно сэкономить площадь печатной платы. LTC4359 питается от параллельного стабилизатора, состоящего из элементов D1, R1A и R1B. Низкий ток потребления LTC4359, не превышающий 200 мкА, позволяет использовать в схеме резисторы с большими сопротивлениями. При указанных на схеме номиналах элементов схема управления сохраняет работоспособность при минимальном входном напряжении 50 В, и потребляет 200 мВт при входном напряжении 200 В. Если использование схемы при низких входных напряжениях не предусматривается, R1A и R1B можно увеличить до 200 кОм, что позволит снизить общее потребление мощности схемой управления до 100 мВ, а суммарные потери мощности при токе нагрузки 7 А сократить примерно на 10%.

В первый момент после включения питания внутренний диод транзистора Q1 открыт и пропускает ток на выход схемы. Работающий в режиме обеднения 600-вольтовый полевой транзистор Q3 включается и напрямую соединяет выход схемы с выводом OUT контроллера LTC4359. Микросхема измеряет падение напряжения на транзисторе Q1 между выводами IN и OUT, и стремится поддерживать его равным 30 мВ, управляя затвором через вывод GATE. Возможность такого управления сохраняется до тех пор, пока ток не достигнет уровня порядка 1.5 А, при котором Q1 открывается полностью, и падение напряжения на нем начинает определяться сопротивлением канала 20 Ом.

Если на транзисторе Q1 падает меньше 30 мВ, что может быть в случае, когда к выходу подключен второй, более высоковольтный источник питания, LTC4359 с помощью вывода GATE выключает MOSFET и блокирует путь протекания обратного тока. При вход-

ном напряжении значительно более низком, чем выходное, истоковый повторитель Q3 защищает вывод OUT микросхемы LTC4359, поддерживая напряжение на нем лишь на несколько вольт превышающим напряжение на выводе IN. Таким образом, транзистор Q3 с помощью плавающего источника питания, основанного на элементах D1, R1A и R1B, дает возможность 100-вольтовой микросхеме LTC4359 уверенно работать при напряжении 200 В. Стабилитрон D3 служит для защиты затвора Q3 от пробоя короткими всплесками напряжения, сопровождающими переходные процессы в схеме.

Транзистор Q1 с максимально допустимым напряжением сток-исток, равным 250 В, был выбран для схемы из-за очень низкого сопротивления открытого канала, равного 20 мОм. Еще одной особенностью этого прибора является хорошее отношение емкости затвор-исток к проходной емкости, снижающее требования к управлению затвором и исключающее возможность самоусиления выбросов, возникающих во время горячей замены. Поскольку Q1 работает в триодном режиме, ничто не мешает соединять несколько транзисторов параллельно для более мощных приложений.

Для ограничения коммутационных выбросов используется простая диодная снабберная цепь. Указанная в справочных данных допустимая энергия лавинного пробоя внутреннего диода Q1 очень велика, и равна 320 мДж, однако, при этом, величина разрешенного пикового лавинного тока составляет всего 47 А. Это значение легко может быть превышено в высоковольтных системах, когда при коротких замыканиях на схему через небольшие паразитные индуктивности может проникать полное напряжение питания. Энергия коммутационных выбросов отводится от Q1, сохраняется в конденсаторе C_{SNUB}, а затем медленно рассеивается резистором R_{SNUB}.

Максимальное рабочее напряжение схемы ограничено допустимым напряжением сток-исток транзистора Q1, равным 250 В. Для транзистора Q3 это напряжение составляет 600 В. Заменив Q1 более высоковольтным прибором и пропорционально пересчитав сопротивления резисторов R1A и R1B, можно расширить рабочий диапазон идеального диода до 600 В. **РЛ**

Стереотелефоны и усилитель: выбираем и проектируем правильно

Часть 2

Владимир Рентюк, Запорожье, Украина

Теперь перейдем к, собственно, схемотехнику. В конце 1970-х – начале 1980-х автор статьи участвовал в разработке и внедрении первых в СССР моноблочных музыкальных центров 0-й группы сложности «Такт-001 стерео» и «Такт-011 стерео». Для подключения стереотелефонов было применено традиционное на то время решение с использованием резистивного делителя (Рисунок 4).

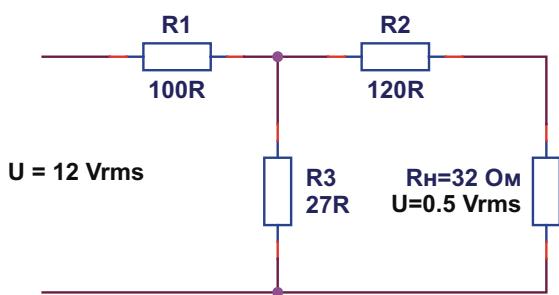


Рисунок 4. Подключение стереотелефонов через делитель.

На первый взгляд, это наиболее простое и оптимальное, при наличии мощного усилителя, решение. Действительно, этот вариант самый экономный по затратам, коэффициент искажений, уровень шумов и помех будут минимальными и определяться характеристиками усилителя мощности. Проблема, как всегда в мелочах, а именно – в высоком выходном сопротивлении делителя. Это уменьшает коэффициент демпфирования и приводит к повышению паразитных резонансов, особенно в области низких частот. Кроме того, поскольку собственное сопротивление стереотелефонов, начиная с частоты 1 кГц,

имеет уже ярко выраженный индуктивный характер, мы будем иметь подъем АЧХ такого адаптера в области высоких звуковых частот. Так, например, при собственной индуктивности стереотелефонов равной 1 мГн для решения, представленного на Рисунке 4, с частоты 1 кГц начнется подъем АЧХ, который на частоте 20 кГц для типовых наушников с собственным сопротивлением 32 Ом составит 10 дБ. Поскольку реальный импеданс наушников не может быть описан столь примитивно, как сумма активной составляющей R и индуктивной L , то реальная проблема становится еще более существенной. Причина ее в отсутствии достаточного демпфирования. Как выход из положения – необходимо использовать отдельный буферный усилитель или, как правильно называть – адаптер, с минимальным выходным сопротивлением. Более подробно проблемы, возникающие при согласовании импедансы стереотелефонов с выходным импедансом усилителя, описаны, например, в [5, 6].

Итак, для качественного воспроизведения музыки нужен усилитель мощности или адаптер с минимальным выходным сопротивлением, не превышающим 1/10 от полного сопротивления (импеданса) стереотелефонов в рабочей полосе частот. Решается эта проблема, в общем случае, двумя путями. Можно использовать стандартную схему усилителя мощности с выходным каскадом класса АВ или использовать эмиттерный повторитель. Можно, конечно, использовать и сверхсложные навороченные схемы, так полюбившиеся некоторым поклонникам аппаратуры с

модным определением High-end, но золотое правило профессионального разработчика РЭА – совершенство и красота заключаются в простоте. Поэтому обратимся для примера к простым и доступным схемотехническим решениям.

Усилители с выходным каскадом класса АВ являются классикой. Их достоинство – высокий КПД до 72% при малом собственном токе потребления и высокие динамические характеристики. Но они, как правило, требуют общей отрицательной обратной связи по напряжению (ООС) и имеют повышенный уровень нелинейных искажений на малых уровнях, связанный с переходом сигнала между двумя квадрантами. При этом определяющими являются нечетные гармоники. Для уменьшения этих искажений, собственно, наиболее экономичный для этих целей режим класса В дополняется неким начальным смещением, обеспечивающим для малых сигналов, скажем прямо, суррогатный режим класса А. Таким образом, для наушников с малой чувствительностью, которые требуют подачи на них относительно больших уровней напряжения (например, 5 В, как в примере, рассмотренном выше) эти усилители вполне подходят. Для этого, например, можно использовать ИМС TDA2822M (суффикс «М» важен!) в стандартном включении. Для стереотелефонов невысокого класса это будет хороший выбор. В Интернете можно также встретить примеры использования для этих целей ИМС операционных усилителей (ОУ), так как ОУ, как правило, по нелинейным искажениям значительно превосходят усилители подобные TDA2822M. Однако, тут есть нюансы. Так один радиолюбитель (не даю ссылку, чтобы не делать ему рекламы) в качестве усилителя для стереотелефонов предложил переработку некой китайской схемы на базе NE5532. Схема выполнена с двуполярным питанием, но зачем-то дополнена еще и разделительными электролитическими конденсаторами. При этом напрочь забыто, что для их нормальной работы необходимо иметь напряжение поляризации. А если не полениться и посмотреть в спецификацию, то там ясно указано, что для NE5532 минимально допустимая нагрузка равна 600 Ом, а ее выходной ток короткого замыкания может быть всего-то 10 мА. А вот ОУ типа OPA2132 при нагрузке в 32 Ом может подойти, хоть его нагрузка ограничивается теми же 600 Ом. Это допустимо, поскольку его ток

короткого замыкания выше, и гарантируется на уровне ± 45 мА. Тем не менее, моделирование показало, что максимальное среднеквадратичное напряжение такого усилителя не превысит 1 В; выше этого уровня уже начинается ограничение сигнала.

С большими амплитудами и ОУ – понятно, но что делать в случае малых сигналов в сотню милливольт, но с требованием повышения динамического диапазона, то есть учета пик-фактора? Здесь вариант один – использовать усилитель мощности, работающий исключительно в режиме А, но с высокой перегрузочной способностью. Как правило, здесь используют эмиттерный повторитель. При этом КПД при работе на низкоомную нагрузку падает максимум до 12.5%, а заданный динамический диапазон достигается увеличением напряжения питания. Часто в литературе и на радиолюбительских форумах к недостаткам усилителей класса А относят тот факт, что основной вклад в уровень нелинейных искажений этих схем вносят четные гармоники. Позволю тут возразить. Действительно, четные гармоники в усилителях класса А преобладают по уровню над нечетными. Но, во-первых, общий уровень искажений качественных усилителей для стереотелефонов настолько мал, что по сравнению с собственными искажениями даже самых навороченных стереотелефонов, он не будет не то что определяющим, а и просто заметным на слух. Во-вторых, вторая гармоника – это комбинационная составляющая, равная октаве. Как известно, этот музыкальный интервал (мы же говорим о музыке, а не о синусоидальном сигнале) является консонантным, а вот третья гармоника, как раз является диссонансной, так как представляет собой октаву с добавленной «грязной» сдвинутой вниз квинтой или сдвинутой немножко вверх квартой. Если взять такой интервал даже из ближайших нот на синтезаторе, то вы ясно услышите характерное «подывивание». Здесь кроется и секрет мягкого «лампового звучания», для которого как раз и характерно превышение консонантных четных гармоник над диссонансными нечетными. Звучание, обогащенное четными гармониками, можно послушать на примере деревянных духовых инструментов, например, кларнета.

Как правило, схемы класса А потребляют ток не менее 100 мА при напряжении питания не ниже 15 – 20 В. Почему «как правило»? В

интернете и технической литературе могут предложить и иные «очень эффективные» схемы с напряжением питания 3 В типа представленной на Рисунке 5.

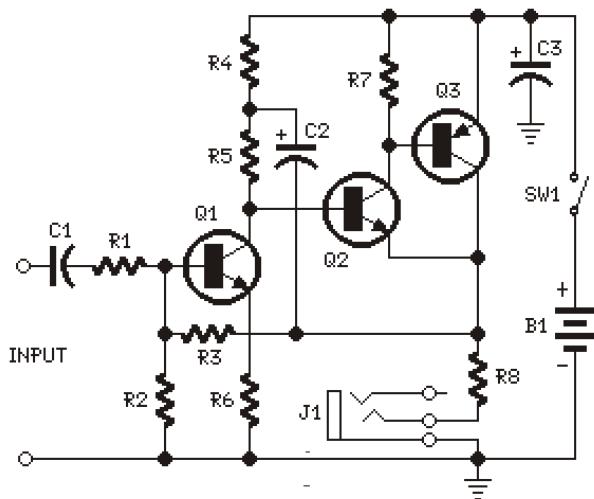


Рисунок 5. Портативный усилитель для стереотелефонов [7].

Если произвести несложный расчет по данным, представленным в [7], то можно увидеть, что на стереотелефонах присутствует постоянное напряжение с уровнем примерно 1.2 В. Следовательно, постоянный ток через обмотку с сопротивлением 32 Ом составит 37.5 мА! О каком качественном звучании можно будет говорить, если мембрана телефонов заторможена собственным магнитным потоком?

Все вышеприведенное представлено как иллюстрация того, что не всему написанному нужно слепо верить, и для того, чтобы избегать очевидных на первый взгляд решений. С большой подборкой доступных для повторения схем с детальными описаниями конструкций можно ознакомиться, например, на сайте [10]. Что касается автора статьи, то в одной из его инженерных тетрадей есть схема усилителя, разработанная им в 1980 году на базе публикации в августовском номере «Wireless World» 1978 года (перепечатка статья есть в [8]). Улучшенная рабочая версия схемы на современной элементной базе приведена на Рисунке 6.

Еще в 1980 году из схемы была удалена защита от коротких замыканий, которая вносила большие нелинейные искажения. Недостатком схемы был небольшой динамический диапазон и наличие, пусть и незначи-

тельных, паразитных составляющих при реакции на импульсные воздействия. В предлагаемой схеме использована современная элементная база, оптимизированы режимы по постоянному току, устраниены неточности в организации цепи ООС, нагрузочный резистор в цепи эмиттера выходного транзистора заменен на термокомпенсированный простой, но эффективный стабилизатор втекающего тока (описание, расчет и примеры использования в [11]), добавлен ФНЧ первого порядка по входу. При этом максимальный выходной сигнал при $K_f = 1\%$ увеличился до 2.5 В, тем самым, увеличился и динамический диапазон. Коэффициент нелинейных искажений на частоте 20 кГц при напряжении 1.2 В составил 0.06% (у схемы 1980 года 0.12%). Выходное сопротивление усилителя снизилось до величины менее 0.1 Ом (было 1 Ом), диапазон воспроизводимых частот составил 5 Гц – 100 кГц (по уровню –3 дБ), ток потребления 110 мА. Паразитные составляющие при реакции на импульсные воздействия устраниены именно входным ФНЧ. Именно этот фильтр, и именно в этом исполнении, как раз и устраняет характерный для таких схем резонанс АЧХ на верхней граничной частоте. Проблема в том, что разработчики низкочастотной РЭА часто забывают об этом и не видят его. Это происходит потому, что упомянутый паразитный резонанс лежит в мегагерцовой области, а исследуют аудиоустройства исключительно низкочастотными генераторами. В этом, кстати, была и ошибка автора статьи, который пытался устранить искажения, возникающие при импульсном воздействии, ограничивая полосу пропускания общей или внутренней ООС по напряжению и добавкой демпфирующей RC-цепочки по выходу. Добавка пассивного фильтра по входу полностью устраняет возникающие при импульсном воздействии искажения. Рекомендуемая частота среза фильтра 100 – 200 кГц. Однако по современным меркам недостатком схемы остается ее динамический диапазон и относительная сложность, но можно сказать, что такая схема для ряда применений имеет право на использование. Необходимо учитывать, что выходной транзистор и транзистор стабилизатора тока должны быть установлены на радиаторы, так как рассеиваемая на них мощность составляет примерно по 1 Вт. АЧХ и

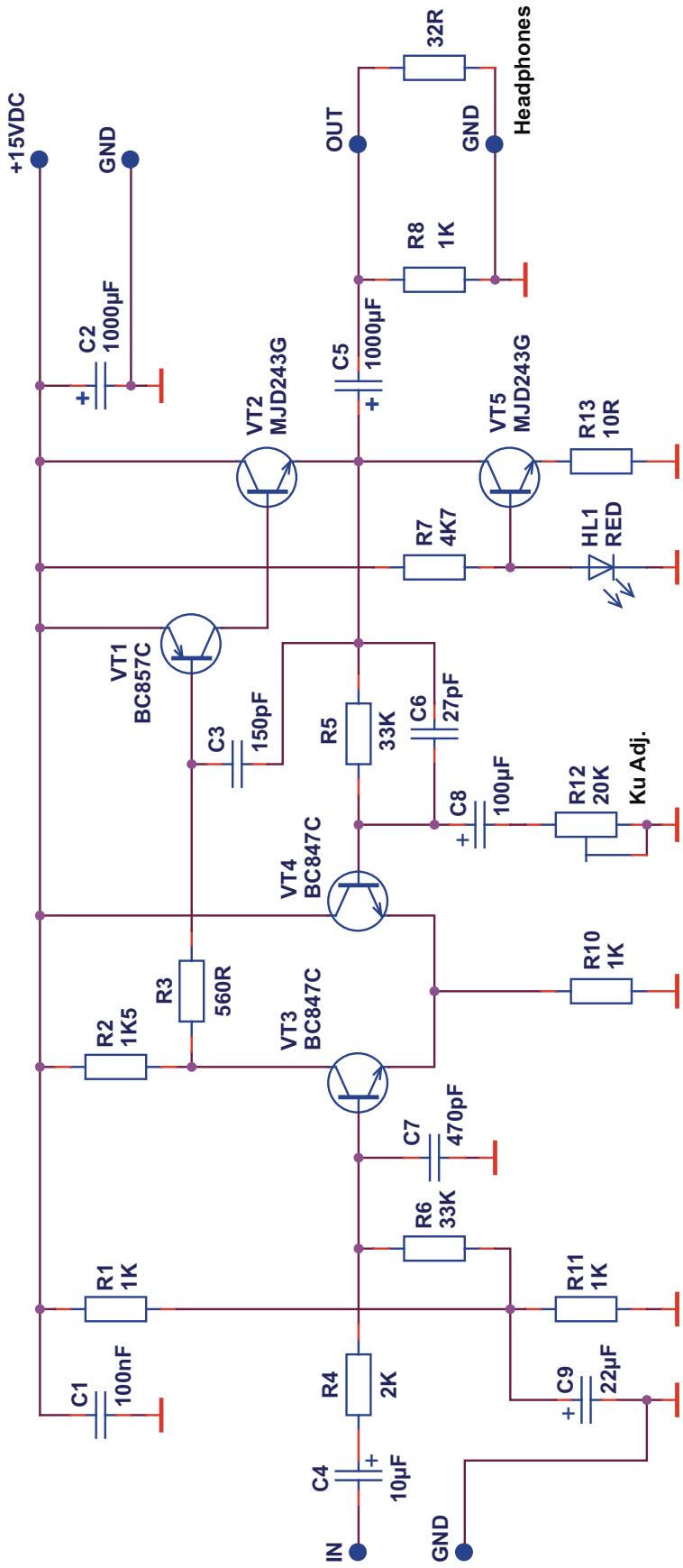
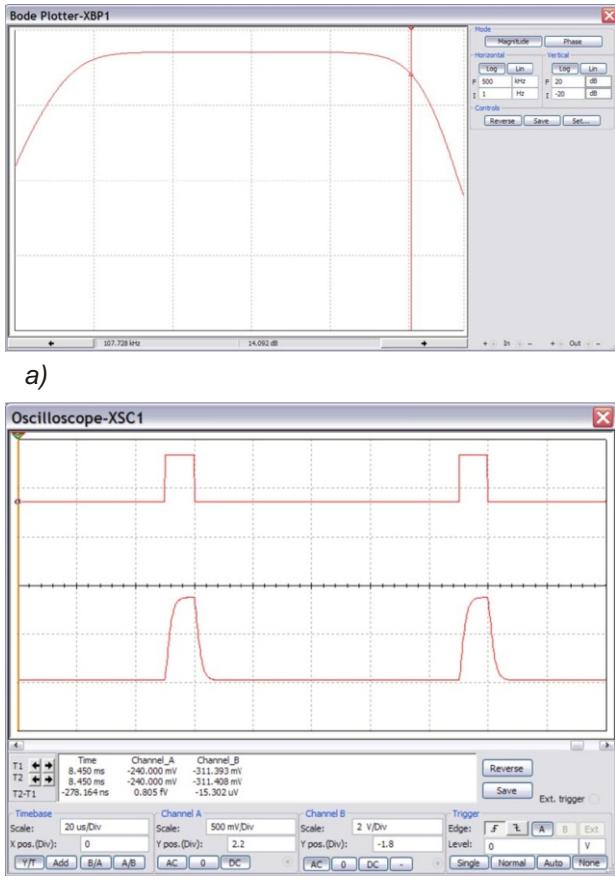


Рисунок 6. Современная версия схемы усилителя для стереотелефонов на основе публикации [8]. (Показан один канал).

временная диаграмма, показывающая реакцию усилителя на импульсное воздействие, показаны на Рисунке 7.



б)

Рисунок 7. Характеристики усилителя, изображенного на Рисунке 6. а) – АЧХ, б) – переходная характеристика.

А что нового могут дать современная схемотехника и элементная база? Из всего изобилия схемных решений, на взгляд автора статьи, по своей простоте, красоте и качественным характеристикам больше всего подходит решение [9], известное как усилитель для стереотелефонов Класса А Giovanni Militano (Джованни Милитано). В этой схеме, в отличие от схемы на Рисунке 6, усиление мощности обеспечивает повторитель на полевом транзисторе с изолированным затвором (MOSFET), работающий в активной зоне вольтамперной характеристики, что приближает его к ламповым схемам. Его истоковой нагрузкой является не резистор, а генератор втекающего тока на базе ИМС стабилизатора напряжения типа LM317. Как уже было показано выше для схемы на Рисунке 6, использование генератора втекающего тока вместо эмиттерного

резистора повышает динамический диапазон в два раза, уменьшает нелинейные искажения и улучшает передачу импульсов с крутыми фронтами. Тем не менее, схема Giovanni Militano хоть и лучше, чем схема на биполярных транзисторах на Рисунке 6, но тоже имеет свои недостатки. Во-первых, для достижения высоких качественных характеристик она требует точной подстройки рабочей точки в зависимости от напряжения питания, во-вторых, как раз из-за отсутствия обратной связи (некоторые специалисты выставляют это как ее особое достоинство, с чем трудно согласиться) она будет иметь еще достаточно большой уровень нелинейных искажений и повышенное выходное сопротивление. Автор статьи разработал и смоделировал при помощи современного мощного симулятора Multisim гибридный вариант усилителя, который сочетает в себе неоспоримые достоинства схемы Giovanni Militano, но является более гибким и более приемлемым на практике (Рисунок 8).

В схему введен операционный усилитель типа OPA132, характеризующийся высокой линейностью, сверхмальми собственными нелинейными искажениями и способностью работать, но с некоторой компенсацией, на емкостную нагрузку, коей, собственно, является затвор транзистора типа MOSFET. В качестве усилителя мощности выбран хорошо зарекомендовавший себя для этих целей транзистор IRF635 (российский аналог КП737В). В отличие от распространенных ключевых MOSFET, он имеет (заявлено в спецификации) линейную передаточную характеристику и относительно небольшую емкость затвора (типовая, по спецификации, -600 пФ). В качестве выходного транзистора можно использовать и более доступные IRF610B (суффикс В предпочтителен). Их емкость затвора всего 140 пФ (типовая для IRF610) и 225 пФ (максимум) для IRF610B. При использовании этих транзисторов коэффициент нелинейных искажений будет выше, но не существенно. Использовать транзисторы с большими емкостями затвора недопустимо. Как и в схеме Giovanni Militano, в качестве нагрузки истока использован генератор втекающего тока на основе ИМС стабилизатора напряжения LM317. Хотя некоторые разработчики отказываются от регулировки рабочей точки, она в предлагаемой схеме сохранена. Если нет под рукой измерителя нелинейных искажений, то настройка, которую лучше выполнять на частоте 10 кГц ,

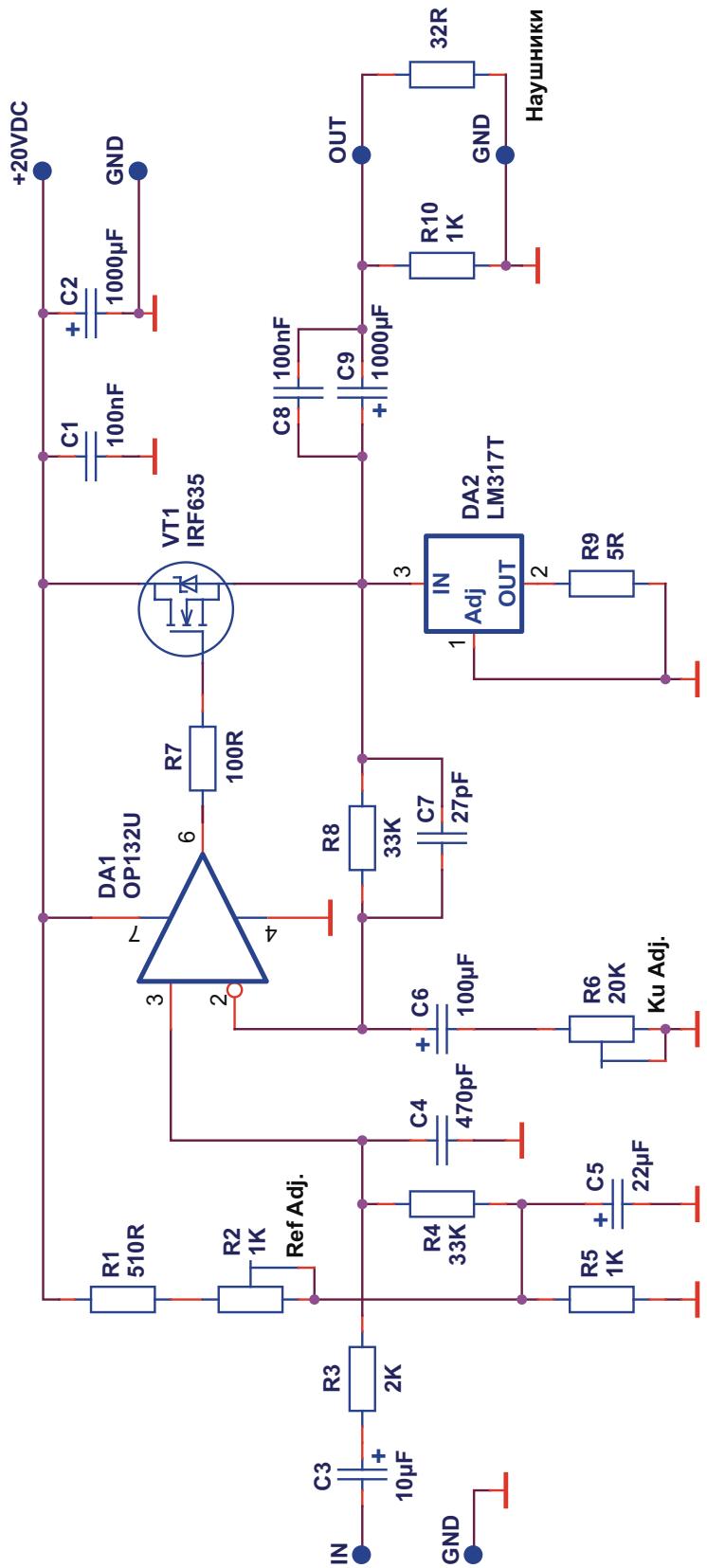
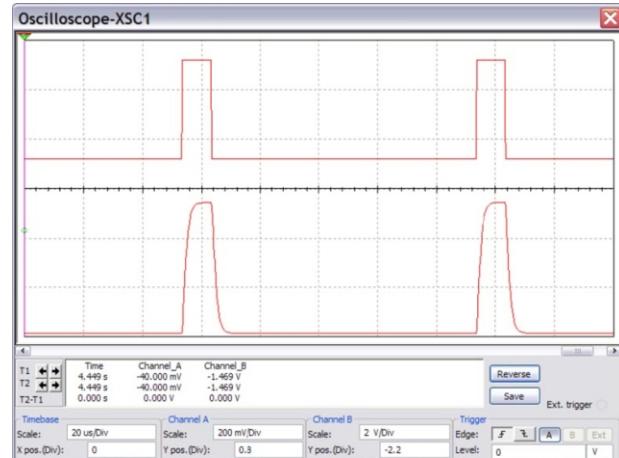


Рисунок 8. Авторский вариант схемы усилителя Giovanni Militano для стереотелефонов (показан один канал).

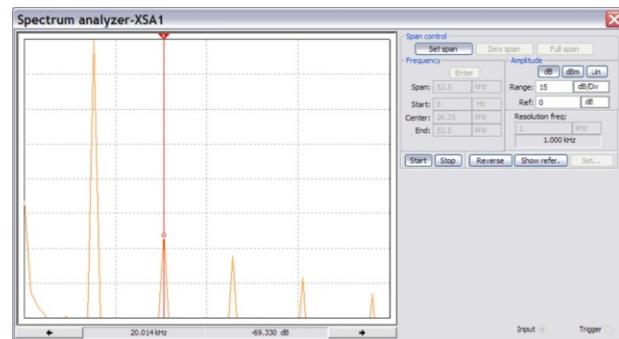
ведется по достижению симметричного ограничения сигнала на выходе. Такая настройка минимизирует нелинейные искажения и увеличивает динамический диапазон усилителя до максимума. Базовый коэффициент передачи устанавливается резистором в цепи обратной связи, дальше регулировка осуществляется уже регулятором громкости. Моделирование показало, что такая схема превосходит классическую как по уровню искажений, так и по гибкости в использовании. Ожидаемые параметры усилителя при работе на нагрузку в 32 Ом: уровень выходного сигнала при нелинейных искажениях 1% – 4 В; уровень нелинейных искажений на частоте 10 кГц при выходном напряжении 3.75 В не более 0.01% (2-я гармоника минус 85 дБ, третья – минус 90 дБ); выходное сопротивление на частоте 10 кГц не более 0.01 Ом; полоса рабочих частот 5 Гц – 120 кГц (по уровню минус 3 дБ); ток потребления 250 мА. Усилитель практически без искажений пропускает импульсы длительностью в 10 мкс в большом диапазоне амплитуд. Что касается искажений, то как и следовало ожидать, коэффициент нелинейных искажений не увеличивается при уменьшении уровня сигнала и, что особенно важно для данного применения, он практически не зависит от частоты.

Введение в схему на Рисунке 8 операционного усилителя нельзя считать существенным усложнением, так как в любом случае некий буферный усилитель будет все равно необходим. Напряжение питания при его уменьшении до 15 В приводит к уменьшению максимального уровня выходного сигнала до 2.25 В. Несколько уменьшить зависимость установки рабочей точки от напряжения питания можно заменой делителя, задающего смещение, на регулируемый маломощный источник опорного напряжения (например, на базе LM2931ACD в корпусе SOIC-8). Выходной транзистор и стабилизатор тока должны быть установлена на радиаторы, так как рассеиваемая ими мощность при питании 20 В составит примерно по 2.5 Вт. Стереоканалы лучше не объединять, а их цепи питания и земли разделить и подключить только в источнике питания, хотя, учитывая малую переменную составляющую в общем потреблении тока, это скорее дань классике, чем строгая необходимость. Источник питания необходимо использовать стабилизированный с малым уровнем собственных шумов и пульсаций. Временная диаграмма, показы-

вающая реакцию усилителя на импульсное воздействие, и спектральная характеристика искажений изображены на Рисунке 9.



а)



б)

Рисунок 9. Характеристики усилителя, изображенного на Рисунке 8. а) – переходная характеристика, б) – спектральная характеристика искажений.

В качестве справки на Рисунке 10 показано влияние входного фильтра на АЧХ на примере усилителя, изображенного на Рисунке 8, с входным фильтром, и без него.

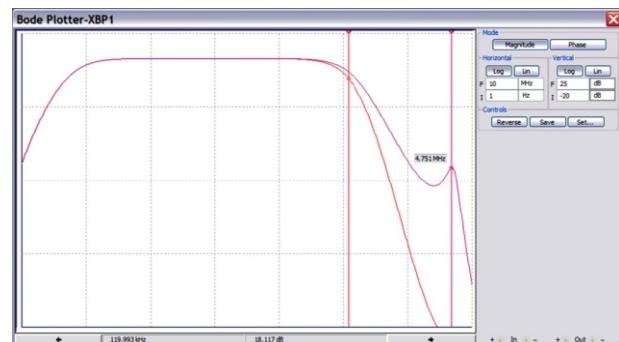


Рисунок 10. Пример устранения входным фильтром влияния паразитного резонанса на частоте 4.751 МГц.

В завершении рассмотрения темы, хочу добавить, что кроме описанных, несомненно, важных моментов, есть еще три, касающиеся вопросов общего конструктивного исполнения стереотелефонов. Что имеется ввиду? Во-первых, это оголовье. Оно должно обеспечивать хороший контакт самих стереотелефонов с головой слушателя. Здесь предпочтение отдается металлическим конструкциям с возможностью их подгонки по размеру головы слушателя. При этом должен обеспечиваться комфорт для слушателя: оголовье должно легко подгоняться, надежно фиксироваться и исключать излишнее давление на ушные раковины. Это очень важно, в противном случае, вы будете быстро уставать. Обратите внимание, что проволочные оголовья плохо фиксируются, пластмассовые не обеспечивают должное прилегания, а оголовья с пластмассовыми шарнирными креплениями очень ненадежны. Такие крепления быстро ломаются.

Вторым моментом является шнур. Он должен быть максимально гибким, а точки ввода шнура в разъем и непосредственно в телефоны усилены, так как именно в этих точках он часто обламывается. Идеальным вариантом является конструкция шнура в стереотелефонах марки AP-520 компании SVEN [13]. Здесь и высококачественный шнур в матерчатой оболочке, и дополнительное крепление в точке ввода (Рисунок 11). К сожалению, на этом достоинства этой модели заканчиваются. Эта мультимедийная модель подходит разве что для прослушивания телепередач и работы в Skype. Обращаю внимание читателей, что пластиковые шнуры могут быть очень мягкими и гибкими при покупке, но через несколько месяцев пользования становятся жесткими именно в местах ввода в излучатели. Это результат воздействия человеческого пота. Рекомендации тут дать трудно, смотрите на форумах.

И третий момент – это разъем для подключения. Поскольку сопротивление телефонов невысоко, а токи малы, то разъем должен обеспечивать надежную работу именно в этом режиме. Идеальным будет использование позолоченного разъема. При этом обращаю внимание читателей, позолоченного, а не золотистого цвета! Не все то золото, что блестит. В описании должно быть указано, что разъем позолоченный. В английском это



Рисунок 11. Точка ввода шнура в стереотелефонах марки AP-520 компании SVEN.

будет *gold plated connector*, и, желательно, что бы была указана толщина покрытия, например 6 μ (6 мкм). Если написано не *gold*, *golden*, или ничего не написано, то это означает, что разъем просто золотистого цвета и золота в покрытии нет и не было. **РЛ**

Литература:

1. <http://www.genon.ru/GetAnswer.aspx?qid=3ed9ff29-0d06-4979-aafb-0c0e5508f95c>
2. Выбираем high-end наушники: тест 13 моделей, http://www.thg.ru/video/high-end_headphone_2008/onepage.html
3. Рентюк В. Синтез музыкальных тембров, Радиоаматор, №10, 11 2011, №1, 3-5 2012
4. Чувствительность наушников, http://personalaudio.ru/detail/chuvstvitelnost_naušnikov/
5. http://personalaudio.ru/detail/impedans_naušnikov/
6. <http://doctorhead.ru/advice/75478/>
7. <http://www.redcircuits.com/Page31.htm>
8. Усилитель для стереотелефонов, Радио №10, 1979
9. DIY Class-A Headphone Amplifier <http://diyaudioprojects.com/Solid/IRF610-Class-A-Headphone-Amp/>
10. http://www.circuit-zone.com/?cat=Headphone_Amplifiers 11. Рентюк В. Использование светодиодов в устройствах индикации. Электрик №7-8 2011
12. Рентюк В. Практика использования ИМС усилителей с АРУ серии SSM21xx. РадиоЛоцман, 2014, май, стр. 36, июнь, стр. 42
13. http://shop.by/kompyutery/garnitura/sven_ap_520

Renesas Electronics – история слияний и поглощений. Глава 3 – NEC



Часть 1

Юрий Петропавловский

NEC Corporation (Рисунок 1) является одним из ведущих мировых производителей электронной и компьютерной техники, телекоммуникационного оборудования и средств отображения информации, а также владеет большим пакетом акций Renesas Electronics. До 1983 года компания имела название Nippon Electric Company или NEC («Ниппон» – так называют свою страну японцы). Как и ранее рассмотренные Mitsubishi и Hitachi, NEC является большим конгломератом компаний, объединенных общим названием, однако в отличие от них, деятельность входящих в конгломерат организаций, так или иначе связана только с электроникой, компьютерами, телекоммуникациями и информ-

ационными технологиями. Предприятия, офисы и лаборатории компании дислоцируются в 58 странах на всех континентах, а ареал деятельности NEC охватывает более 140 стран и территорий мира. На март 2014 года в состав конгломерата входило 258 дочерних и аффилированных компаний [1].

История компании началась с создания в конце девятнадцатого века первого в Японии совместного предприятия с участием иностранного капитала. Соучредителями СП были Кунихико Ивадаре (Kunihiko Iwadare, 1857-1941 г.г., Рисунок 2) и Вальтер Тенни Карлтон (Walter Tenney Carleton, 1867-1900 г.г., Рисунок 3).



Рисунок 1. Здание штаб-квартиры «Super Tower» в Токио.



Рисунок 2. Кунихико Ивадаре.



Рисунок 3. Вальтер Тенни Карлтон.

Выпускник Императорского инженерного колледжа К. Ивадаре работал в качестве телеграфного инженера для японского правительства, однако в 1886 году он отправился в Нью-Йорк, где стажировался в мастерских Томас Эдисона в качестве ассистента самого изобретателя, после чего вернулся на

родину, чтобы принять участие в строительстве электротехнической промышленности Японии.

Компания Western Electric (существовала до 1995 года), производившая различные электротехнические приборы, обратила внимание на быстрое развитие промышленности в Японии и на возможность, в связи с этим, обеспечить свое присутствие на японском рынке, как до этого она сделала в Европе. Интересы Western Electric (WE) при создании совместного предприятия в Японии представлял Вальтер Тенни Карлтон, который и вел переговоры с К. Ивадаре, а также с Такэширо Маэда (Takeshiro Maeda). Втroe они основали партнерство Nippon Electric Limited Partnership, преобразованное 17 июля 1899 года в акционерное общество Nippon Electric Company Limited, (в тот же день вступил в силу договор о правилах торговли между США и Японией). К. Ивадаре был назначен управляющим директором новой компании, а в 1926 году он стал председателем совета директоров NEC.

Компания начала деятельность с продаж телефонов и коммутаторов от WE и GE, однако К. Ивадаре не стал замыкаться только на дистрибуции американских продуктов, и в 1900 году NEC приобрела фабрику Mito Shikokumachi, на базе которой было создано собственное производство телефонных аппаратов и другого оборудования для телефонных сетей. (На Рисунке 4 – один из первых настольных телефонов типа Delville).



Рисунок 4. Телефон типа Delville.

В 1902-1908 гг. бизнес компании успешно расширялся вместе с ростом телефонных сетей и увеличением количества абонентов, продукция NEC стала экспортirоваться в Китай и Корею. В 1903 году министерство связи Японии приняло новую концепцию развития телефонных сетей, заключающуюся в применении батарейного питания распределительных щитов, что позволяло отказаться от механических электрогенераторов в абонентских телефонах. Вначале распределительные щиты импортировались, но к 1909 году уже изготавливались и на местных фабриках (причем не только NEC, но и других компаний, в частности OKI). В 1913-1918 годах компания значительно снизила производство, несмотря на огромный спрос со стороны желающих иметь телефоны. В 1919 году компания создала первый отечественный телефонный распределитель с батарейным питанием Type 1, предназначенный для платных междугородных соединений, его внешний вид показан на Рисунке 5.

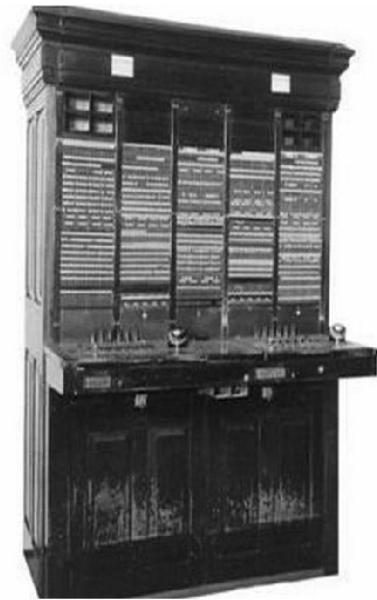


Рисунок 5. Телефонная станция типа Type 1.

В 1918 году WE передала принадлежащую ей часть акций NEC своему международному подразделению International Western Electric (IWE), а в 1920 году это подразделение, сама NEC и одна из компаний дзайбацу (семейного конгломерата) Sumitomo создают предприятие по производству кабельной продукции, что впоследствии на времена привело к полному поглощению NEC этим гигантским финансово-промышленным конгломератом.



Рисунок 6. Радиоприемник 4B Radio.

1923 год обрушил на многие районы страны, включая Токио, Великое землетрясение Канто (140 тыс. погибших, более 3 млн. бездомных), NEC потерял 4 завода и 80,000 телефонных аппаратов. Однако компания продолжила развитие в другом направлении – продажа (от WE) и производство радиоприемников и передающих устройств. На Рисунке 6 показан внешний вид супергетеродина с двойным преобразованием частоты модели 4B Radio производства WE (1920-е годы), выполненного на 6 лампах 215A, на Рисунке 7 – внешний вид самих ламп 215A.



Рисунок 7. Радиолампы 215A.

В 1924 году на работу в NEC был принят инженер и изобретатель Ясудзиро Нива (Yasuiro Niwa) и он сразу понял, что компания должна уменьшить зависимость от технологий, разработанных зарубежными компаниями. С целью укрепления научных исследований и разработок NEC Я. Нива инициировал практику привлечения на работу в компанию лучших выпускников престижных университетов. В 1928 году инженеры NEC разработали собственные приборы для фототелеграфии, а в 1985 году Я. Нива был включен в список 10 самых выдающихся японских изобретателей. На Рисунке 8 изобретатели метода фототелеграфии Ясудзиро Нива (Yasuiro

Moniwa, слева) и Масатсуги Кобаяши (Masatsugi Kobayashi, справа) у своего изобретения [2, 3].

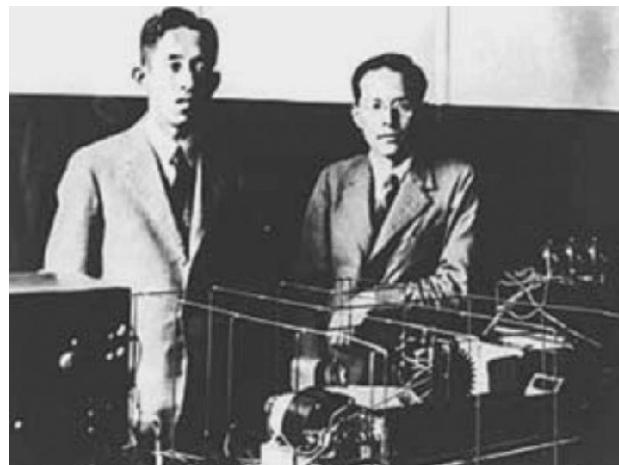


Рисунок 8. Ясудзиро Нива и Масатсуги Кобаяши.

Японская экономика, находящаяся на спаде с 1927 года, после краха биржи на Уолл-стрит в 1929 году еще более ускорила падение, правительство свернуло телекоммуникационные проекты и ввело ограничения на импорт, что привело к большим потерям для NEC. В 1929 году с поста директора ушел К. Ивадаре, а руководство компанией фактически перешло под управление Sumitomo. С начала 1930-годов стали бурно расти военные заказы, в период 1931-1941 годов, особенно после начала войны в Китае в 1937 году, продажи NEC многократно возросли, американские доли акций были конфискованы правительством, а сама компания попала под полный контроль военных.

В время Второй мировой войны NEC выпускала радиорелейные, радиолокационные и гидроакустические системы для армии и флота. В 1943 году руководство Sumitomo получило полный контроль над компанией и переименовало ее в Sumitomo Communication Industries. Производственные мощности компании, хотя и были разнесены в 15 различных мест, к весне 1945 года были практически полностью уничтожены американскими бомбардировками, а августе 1945 года NEC прекратила производство.

Во время Союзнической оккупации Японии все дзайбацу, в том числе Sumitomo, были практически развалены, подконтрольные семейным кланам активы были конфискованы (формально оккупация осуществлялась четырьмя союзниками - победителями,

на практике ВГСВ – Верховным Главнокомандующим Союзнических Властей, американским генералом Дугласом МакАртуром). Следует заметить, что «упраздненные» дизайбацу в последующие годы переименовали в кэйрецу, сохранив прежние названия, но уже без кланового управления. Sumitomo Communication в ноябре 1945 года было возращено прежнее название NEC, а новым президентом стал Тошихида Ватанабе (Toshihide Watanabe), труднейшей задачей которого стало восстановление компании «из руин». Выход был найден в переводе военных технологий в гражданские – выпускаемые раньше сонары для подводных лодок переделали в рыболовные приборы, военные радионы стали вседиапазонными радиоприемниками, и так далее. Был также решен вопрос защиты интеллектуальной собственности, так как во время войны все запатентованные конструкции были «общим национальным достоянием» [4].

В 1950 году компания приступила к исследованиям в области полупроводников и достаточно быстро наладила выпуск полупроводниковых диодов и транзисторов, а в 1960 году исследовательская лаборатория компании приступила к разработке интегральных микросхем. Многие годы NEC была одной из крупнейших мировых полупроводниковых компаний – № 1 в 1980-1991 годах, № 2 в 1992-1999 годах, но в 2002 году полупроводниковое производство было выделено в отдельную компанию NEC Electronics Corporation, до слияния с Renesas входившую в десятку ведущих полупроводниковых компаний. В разные годы для выпуска микросхем и других полупроводниковых приборов NEC создавала дочерние предприятия, как в Японии, так и в других странах, например «Hua Hong NEC» (г. Шанхай, в настоящее время «HHGrace»); NEC Semiconductor (UK) Ltd. (до 2002 года, Шотландия) и другие.

Радиолюбителям и ремонтникам хорошо известны полупроводниковые приборы, аналоговые и цифровые микросхемы для домашней электроники и бытовой техники серий μ PA, μ PC, μ PD. Например, в справочнике NEC 1983/1984 годов приведены данные более 120 типов микросхем, предназначенных для домашней электроники, в том числе стабилизаторы, УМЗЧ, АМ/ЧМ тюнеры, УПЧ, мультиплексоры, селекторы каналов, микросхемы для телевизоров и другие. Многие популярные микросхемы выпускаются на

протяжении десятков лет, как, например, μ PC1188Н (Рисунок 9) – микросхема УМЗЧ с выходной мощностью 20 Вт, до сих пор имеющаяся в каталогах множества интернет-магазинов [5].



Рисунок 9. Микросхема μ PC1188Н.

Для производства потребительской электроники в 1953 году в структуре NEC было создано дочернее предприятие под названием New Nippon Electric Company. Компания выпускала практически все виды домашней электроники – ламповые и транзistorные радиоприемники, телевизоры, ТВ/радио-комбайны, проигрыватели дисков и диск-рекордеры, проекторы, а также интегральные УЗЧ и звуковые процессоры. В производимой аппаратуре активно использовались собственные транзисторы, лампы, микросхемы, кинескопы и другие электронные компоненты.

Для любителей высококачественного звука в 1970-80-е годы (были релизы и в 1990-е годы) компания выпускала усилители, ресиверы, проигрыватели CD и виниловых дисков, а также музыкальные комплексы серии AUTHENTIC. В качестве примера рассмотрим особенности AV-ресивера NEC-AV-300PRO этой серии (1989 г., внешний вид представлен на Рисунке 10). Аппарат рассчитан на поддержку 4-канального объемного звука с независимыми регулировками в центральном и задних каналах, общая громкость регулируется моторным приводом вручную и



Рисунок 10. Ресивер NEC-AV-300PRO.

с пульта ДУ. Основные параметры ресивера: Р_{вых} – 2 100 Вт (фронт R_H = 6 Ом), 100 Вт (центр, 3 Ом), 50 Вт + 50 Вт (тылы, 6 Ом), THD+N – 0.01 %, вес 17.9 кг (питание 100 В/50/60 Гц) [6].

Исследования в области компьютеров компания начала в 1954 году, причем работы велись как в отношении компонентной базы (микропроцессоры), так и в области готовых решений (компьютеры, серверы, системы). Первый в Японии однокристальный микропроцессор μPD751D, известный, также, как UCom-4 (Рисунок 11), был разработан небольшой группой пяти инженеров NEC под руководством Сохичи Сузуки (Sohichi Suzuki) по заказу фирмы Sharp, которой, в свою очередь, поступил заказ на кассовые терминалы от компании Nippon Coca-Cola. В декабре 1971 года NEC изготавлила 2 чипа 4-х разрядных МП – μPD707, μPD708, которые и были использованы в кассовых терминалах. Производство серийного NMOS МП μPD751D началось в марте 1973 года (также выпускались исполнения в пластике). Основные характеристики этого МП: 4 разряда, 2500 транзисторов, тактовая частота 1 МГц, 55 инструкций, адресное пространство 4 Кбит, 4 стека, 1 порт вход/выход.

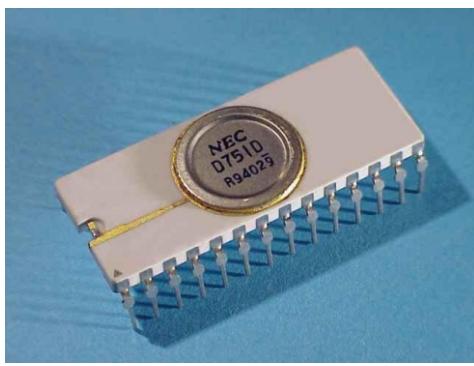


Рисунок 11. Микропроцессор UCom-4.

После более чем успешного старта 8-разрядного МП Z80 от Zilog в 1976 году, многие компании получили лицензии на ядро этого сверхпопулярного микропроцессора, в том числе и NEC, выпустившая свой аналог μPD780C. Аналогом Z80A стал μPD780C-1 (тактовая частота 4 МГц), Z80B – μPD780C-2 (6 МГц).

16-разрядный МП NEC V20 (μPD70108), по выводам совместимый с Intel 8088, а по набору команд – с Intel 80186, был запущен в производство в 1984 году. Чип содержал

29000 транзисторов и на тактовых частотах 8-16 МГц работал примерно на 30% быстрее, чем 8088 на тех же частотах. За V20 вскоре последовали и усовершенствованные МП этой серии с рядом дополнительных возможностей и функций: V30 (μPD70116), V40 (μPD70208), V50 (μPD70216) и некоторые другие со множеством вариаций и исполнений.

Самыми продаваемыми в мире 32-х разрядными микроконтроллерами в последние годы считаются МК V850, первые образцы которых были представлены NEC еще в 1994 году. Их постоянно расширяющееся семейство перешло к NEC Electronics, а в 2010 году – к Renesas Electronics (внешний вид МК V850 показан на Рисунке 12). Первоначальные версии МК этого семейства предназначались для таких приложений, как контроллеры жестких дисков, ленточных накопителей, принтеров, копиров и других подобных продуктов. К 2010 году семейство значительно «разрослось», более 500 типов микросхем V850x предназначены для более чем 150 специальных приложений, в диапазоне от контроллеров двигателей общего применения до сложных промышленных систем управления. Процессорное ядро семейства оснащается самым различным набором периферии, чем, собственно, и объясняется наличие такого большого количества типов микросхем. Само ядро выполнено по Гарвардской архитектуре на основе 32-разрядного RISC процессора. Большинство инструкций выполняется за один цикл с использование 5-стадийного конвейера, что позволяет добиться высокой производительности при относительно простой схемотехнике процессора. Преимуществом перед ARM-архитектурой является наличие команд циклического сдвига, битовых операций и аппаратного умножения. Следует отметить, что в России МК этого семейства не получили заметного распространения [7].

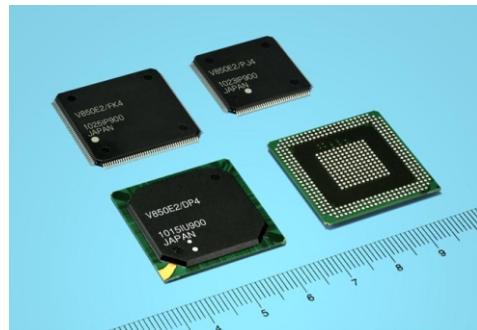


Рисунок 12. Микроконтроллеры V850.



Рисунок 13. Компьютер NEAC 1101.

Строительство первого цифрового компьютера NEAC-1101 (Рисунок 13) компания завершила в марте 1958 года. Агрегат был выполнен на 3600-х параметронах, изобретенных Эйичи Гото (Eiichi Goto) в 1954 году, и первым в Японии выполнял 7-разрядные операции с плавающей точкой. В качестве памяти объемом 512 32-разрядных слов в компьютере использовались магнитные ячейки на основе ферритовых сердечников. Агрегат использовался в научно-исследовательской лаборатории NEC в течение 8 лет.

Первый транзисторный компьютер компании NEAC-2201 на основе платформы ETL MARK IV был разработан в 1958 году группой инженеров под руководством Хирому Канеда (Hiromu Kaneda) и Йошио Мияги (Yoshio Miyagi), и был выполнен полностью на японских компонентах (ETL – Electrotechnical Laboratory – научно-исследовательский

институт в Цукубе, префектура Ибараки). Для вычислений использовалась десятичная система с 10-значными словами. В качестве запоминающего устройства в компьютере использовался магнитный барабан с объемом памяти 1040 десятизначных слов. NEAC-2201 был установлен в компьютерном центре ассоциации развития электронной промышленности Японии (JEIDA).

Серию персональных компьютеров PC-8800 компания начала с выпуска в 1981 году модели PC-8801 (Рисунок 14, бытовое название PC-88), выполненной на базе МП μPD780 (см. выше) с тактовой частотой 4 МГц, 64 КБ ОЗУ, 48 КБ ПЗУ, разрешением 640 200/8 цветов. Впоследствии было выпущено с десяток модификаций этого ПК, одна из последних – PC-8801MC (1989 год, μPD70008, тактовая частота 8 МГц, 192 КБ ОЗУ, 48 КБ ПЗУ).



Рисунок 15. Компьютер PC-98.

Особо массовое распространение получили ПК NEC серии 9800 (в обиходе PC-98). Первая модель – PC-9801 на базе МП μPD8086D/5 МГц с ОЗУ 128 КБ и опционными приводами НГМД была выпущена в 1982 году и обеспечивала разрешение 640 400/8 цветов. Модель PC-9801RX (1989 год, Рисунок 15) базировалась на МП 80286/16-20 МГц и содержала 2 привода НГМД 5". Последняя модель этой серии PC-9821 на базе МП Celeron 433 МГц была выпущена в 2000 году. В течение многих лет ПК этой серии с Windows 95/98 доминировали на рынке Японии, общее число проданных NEC компьютеров этой серии превысило 18 миллионов [8]. **РЛ**



Рисунок 14. Компьютер PC-88.

Литература:

1. http://www.nec.com/en/global/about/corporate_profile.html
2. http://www.eduspb.com/public/books/byograf_edison.pdf
3. https://www.jpo.go.jp/seido_e/rekishi_e/judaie.htm

4. <http://www.fundinguniverse.com/company-histories/nec-corporation-history/>
5. https://archive.org/details/bitsavers_necdataBooCircuitsforConsumerUse_42422169
6. [http://audio-database.com/NEC-AUTHENTIC/amp/](http://audio-database.com/NEC-AUTHENTIC/)
7. http://www.ieeeghn.org/wiki/index.php/First-Hand:Commercialization_of_EMBEDDED_RISC_Cores
8. http://www.ieeeghn.org/wiki/index.php/First-Hand:Commercialization_of_EMBEDDED_RISC_Cores

Окончание в следующем номере

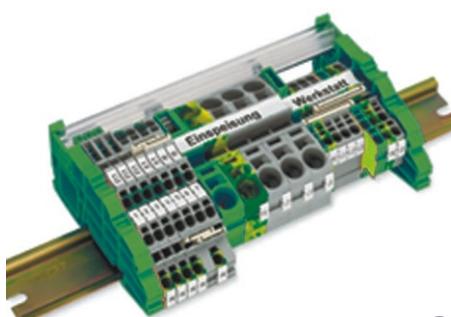
настоящее немецкое качество



контрольно-измерительное оборудование



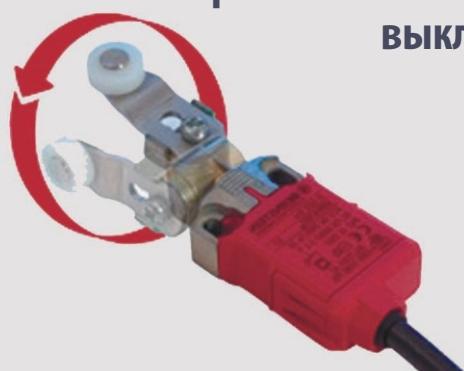
инструмент для разделки кабеля и снятия изоляции



клеммы на DIN рейку и для печатных плат



промышленные корпуса
выключатели
датчики



ДЕЦИМА

ПОСТАВКА ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ

ДИСТРИБЬЮТОР В РОССИИ



МОСКВА, ЗЕЛЕНОГРАД, +7(495) 988-4858

WWW.DECIMA.RU



Плавное управление фазой сигнала простого RC генератора

EinarAbell

EDN

Предлагается простой способ формирования многофазного тактового сигнала, при управлении частотой которого фазовые соотношения остаются практически неизменными.

Сдвиг фазы сигнала на втором выходе можно перестраивать практически от нуля до 180° , не затрагивая его частоту. Базовая схема содержит минимальное количество компонентов: один конденсатор, два резистора и два триггера Шмитта (Рисунок 1).

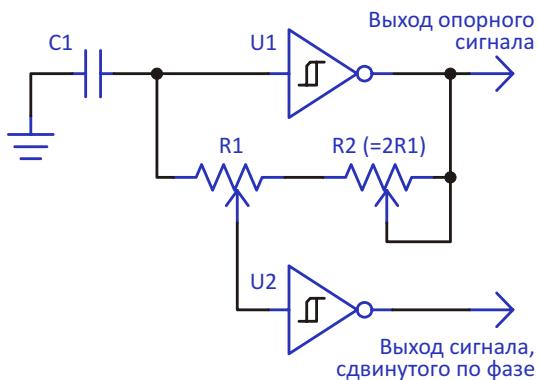


Рисунок 1. Двухфазный генератор с регулировкой частоты и фазового сдвига.

Частота является функцией емкости конденсатора C1 и суммы сопротивлений резисторов R1 и R2. Сигнал, опережающий по фазе сигнал на опорном выходе U1, формируется на выходе микросхемы U2, вход которой подключен к движку потенциометра R1. Когда уровень напряжения на выходе U1 высокий, и конденсатор C1 заряжается, напряжение на входе U2 будет больше, чем на входе U1, вследствие чего U2 переключится раньше, чем U1, то есть, опередит U1 по фазе. При низком уровне на выходе U1

напряжение на входе U2 будет ниже, чем на входе U1, и U2 опять будет впереди U1. Чем ближе друг к другу движки потенциометров R1 и R2, тем больше будут различаться фазы на двух выходах.

Входные пороги КМОП триггеров Шмитта не вполне симметричны по отношению к выходу, поэтому два фазовых сдвига не будут одинаковыми. Эта асимметрия особенно заметна при небольшом опережении фазы.

Резистор R1 управляет фазовым сдвигом, а с помощью R2 можно подстраивать частоту. Поскольку регулировка частоты приводит к изменению фазы, частоту надо всегда устанавливать первой, а фазу – последней. На схеме я показал переменные резисторы, но вы можете любой из них, или же оба, заменить постоянными, а также объединить R1 и R2 в один переменный резистор, отказавшись от управления частотой и ограничив диапазон регулировки. Небольшие различия

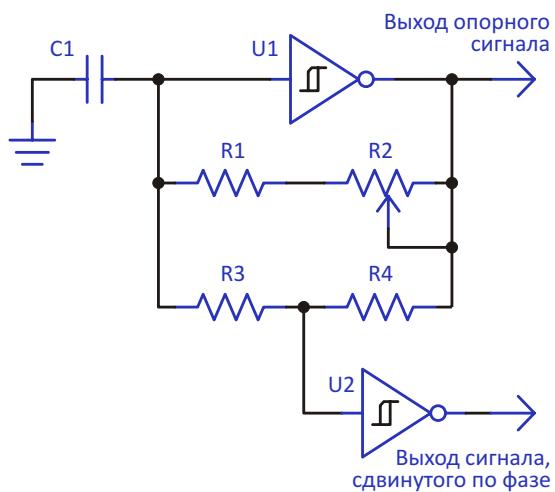


Рисунок 2. Генератор с уменьшенной зависимостью частоты от фазы.

в пороговых напряжениях микросхем U1 и U2 не позволяют установить сдвиг фаз нулевым или близким к нулю.

Рисунок 2 демонстрирует способ управления частотой, при котором изменения фазы минимальны. В этой схеме резисторы R1 и R2 задают частоту сигнала, а R3 и R4 – фазу. Сумма сопротивлений резисторов R3 и R4 должна быть равна или больше суммы сопротивлений R1 и R2. Реальный диапазон перестройки частоты, который вам удастся получить, сохранив изменение фазы на приемлемо низком уровне, составит одну декаду или что-то около того. Добиться большего вам не удастся, поскольку схема будет работать плохо из-за фазового сдвига, вносимого

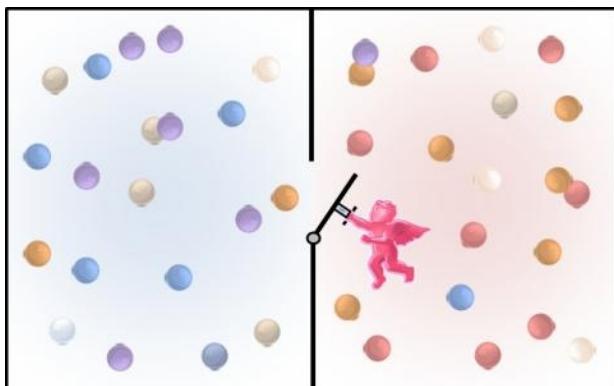
входной емкостью U2, влияние которой на более высоких частотах становится весьма значительным.

Для простоты я представил только двухфазную схему, но добавив еще какое-то количество резисторов или потенциометров, количество фаз можно увеличить. Так, например, если R3 на Рисунке 2 разделить на две равные части, а сигнал, взятый со средней точки, инвертировать относительно остальных двух фаз, можно получить в результате классическую трехфазную схему. Реализация схемы не ограничивается только КМОП триггерами Шmittта; в ней возможно также использовать генераторы, сделанные на основе компараторов или таймера 556. **РЛ**

Демон Максвелла: совершенный преобразователь энергии

David Grice, ZMDI

Почти за 50 лет до проведения Эйнштейном своих знаменитых мысленных экспериментов шотландский физик Джеймс Максвелл опубликовал собственный интригующий мысленный эксперимент для того, чтобы поставить под сомнение нерушимость второго закона термодинамики. Он представил микроскопическое разумное существо, которое могло бы открывать и закрывать небольшую перегородку, разделяющую две камеры наполненного газом контейнера. Если бы это крошечное существо, получившее имя Демон Максвелла, могло манипулировать перегородкой так, чтобы большее количество молекул газа с более высокой скоростью было бы поймано в одной из камер, то температура этой камеры увеличилась бы спонтанно, тем самым, нарушив второй закон. Эта удивительно простая головоломка озадачила ученых на следующие сто лет, в течение которых они пытались доказать, почему такое существо или его механический аналог никогда бы не добились успеха.



Несмотря на то, что достижение идеала невозможно, инженеры упорно работают над созданием того, что может стать максималь-

но похожим на мифическое существо Максвелла. Имеющая менее зловещее название технология сбора окружающей энергии (energy harvesting) использует интеллектуальные и эффективные средства, чтобы извлечь максимально возможное количество энергии из различных микромощных источников, в том числе, из термальных, акустических, световых, радиочастотных, и даже из растений. Сочетание инновационных устройств сбора и преобразования энергии, схем обработки сигналов и вычислительных средств, а также постоянно растущая потребность в системах дистанционного измерения и управления, приводят к взрывному росту количества новых приложений и электронных устройств, использующих преимущества сбора энергии. Еще одним важным фактором, способствующим столь быстрому развитию, является появление таких стандартов беспроводной связи, как, например, EnOcean. Эти стандарты обеспечивают функциональную совместимость устройств, ускоряя, тем самым, распространение технологии сбора энергии.

Системы, использующие удаленные датчики с питанием от энергии альтернативных источников, предоставляют разработчикам множество новаторских способов улучшения характеристик при одновременном снижении затрат и энергопотребления. Например, «умное» здание, оснащенное такими датчиками для контроля температуры, влажности, присутствия людей в помещении, уровня освещенности и прочих параметров, может оптимизировать характеристики оборудования для вентиляции, кондиционирования, освещения и обеспечения безопасности при значительной экономии средств, поскольку энергия тратится только тогда, когда это необ-

ходимо. Установка системы автоматизации зданий с подобными функциями может сократить потребление энергии в среднем на 40%, но при реализации сенсорных узлов традиционными проводными методами препятствием к этому становятся большие инвестиции и сложная инфраструктура. Существенно снизить барьеры, стоящие на пути внедрения этих технологий, могут автономные беспроводные датчики, подключаемые по принципу «plug and play».

Альтернативная энергия используется с давних времен, свидетельством чего являются древние ветряные мельницы и водяные колеса. Тем не менее, новые технологии,

такие как МЭМС и электронные схемы со сверхнизким энергопотреблением, привели к созданию целого класса новых микромощных средств сбора. Эти нововведения, в сочетании с ростом потребности в энергии, создают питательную среду для возрождения технологии извлечения энергии окружающей среды. Каким будет ее влияние на постройки, автомобили, супермаркеты, одежду и даже наши тела в будущем? Если Демон Максвелла представляет собой идеал преобразователя энергии, то насколько мы сможем к нему приблизиться? Какую роль искусственный интеллект, если таковой имеется, играет в реализации такого существа или машины? **РЛ**

Предсказание будущего: взгляд из 1964 года

50 лет назад, в 1964 году, в Нью-Йорке открылась Всемирная выставка, продолжавшаяся в течение двух полугодовых сезонов. Тема выставки была обозначена как «Глобализация и достижения человечества в расширяющейся вселенной». Экспозиция, разместившаяся почти на 3000 акров парка Flushing Meadow-Corona, стала значительным событием, привлекшим внимание десятков миллионов людей, которые получили возможность увидеть немало довольно инновационных продуктов, в том числе, первые цветные телевизоры и знаковый Форд Мустанг, снявшийся в фильме Bullitt в 1968 году.

За прошедшие 50 лет человечество совершило множество технических прорывов, сделав за все это время, фактически, лишь один технологический шаг назад, когда в 2003 году похоронило идею сверхзвуковых путешествий на Конкорде.



Исаак Азимов

Одним из гостей выставки в 1964 году был писатель-фантаст и профессор университета Исаак Азимов (Isaac Asimov), который в краткой заметке, написанной для газеты Нью-Йорк таймс после визита, сделал ряд довольно смелых прогнозов, касавшихся того, что смогут увидеть посетители Нью-Йоркской Всемирной выставки в 2014 году.

Вот небольшая подборка сбывающихся прогнозов профессора Азимова.

Телевизоры с плоским экраном

Азимов предсказал, что в 2014 году настенные экраны вытеснят обычные телевизоры.

визионные приемники. Он также предвидел появление 3D телевидения, но полагал, что оно будет реализовано в виде прозрачных кубов, медленное вращение которых позволяло бы наблюдать трехмерные изображения под любым углом.



Смартфоны и планшеты

Азимов оказался прав и в отношении телефонных коммуникаций, предположив, что они станут средством передачи не только звука, но и изображения. Он представлял себе экран, который будет использоваться «не только для того, чтобы видеть собеседника, но и для изучения документов и фотографий, а также для чтения отрывков из книг». Он также предположил, что в 2014 году спутники



связи позволят напрямую дозваниваться в любую точку земли из любой точки земли.

Мобильные устройства

Согласно Азимову, в 2014 году бытовое электронное оборудование перестанет нуждаться в электрических проводах, а источниками питания будут служить изотопные батареи с большим сроком службы. Изотопы не будут дорогими, «поскольку станут побочным продуктом ядерных электростанций, удовлетворяющих более половины энергетических потребностей человечества». Как видите, насчет батарей он оказался прав, но ошибся как в отношении их типа, так в отношении роли ядерной энергетики.

Транспортные средства без водителя

Азимов предвидел транспортные средства с «мозгами робота», которым можно задать пункт назначения, и автомобиль достигнет его без вмешательства человека. Тут он был почти прав, поскольку испытания автомобилей без водителя сейчас ведутся в нескольких странах.



Продукты, облегчающие труд человека

«Технические приспособления продолжат освобождать человечество от тяжелого труда», – писал он. Примерами таких приспособлений, по его словам, должны были стать кухонные комбайны, которые нагревали бы воду и превращали ее в кофе, а также готовили бы завтраки и обеды, используя хранящиеся в холодильнике полуфабрикаты. Возможно, эту точку зрения подтверждают избыток кофеварок популярность готовых блюд.



Что насчет Всемирной выставки 2064 года?

Темпы прогресса с 1964 года были просто ошеломляющими, и трудно вообразить, как все изменится через 50 лет. Что будет с 3D печатью? Какой будет технология носимых устройств? Кто что думает по этому поводу? [РЛ](#)

Усилитель класса D для наушников на таймере 555

Petre Petrov

EDN

Популярная микросхема интегрального таймера 555 (KP1006ВИ1, LMC555, SE555, NE555, HA555) может использоваться в качестве ШИМ модулятора-усилителя класса D для музыкальных инструментов или других приложений. Микросхема имеет широкий диапазон напряжений питания 4.5 – 16 В и обеспечивает выходной ток до 200 мА. Аудио сигнал подается на вход CV (Control Voltage) интегрального таймера (вывод 5).

В статье мы рассмотрим две простые схемы усилителей для воспроизведения аудиосигналов в наушниках или для передачи их по проводам. Схемы разрабатывались для электрогитар и скрипок, но круг их применения этим не ограничивается. Для простых приложений такие параметры, как уровень шумов и полный коэффициент гармонических искажений, не имеют критического значения, поэтому они не измерялись.

Основные соображения, учитывавшиеся при разработке схемы:

1. Входное сопротивление вывода CV имеет порядок 3 кОм, поэтому в большинстве случаев потребуется входной предварительный усилитель или буфер.
2. Амплитуда входного сигнала на выводе CV должна быть достаточно большой. Требуемый уровень зависит от напряжения питания микросхемы 555 и необходимой выходной мощности.
3. Микросхема таймера 555 в такой схеме работает как генератор, модулированный низкой частотой звукового сигнала, подаваемого на вход CV.

Желательно, чтобы частота генератора была, как минимум, в 10 раз больше, максимального значения звуковой частоты.

Для аудио приложений оптимальное значение частоты находится в диапазоне 60 кГц – 200 кГц. Это упрощает фильтрацию высокочастотного шума, производимого микросхемой таймера, и обеспечивает высокий КПД импульсного модулятора.

4. Следует серьезно отнестись к радиочастотным излучениям. Мы должны иметь, как минимум, фильтр низших частот первого порядка между выходом микросхемы таймера и наушниками или динамиком. Если используются длинные соединительные кабели, то необходимо учитывать их паразитную емкость.

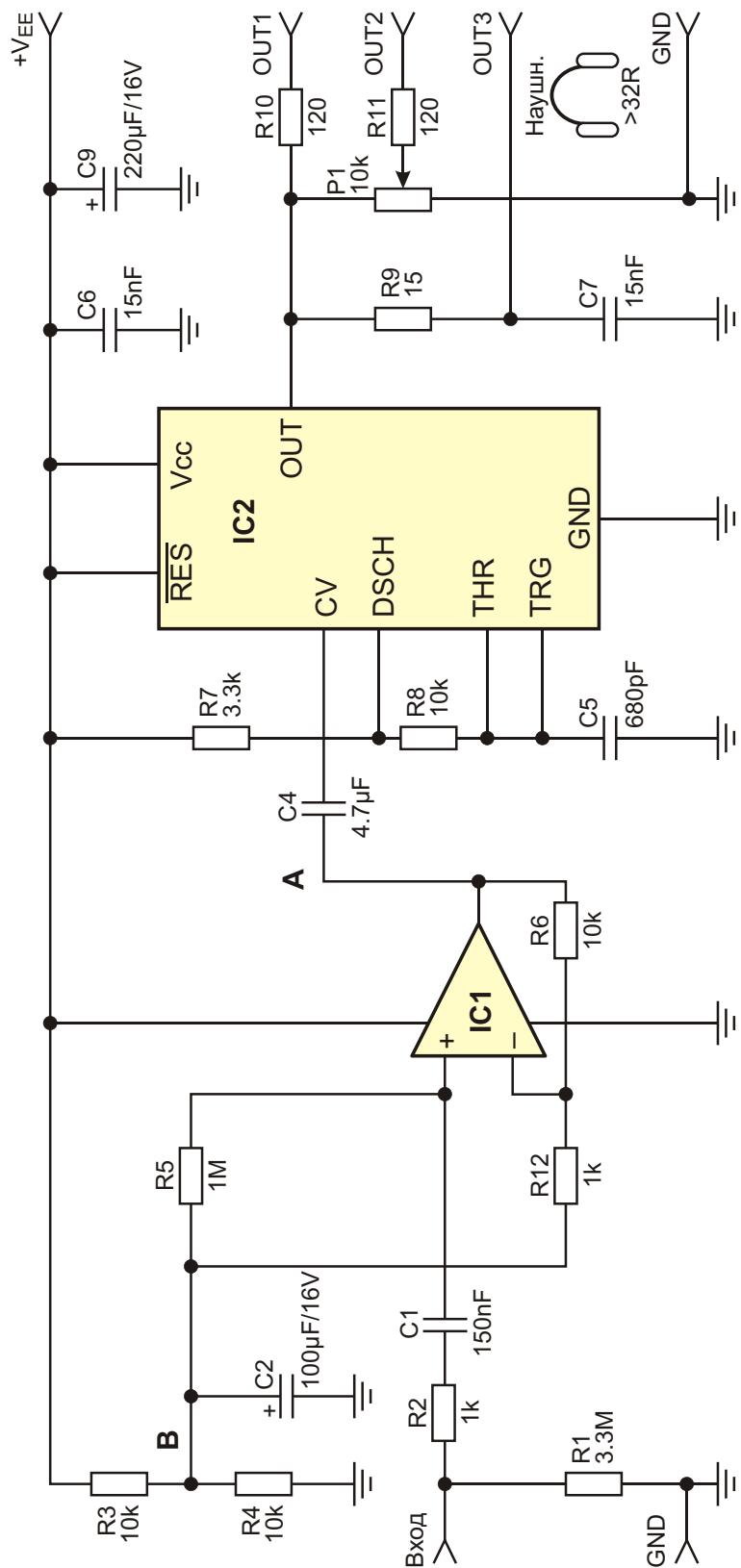
На Рисунке 1 изображена схема первого варианта усилителя на операционном усилителе и таймере 555. Схема сохраняет работоспособность и при использовании КМОП версии интегрального таймера (например, LMC555), но следует учитывать, что нагрузочная способность этой микросхемы ниже. Преимуществом КМОП версии является высокая рабочая частота.

Коэффициент усиления первого каскада (A_{V1}), устанавливаемый с помощью резисторов R6 и R12 равным 11, вычисляется по формуле:

$$A_{V1} = 1 + \frac{R6}{R12}.$$

Частота таймера f в отсутствие входного аналогового сигнала на выводе CV зависит от номиналов резисторов R7, R8 и конденсатора C5, и вычисляется по стандартной формуле:

$$f = \frac{1.44}{(R7 + 2R8)C5} \text{ Гц}.$$



IC1 – NE5534A, ½ NE5532, ½ RC4560...

IC2 – NE555

Рисунок 1. Принципиальная схема усилителя для наушников на операционном усилителе и таймере 555.

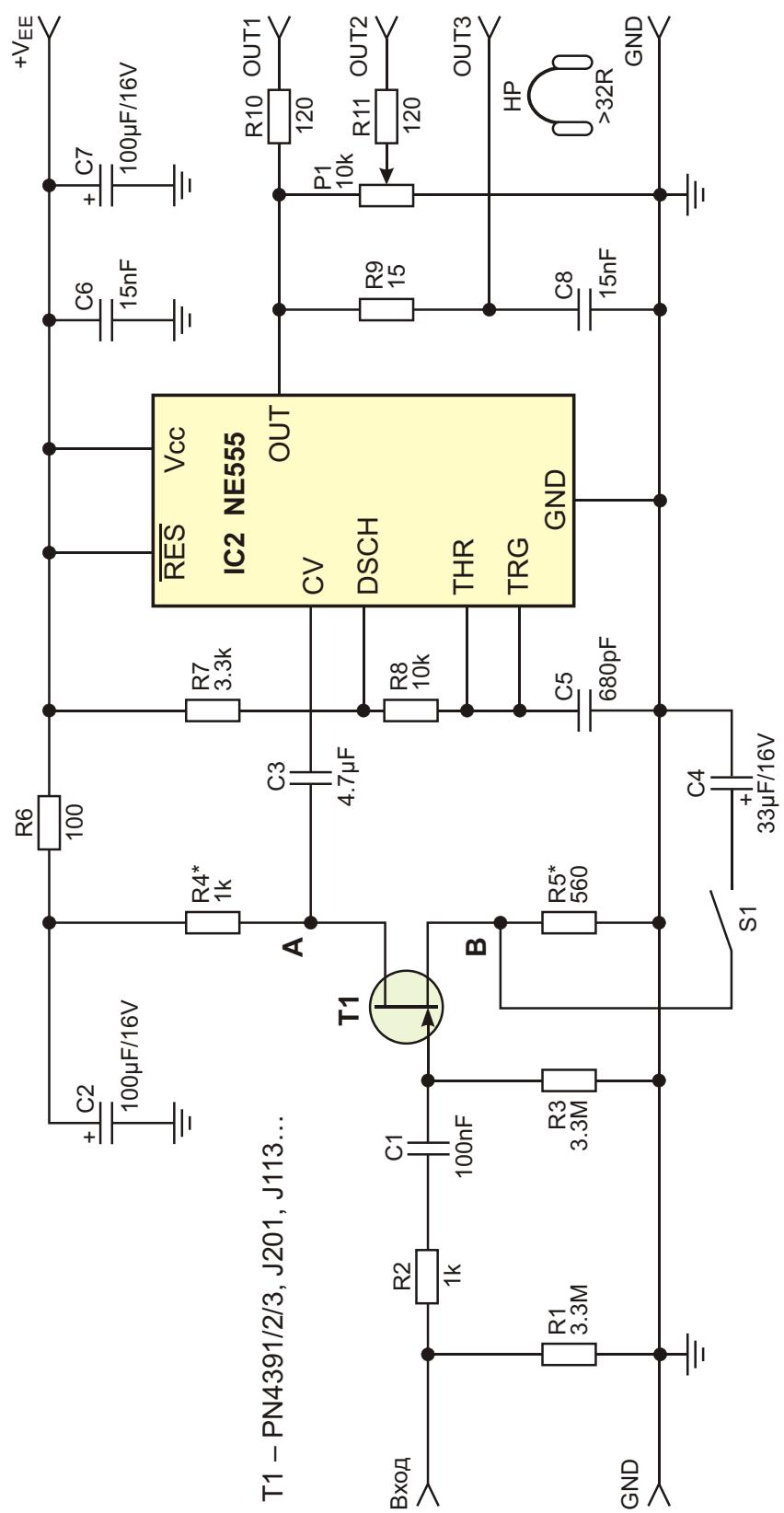


Рисунок 2. Схема усилителя для наушников на микросхеме 555 с входным каскадом на полевом транзисторе.

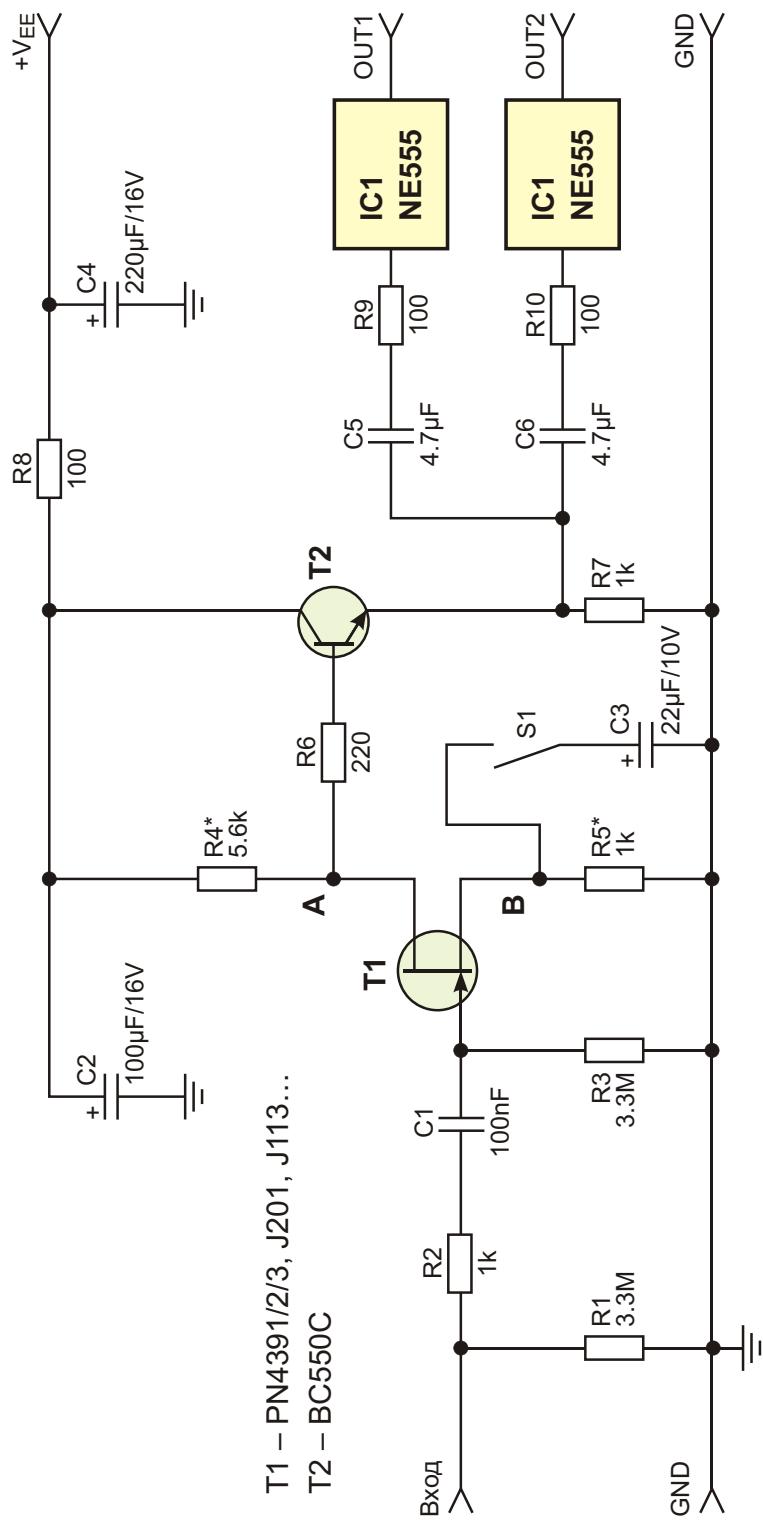


Рисунок 3. Использование двух микросхем 555, работающих на разных частотах, позволит получать различные звуковые эффекты.

Выходной сигнал NE555 выводится на контакты разъема OUT1, OUT2 и OUT3. Резистор R9, конденсатор C7 и нагрузка образуют фильтр низких частот для высокочастотных составляющих спектра сигнала, создаваемых микросхемой таймера. Отсутствие фильтра может стать причиной излучения помех, которые могут нарушить работу чувствительной электроники, окружающей усилитель. Частота среза фильтра должна быть насколько возможно низкой, а сопротивление наушников должно быть как можно выше.

Версия с полевым транзистором

Для предварительного усиления звукового сигнала и увеличения входного сопротивления схемы вместо операционного усилителя на входе микросхемы 555 можно использовать полевой или биполярный транзистор.

Входной каскад схемы, изображенной на Рисунке 2, выполнен на полевом транзисторе (JFET). Сопротивления резисторов R4* и R5* должны быть минимально возможными для данной схемы. Они должны обеспечивать определенный коэффициент усиления, но, в то же время, для эффективного управления микросхемой таймера предварительный усилитель должен иметь низкое выходное сопротивление.

При отсутствии входного сигнала, постоянное напряжение между точками А и В должно быть равно примерно $V_{EE}/3$.

Вторая схема проще первой, но в ней для установки требуемого коэффициента усиления придется подбирать сопротивления

резисторов R4* и R5, причем, не только под конкретный тип выбранного транзистора T1. Проблема в том, что даже параметры полевых транзисторов одного типа могут различаться более чем в четыре раза. При замкнутом переключателе S1 коэффициент усиления T1 будет максимальным.

Улучшить нагрузочные характеристики полевого транзистора может биполярный транзистор T2 (Рисунок 3). К тому же, он позволит увеличить сопротивление резистора R4*, чтобы повысить коэффициент усиления T1.

Заключение

Схемы могут работать во всем диапазоне напряжений питания таймера 555 (от 4.5 до 16.0 В), но предпочтительнее использовать источник 12 ... 16 В. Во-первых, это позволит получить большую выходную мощность, а во-вторых, большинство операционных усилителей и полевых транзисторов в этом диапазоне напряжений работают лучше.

Усилитель может работать на высокоомные динамики и наушники. Желательно, чтобы они имели сопротивление более 24 Ом. Во всех случаях необходимо следить за тем, чтобы пиковый выходной ток микросхемы 555 не превышал 150 мА, иначе рассеиваемая таймером мощность может выйти за допустимые пределы. Не забывайте, что при выходных токах, значительно превышающих 100 мА, падение напряжения на выходных транзисторах микросхемы 555 начинает быстро расти. **РЛ**

Простой способ реализации расщепленного питания ± 5 В для аналоговых схем

Jim Drew, Linear Technology

LT Journal

Расщепленное питание довольно часто требуется в аналоговых схемах для создания виртуальной земли на выходах усилителей. Как правило, это бывают маломощные источники, способные отдать нагрузкам дифференциальный ток в несколько десятков миллиампер. На Рисунке 1 показано, как сделать подобный расщепленный источник с помощью двух высокоеффективных 20-вольтовых понижающих преобразователей

напряжения LTC3388-3, питающихся входным напряжением 6...12 В.

Шина положительного напряжения образована микросхемой LTC3388-3 в ее стандартной конфигурации понижающего преобразователя, в то время как для отрицательной шины использована вторая микросхема LTC3388-3, вывод V_{OUT} которой заземлен, а выходное напряжение берется с вывода GND. Шина отрицательного напряжения сое-

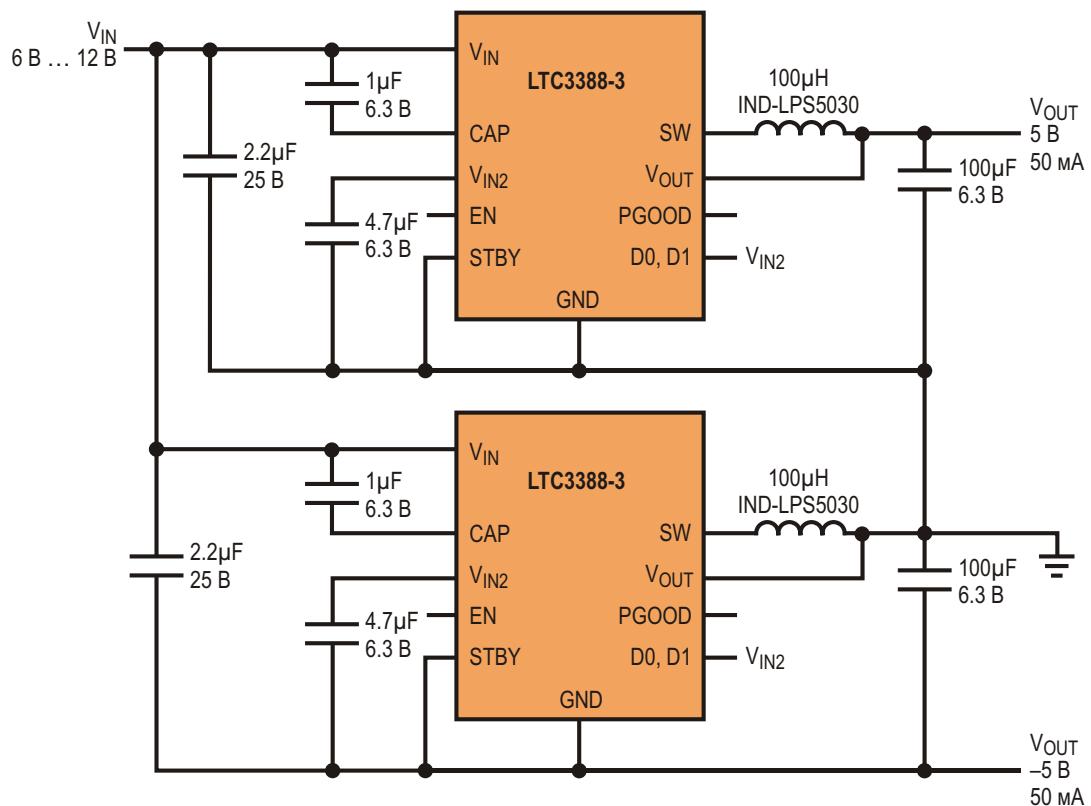


Рисунок 1. Простой способ реализации расщепленного источника питания.

динена с вскрытой теплоотводящей площадкой микросхемы LTC3388-3, которая должна быть изолирована от слоя системной земли и иметь достаточно большую площадь, обеспечивающую адекватное охлаждение LTC3388-3.

Исключительно эффективные понижающие преобразователи LTC3388-1 и LTC3388-3 в отсутствие нагрузки потребляют типовой ток всего 720 нА, сохраняя при этом способность стабилизации выходного напряжения. В нормальном режиме работы микросхемы могут отдавать в нагрузку ток до 50 мА, а при снижении входного напряжения ниже 2.3 В схема блокировки переводит устройство в режим пониженного потребления. Выходное напряжение программируется через два цифровых входа, и после того, как оно превысит 92% (типовое значение) от запрограммированной величины, статусный выход PGOOD подтвердит, что питание достигло нормы. Выходные напряжения LTC3388-1 могут принимать значения 1.2 В, 1.5 В, 1.8 В или 2.5 В, в то время как для LTC3388-3 установлен ряд 2.8 В, 3.0 В, 3.3 В или 5.0 В. Оба прибора выпускаются в 10-выводных корпусах MSE или DFN размером 3 мм × 3 мм.

Работа расщепленного источника питания

Когда LTC3388 для формирования положительного напряжения сконфигурирован как понижающий преобразователь, ток индуктивности через внутренний Р-МОП ключ линейно нарастает до уровня I_{PEAK} (типичное значение 150 мА), а затем через Н-МОП ключ спадает до нуля. Последовательность этих событий заряжает выходной конденсатор до напряжения, немного превышающего напряжение стабилизации, и с этого момента преобразователь переходит в спящий режим.

Пока выходное напряжение уменьшается под влиянием внешней нагрузки, понижающий преобразователь остается в спящем режиме, а внутренний компаратор спящего режима отслеживает выходное напряжение. Когда выходное напряжение падает ниже напряжения стабилизации, понижающий преобразователь просыпается и цикл повторяется. Такая гистерезисная технология управления выходным напряжением снижает потери, связанные с переключением

MOSFET ключей, и одновременно обеспечивает уверенную стабилизацию при облегченных нагрузках. Наибольший средний ток, который может отдать понижающий преобразователь, равен 50 мА.

Шина отрицательного напряжения образована заземлением узла V_{OUT} понижающего преобразователя. При таком включении опорный вывод «земли» микросхемы LTC3388 становится шиной отрицательного напряжения. Напряжение между выводом V_{IN} и отрицательной шиной является суммой входного напряжения и абсолютной величины напряжения на отрицательнойшине. Подобная конфигурация ограничивает допустимое напряжение источника значением 20 В (максимально допустимое входное напряжение для LTC3388) за вычетом абсолютной величины напряжения отрицательной шины.

Ток индуктивности через внутренний Р-МОП ключ линейно нарастает до уровня I_{PEAK} как в понижающем преобразователе, а затем через Н-МОП ключ спадает до нуля, заряжая при этом выходной конденсатор отрицательным напряжением. Такой характер работы типичен для инвертирующего синхронного повышающе-понижающего преобразователя в режиме критической проводимости. Максимальный выходной ток в этой конфигурации ограничен пиковым током индуктивности, входным напряжением и абсолютной величиной выходного напряжения. Приведенное ниже выражение может использоваться для оценки максимального доступного выходного тока.

$$I_{OUT} = \frac{I_{PEAK}}{2} \cdot \frac{V_{IN}}{V_{IN} - |V_{OUT}|}.$$

В приложениях с расщепленными источниками питания аналоговые цепи подключаются между шинами положительного и отрицательного напряжения. В результате такого включения токи нагрузки обоих регуляторов имеют одинаковую величину. На Рисунке 2 изображена зависимость входного тока от выходного тока для схемы из Рисунка 1. При очень малых токах нагрузки, не превышающих 10 мкА, входной ток покоя может восприниматься как положительное смещение во входном токе. При токах, больших 100 мкА,

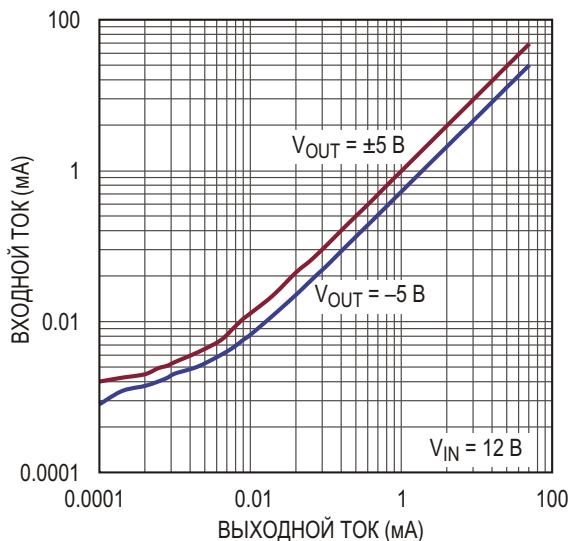


Рисунок 2. Зависимость входного тока от тока нагрузки для расщепленного источника питания, изображенного на Рисунке 1. (Кривая -5 В также справедлива и для схемы на Рисунке 3).

этот эффект минимален, и входной ток приблизительно равен выходному. Выражение для входного тока можно аппроксимировать следующей формулой:

$$I_{IN} = \frac{I_{OUT}}{\eta} \frac{V_{IN}}{|V_{OUT}|} \approx 2 I_Q,$$

где η – КПД.

Источник отрицательного напряжения

На Рисунке 3 показана повышающе-понижающая конфигурация, использованная для создания шины отрицательного напряжения. Для запуска преобразователя в такой конфигурации достаточно, чтобы входное напряжение лишь на 2.5 В (типовое значение) превысило порог UVLO. Кривая -5 В на Рисунке 2 применима и к этой схеме при входном напряжении 12 В.

Заключение

Простая в реализации схема расщепленного источника с использованием LTC3388 благодаря низкому току покоя позволяет создавать высокоэффективные решения для питания слаботочных аналоговых схем, требующих выходов виртуальной земли. Выходное напряжение каждого устройства дискретно программируется через цифровые входы в диапазоне от 1.2 В до 5.0 В. Отдаваемый в нагрузку ток может достигать 50 мА. Каждому регулятору требуются лишь четыре внешних конденсатора и одна индуктивность, занимающие на печатной плате очень незначительную площадь. Статусный выход PGOOD служит для индикации режима нормальной стабилизации выходного напряжения. LTC3388-1 и LTC3388-3 выпускаются в 10-выводных корпусах MSE или в корпусах DFN с размерами 3 мм × 3 мм. **РЛ**

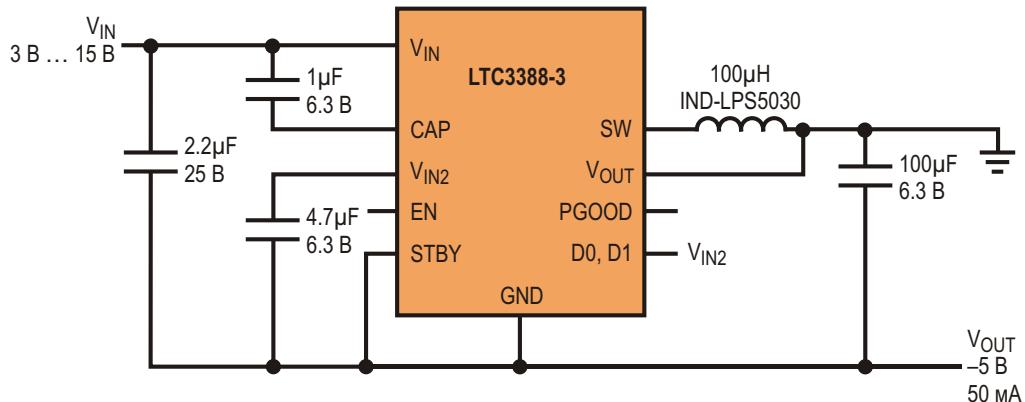


Рисунок 3. Источник отрицательного напряжения.

Улучшив динамические характеристики оптоизолятора, можно снизить потребление мощности

Marian Stofka

EDN

Быстродействие стандартного оптрана ограничено в основном относительно медленной реакцией фототранзистора. В статье предлагается схема, в которой несколько дополнительных компонентов со стороны драйвера светодиода позволяют значительно улучшить динамику переключения.

Резистор R1 является штатным элементом стандартной схемы включения оптрана. В нашей схеме, однако, время включения определяется преимущественно добавленными элементами, поэтому сопротивление резистора R1 можно выбрать более высоким. За счет этого вы можете снизить потребляемый ток и использовать для управления светодиодом драйвер меньшей мощности.

«Ускорителем» служит эмиттерный повторитель на NPN транзисторе Q1. Эмиттерная нагрузка повторителя разбита на низкоомную часть R_{EL} и высокоомную R_{EH} , параллельно которой подключен конденсатор C. При скачке напряжения V_{IN} на входе первоначально разряженный конденсатор C временно «закорачивает» R_{EH} . В результате этого величина тока, текущего из эмиттера в светодиод, увеличивается до уровня

$$I_E = \frac{V_{IN} - (V_{BE0} + V_F)}{R_{EL}}.$$

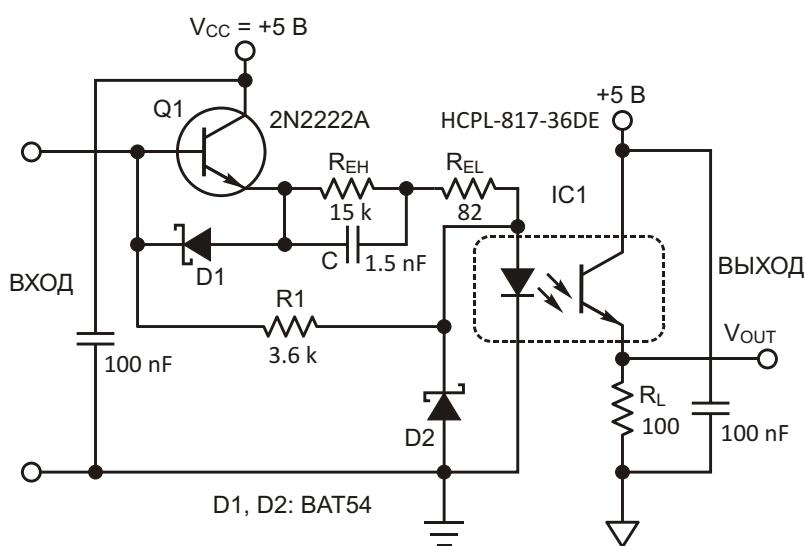


Рисунок 1. Схема улучшения динамических характеристик оптоизолятора не только ускоряет прохождение фронта входного сигнала, но и снижает потребляемую мощность.

Ток I_E не должен превышать 50 мА. При скачке напряжения V_{IN} конденсатор С заряжается приблизительно по экспоненте с постоянной времени

$$R_{EL} C.$$

Емкость конденсатора С первоначально была определена по формуле

$$C = \frac{t_{R0}}{2.3 R_{EL}},$$

где t_{R0} – время нарастания выходного напряжения оптоизолятора согласно технической документации, т.е., без учета влияния схемы ускорения переключения.

Однако при полученном значении 13 нФ на выходе V_{OUT} наблюдались значительные выбросы напряжения. Поэтому необходимая величина емкости была определена в результате эксперимента, показавшего, что оптимальным будет значение порядка 1.5 нФ, при

котором выбросы будут несущественными и не превысят 2%. Диоды Шоттки D1 и D2 служат для быстрого разряда конденсатора С перед приемом входного импульса, и одновременно для защиты перехода база-эмиттер от пробоя обратным напряжением.

Схема была испытана при напряжении источника питания $V_{CC} = +5$ В и скачке входного напряжения от 0 В до 3 В. Результаты получились следующими:

- время задержки включения $t_{DR} = 0.5$ мкс,
- полное время включения $t_{ON} = t_{DR} + t_R = 2.8$ мкс.

Соответствующие значения для схемы без «ускорителя» ($R1 = 3.6$ кОм) были равны 3.2 мкс и 10.8 мкс.

Подводя итог, отметим, что по сравнению с немодифицированной схемой время нарастания переднего фронта сократилось более чем в 6 раз, а время включения – в четыре раза. Важно также, что при этом прямой ток светодиода был снижен до 0.5 мА против 5 мА, указанных в справочных данных на оптрон. **РЛ**

Каскад на одной электронной лампе с усилением 450

Lyle Russell Williams

EDN

В радиоприемниках прямого преобразования коэффициент усиления аудио усилителя на вакуумном пентоде должен равняться 450. Крутизна пентода, равная отношению приращения анодного тока к вызвавшему его приращению управляемого напряжения сетки, очень высока. Однако получить высокое усиление можно только при большом импедансе нагрузки. В радиочастотных схемах на пентодах в анодной нагрузке используются настроенные LC-контуры, резонансное сопротивление которых, а, значит, и коэффициент усиления схемы, достаточно велики. Однако соблюсти требования к режимам лампы по постоянному току при ненастроенной нагрузке, как правило, невозможно.

К примеру, вакуумному пентоду 6AU6 требуется ток в рабочей точке, приблизительно равный 5 мА (Рисунок 1). При анодном напряжении покоя 60 В это означает, что сопротивление нагрузки не может превышать 12 кОм. Внутреннее сопротивление лампы 0.5 МОм и сопротивление нагрузки следующего каскада 1 МОм по сравнению с нагрузочным сопротивлением 12 кОм в этом расчете можно не учитывать. При крутизне лампы 3900 мкСм (3.9 мА/В) для выполнения указанных требований требуется коэффициент усиления аудио, равный 45. Его несложно обеспечить с помощью вакуумного триода.

Чтобы получить высокий импеданс нагрузки при ненастроенной анодной цепи, можно

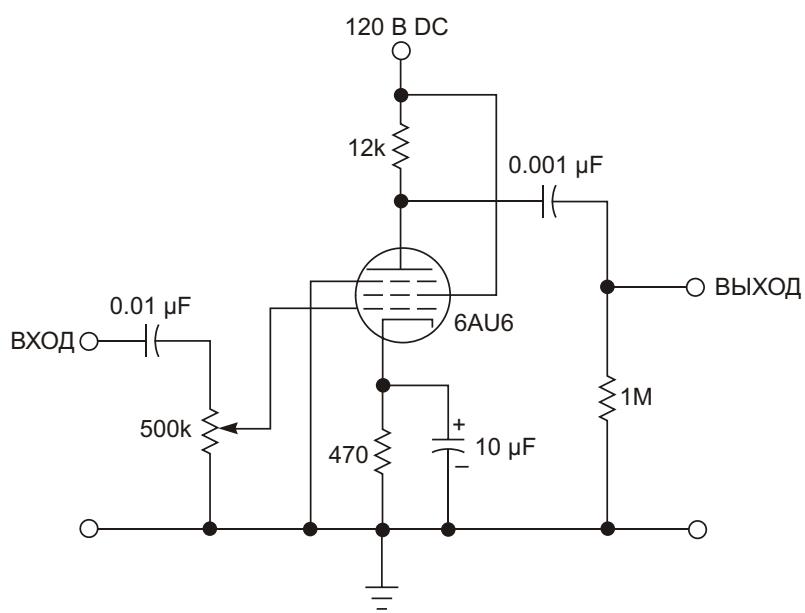


Рисунок 1. Ток покоя вакуумного пентода 6AU6 должен равняться примерно 5 мА.

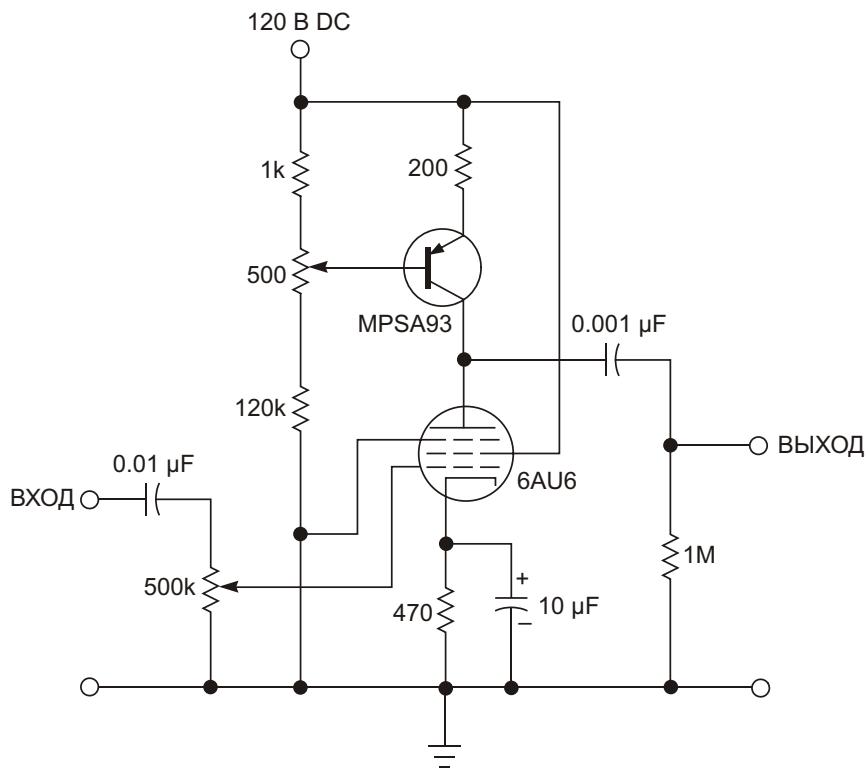


Рисунок 2. Чтобы получить высокий импеданс нагрузки при ненастроенной анодной цепи, можно включить в анод лампы транзисторный источник тока.

включить в анод лампы транзисторный источник тока (Рисунок 2). Транзистор не усиливает сигнал, но выполняет функцию активной нагрузки, питая анод током 5 мА. С помощью подстроечного резистора 500 Ом устанавливается напряжение покоя 60 В. Коэффициент усиления схемы приблизительно равен 450. Это означает, что сопро-

тивление нагрузки, образованное параллельным соединением сопротивления транзистора, внутреннего сопротивления лампы и сопротивления следующего каскада, равно 150 кОм. Альтернативный вариант схемы можно собрать на двух соединенных последовательно вакуумных триодах, если усиление каждого составит примерно 21. **РЛ**



Скоро новые
тематические номера:

- ▶ автоматизация
- ▶ автоэлектроника
- ▶ аккумуляторы и зарядные
устройства

Если Вам небезразличны эти темы
или Вы являетесь носителем
передовых знаний в других
областях электроники и готовы их
популяризовать -

приглашаем к сотрудничеству!

Мы в соцсетях:

