

Журнал для тех, кто интересуется электроникой

РАДИОЛОЦМАН

Апрель 2014 (35)

11 Физики синтезировали магнитный монополь, предсказанный более 80 лет назад

33 Сложные средства упрощают освоение программно определяемых радиосистем

56 Усовершенствование генератора на звуковой карте ПК

20 **ДИСКРЕТИЗАЦИЯ
ЛИНЕЙНЫХ
ИЗМЕРЕНИЙ**



SEMICON® Russia 2014

SEMICON Russia – ведущий форум микроэлектроники в России.

SEMICON Russia – это главная демонстрационная площадка технологий, оборудования и материалов глобальной индустрии полупроводников и микроэлектроники. Она открывает перед своими участниками мир безграничных возможностей. Узнайте своих заказчиков, найдите партнеров и поставьте перед собой высокие бизнес-цели на форуме, которому нет равных в России.



без
границ



КЛЮЧЕВЫЕ РАЗДЕЛЫ ВЫСТАВКИ

- Фокус на растущих рынках в России, включая микроэлектронные системы и технологии корпусирования
- Альянс промышленности, науки и государства как путь развития конкурентоспособной микроэлектроники в России
- Сессии ТехАРЕНА (бесплатное посещение)
 - Рынок полупроводников
 - Микроэлектронные системы (MEMS)
 - Технологии корпусирования

КОНФЕРЕНЦИЯ ПО РЫНКУ МИКРОЭЛЕКТРОНИКИ

Темы Конференции будут сфокусированы на текущей деятельности и развитии российской микроэлектроники и смежных отраслей. Ведущие российские и зарубежные компании представят свои проекты, продукты, технологии и последние достижения. Конференция – уникальная платформа, предоставляющая возможность встретиться с поставщиками, партнерами и клиентами из российской и международной микроэлектронной отрасли.

Вторник, 13 мая 2014 / Технополис Москва

Отметьте в своем календаре даты проведения SEMICON Russia 2014!

14–15 мая

2014

Экспоцентр
Москва, Россия

www.semiconrussia.org



Главный редактор:

А. Николаев

Над номером работали:

В. Колесник

В. Копать

И. Краснолобов

С. Муратчаев

А. Николаев

Н. Радунцева

М. Русских

Обложка:

А. Кравчук

Директор:

С. Муратчаев

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

rlocman@rlocman.ru

+7 (495) 721-72-14

www.rlocman.ru

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

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

Мнения авторов не всегда отражают точку зрения редакции.

Оформление бесплатной подписки:

www.rlocman.ru/magazine

Новости

- 4 Plessey начала производство светодиодов семейства dotLEDT для рынка носимых устройств
- 4 Vishay представляет двоянные 20-вольтовые миниатюрные MOSFET с наименьшим в отрасли сопротивлением канала
- 5 Microchip анонсировала семейство бюджетных 8-разрядных микроконтроллеров PIC с интеллектуальной аналоговой периферией, независимой от процессорного ядра
- 7 Central Semiconductor разработала новую серию сверхбыстродействующих 600-вольтовых выпрямителей для схем ККФ
- 7 ROHM разработала самый маленький в отрасли транзистор
- 8 ИОН компании Diodes обеспечивает высокую стабильность при низкой мощности потребления
- 9 Marvell анонсировала первый в отрасли интеллектуальный контроллер светодиодов, совместимый с настенными диммерами
- 10 Intersil представила свой первый высоковольтный силовой модуль
- 11 Физики синтезировали магнитный монополь, предсказанный более 80 лет назад
- 13 Infineon создала самый мощный в отрасли радиочастотный транзистор L-диапазона
- 14 Fluke выпускает четырехканальный скопметр с полосой пропускания 500 МГц и частотой выборки 5 Гбит/с
- 14 Diodes предлагает новый двухфазный контроллер понижающего преобразователя напряжения AP3595
- 15 Аудио усилители Diodes стали еще миниатюрнее
- 16 Intersil анонсировала самый точный цифровой RGB датчик света для оптимизации восприятия дисплеев телевизоров и мобильных устройств
- 17 NXP выпустила новые 300-ваттные TVS диоды в безвыводном корпусе 2 x 2 мм

Статьи

- 20 Дискретизация линейных измерений
- 24 Разработка USB-аксессуаров с поддержкой AOA для Android-систем. Часть 2
- 28 IAR visualSTATE: удобный подход к проектированию с помощью конечных автоматов. Часть 1
- 33 Сложные средства упрощают освоение программно определяемых радиосистем
- 36 Выходное напряжение четырехквadrантного DC/DC преобразователя плавно переходит из положительного в отрицательное
- 40 Renesas Electronics – история слияний и поглощений. Глава 1 – Mitsubishi. Часть 2
- 46 Шумы дифференциального усилителя можно снизить на 6 дБ, а полосу расширить вдвое
- 50 Будущее электронных ламп

Схемы

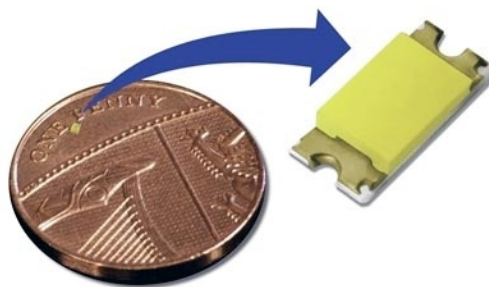
- 52 Микромощный изолированный обратноходовой преобразователь с диапазоном входных напряжений от 6 В до 100 В
- 56 Усовершенствование генератора на звуковой карте ПК
- 58 Усовершенствованный автономный драйвер светодиодной цепочки
- 62 Микроконтроллер имитирует генератор пилообразного напряжения на однопереходном транзисторе
- 65 Водостойкая и вандалостойкая клавиатура на пьезоэлектрических дисках

Plessey начала производство светодиодов семейства dotLEDT для рынка носимых устройств

Plessey объявила о начале производства своих самых миниатюрных корпусных светодиодов MaGIC (Manufactured on GaN-on-Si I/C – нитрид галлия на кремнии), предназначенных для растущего рынка носимых электронных устройств. Белые светодиоды PLW138003 в корпусе для поверхностного монтажа типоразмера 1005 были разработаны в связи с потребностью производителей в еще более миниатюрных коллимированных светодиодных источниках света. Приборы семейства, получившего название dotLED, имеют высоту 0.2 мм, весят 0.2 мг и являются лучшим в отрасли выбором для любых носимых изделий со светодиодами.

Габариты светодиода PLW138003 (1.0 мм 0.5 мм) соответствуют типоразмеру 1005 – стандартизованному размеру электронных компонентов, широко применяемых в бытовой электронике. Светодиоды dotLED с высотой корпуса 0.2 мм создавались специально для сектора электронных устройств, требующих использования особо низкопрофильных элементов.

Первыми изделиями в семействе dotLED компании Plessey стали белые светодиоды PLW138003, излучающие световой поток



0.7 лм в угле 130° при токе 5 мА. Доступна также синяя версия PLB138003. Дальнейшим развитием серии в ближайшее время станут цветные светодиоды и приборы в более крупных корпусах 1608. Для потребителей, создающих особо компактные решения, Plessey поставляет светодиоды PLB030003 в виде сверхтонких кристаллов размером всего 200 200 75 мкм.

Светодиоды изготавливаются Plessey по запатентованной ею технологии MaGIC, основанной на стандартных процессах, используемых в производстве кремниевых полупроводниковых приборов. Последними изделиями, созданными по этой технологии, стали адресованные массовому потребительскому рынку светодиоды dotLED в корпусах 1005.

Vishay представляет сдвоенные 20-вольтовые миниатюрные MOSFET с наименьшим в отрасли сопротивлением канала

Vishay Intertechnology представляет новый сдвоенный мощный n-канальный MOSFET семейства TrenchFET в миниатюрном корпусе PowerPAK SC-70 с уменьшенным тепловым сопротивлением. Созданный, чтобы уменьшить занимаемое пространство и увеличить эффективность преобразования энер-

гии в портативных устройствах, SiA936EDJ обладает минимальным в отрасли сопротивлением открытого канала среди 20-вольтовых приборов с напряжениями затвора 4.5 и 2.5 В и размерами корпуса 2 2 мм.

Особенности

- Низкое сопротивление канала при логических уровнях управления
- Способствует более эффективному использованию мощности и увеличению времени работы от батареи
- Встроенная защита от электростатического разряда до 2000 В
- Два MOSFET, интегрированных в компактном корпусе PowerPAK SC-70



- Миниатюрный корпус размером 2.05 x 2.05 мм с уменьшенным тепловым сопротивлением
- 100% контроль сопротивления затвора
- Не содержит галогенов в соответствии с JEDEC JS709A
- Соответствует требованиям директивы RoHS2 (2011/65/EU)

Основные параметры

- Напряжение сток-исток: 20 В
- Напряжение затвор-исток: ± 12 В
- Сопротивление открытого канала:
 - максимум 34 мОм при 4.5 В
 - максимум 37 мОм при 3.7 В
 - максимум 45 мОм при 2.5 В

Приложения

- Переключатели заряда и нагрузки
- DC/DC преобразователи
- H-мосты
- Защита батарей

Перспектива

В миниатюрном корпусе SiA936EDJ сочетаются очень низкое сопротивление канала с встроенной защитой от статического электричества до 2000 В. Сопротивление открытого канала при 2.5 В на 11.7% меньше, чем у ближайшего аналога с максимальным напряжением затвор-исток (U_{GS}) 8 В, и на 15.1% меньше, чем у ближайшего аналога с $U_{GS} = 12$ В. Такие низкие значения сопротивления канала позволяют разработчикам получать более низкие значения падения напряжения в схемах, что способствует снижению потерь энергии и увеличению времени автономной работы. Дополнительно, интеграция двух транзисторов в одном миниатюрном корпусе упрощает конструкцию, снижает общее количество компонентов и уменьшает занимаемое на плате пространство.

Доступность

В настоящее время доступны как единичные образцы SiA936EDJ, так и промышленные партии. При больших объемах заказа производственный цикл занимает от 12 до 14 недель.

Microchip анонсировала семейство бюджетных 8-разрядных микроконтроллеров PIC с интеллектуальной аналоговой периферией, независимой от процессорного ядра

Микроконтроллеры PIC16F170X/171X упростят разработку и сократят количество необходимых компонентов за счет наличия встроенных операционных усилителей, детекторов перехода через ноль и функции PPS

Microchip Technology анонсировала семейство 8-разрядных микроконтроллеров PIC16(L)F170X и PIC16(L)F171X, сочетающих богатый набор интеллектуальной аналоговой периферии, независимой от процессорного ядра, с ценовой эффективностью и технологией XLP (eXtreme Low Power – экстремально низкая мощность). Выпускаемые в 14-, 20-, 28- и 40/44-выводных корпусах одиннадцать микросхем семейства PIC16F170X /171X содержат по два операционных усилителя, которые могут использоваться для управления аналоговыми цепями регулирования, подключения датчиков и первичной обработки сигналов. В каждое из новых устройств также встроен детектор перехода через ноль ZCD (Zero Cross Detect), упрощающий управление симисторами и

минимизирующие уровень электромагнитных помех, излучаемых при коммутации нагрузки. Это первые микроконтроллеры семейства PIC16 с функцией Peripheral Pin Select (PPS), позволяющей оперативно и гибко переопределять соответствие многих выводов тем или иным периферийным устрой-



йствам. Микроконтроллеры общего применения PIC16F170X/171X предназначены для широкого круга приложений, среди которых потребительские устройства (бытовые приборы, электроинструменты, электробритвы), медицинские приборы (измерители кровяного давления, глюкометры, пedomетры), контроллеры светодиодного освещения, зарядные устройства, источники питания и схемы управления электродвигателями.

Семейство PIC16F170X/171X имеет независимую от ядра периферию, такую как конфигурируемые логические элементы (Configurable Logic Cell – CLC), генератор с комплементарными выходами (Complementary Output Generator – COG) и генератор с цифровым управлением (Numerically Controlled Oscillator – NCO). Такая «самодостаточная» периферия поднимает характеристики 8-разрядных микроконтроллеров PIC на совершенно новый уровень, позволяя решать задачи без обработки исполняемого кода или без участия центрального процессора. В результате упрощается реализация сложных управляющих систем, а разработчики получают гибкий инструмент для воплощения инновационных решений. Периферия CLC дает возможность создавать логику, настраиваемую под конкретное приложение, уменьшая количество внешних компонентов, сокращая длину программного кода и расширяя функциональность устройства. Блок COG предназначен для генерации мощных комплементарных сигналов произвольной формы, точно управляемых по фазе, величине мертвого времени и времени запираения, условиям аварийного отключения и стратегии исправления ошибок. Это позволяет создавать недорогие и не занимающие много места на плате драйверы полумостов и мостов на МОП транзисторах, например, для схем преобразователей энергии. NCO представляет собой программируемый высокоточный генератор с нижней рабочей частотой

менее 1 Гц и верхней более 500 кГц. Использование NCO станет шагом вперед благодаря возможности создания более совершенных и, в то же время, менее сложных схем точного линейного управления частотой, необходимых для светотехнической аппаратуры, генераторов тональных сигналов, цепей настройки радиоприемников и балластов люминесцентных ламп.

Новые микроконтроллеры имеют до 28 КБ самопрограммируемой флеш-памяти, до 2 КБ RAM, 10-разрядный АЦП, 5-/8 разрядный ЦАП, модули захвата/сравнения ШИМ, автономные 10-разрядные модули ШИМ и высокоскоростные компараторы с типовым временем переключения 60 нс, а также периферийные интерфейсы EUSART, I²C и SPI. В микросхемах реализована технология управления питанием XLP, благодаря которой типичные токи активного и спящего режима составляют всего 35 мкА/МГц и 30 нА, соответственно, что позволяет значительно увеличить время работы батарей.

Средства разработки

Семейство PIC16F170X/171X поддерживается созданным Microchip стандартным пакетом средств разработки мирового класса, включая PICkit 3 (\$44.95), MPLAB ICD 3 (\$189.99), PICkit 3 Low Pin Count Demo Board (\$25.99), PICDEM Lab Development Kit (\$134.99) и PICDEM 2 Plus (\$99.99). Бесплатный Конфигуратор Кода MPLAB генерирует легкий для понимания C код, вставляемый в проект пользователя. В настоящее время конфигуратор уже поддерживает микроконтроллеры PIC16F1704/08, а в ближайшее время он сможет работать и со всеми оставшимися приборами семейства.

Цены и доступность

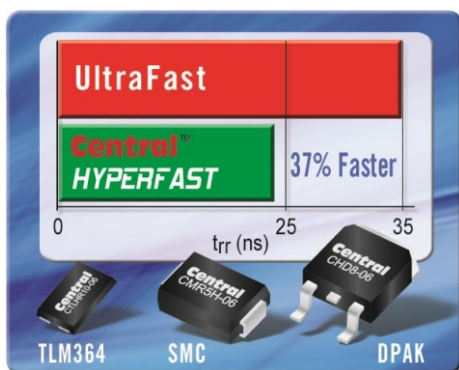
Состояние производства и типы предлагаемых корпусов представлены в следующей таблице:

Приборы	Состояние производства	Типы корпусов
PIC16(L)F1703/1704/1705	Образцы и промышленные партии	14-выводные PDIP, TSSOP, SOIC и QFN (4 4 0.9 мм)
PIC16F1707/1708/1709		20-выводные PDIP, SSOP, SOIC и QFN (4 4 0.9 мм)
PIC16F1713/16		28-выводные PDIP, SSOP, SOIC, QFN (6 6 0.9 мм) и UQFN (4 4 0.5 мм)
PIC16F1718	Серийное производство с мая 2014	28-выводные PDIP, SSOP, SOIC, QFN (6 6 0.9 мм) и UQFN (4 4 0.5 мм)
PIC16F1717/19		40/44-выводные PDIP, TQFP и UQFN (5 5 0.5 мм)

Цены для партий объемом 10,000 приборов начинаются от \$0.59 за штуку.

Central Semiconductor разработала новую серию сверхбыстродействующих 600-вольтовых выпрямителей для схем ККФ

Central Semiconductor представила несколько новых 600-вольтовых выпрямителей семейства HyperFast, разработанных специально для таких сверхбыстрых переключающих схем, как корректоры коэффициента мощности (ККФ), где общие потери проводимости должны быть минимальными, а плотность мощности – максимальной.



Серия состоит из трех приборов:

- CMR5H-06 (5 А, корпус SMC),
- CHD8-06 (8 А, корпус DPAK),
- CTLHR10-06 (10 А, корпус TLM364).

Все три устройства имеют лучшие в отрасли характеристики переключения (22 нс), на 37% превосходя по этом параметру конкурирующие выпрямители семейства UltraFast.

Для герметизации диодов используются стандартные корпуса со стандартным расположением контактов, что облегчает их монтаж и адаптацию к существующим конструкциям.

Выпрямители со сверхмалым временем обратного восстановления и большим обратным напряжением являются ключевыми элементами высокоэффективных ККФ. Помимо исключительного быстродействия, приборы отличаются большой плотностью мощности, малыми потерями переключения и высоким энергетическим КПД. Широкий диапазон рабочих температур диодов от -65°C до $+175^{\circ}\text{C}$ позволяет использовать их и в других приложениях, включая схемы управления электродвигателями, выходные выпрямители DC/DC преобразователей и инверторы альтернативных источников энергии.

На диоды установлены следующие стартовые цены:

Прибор	Цена за шт.	Норма отгрузки, шт.
CMR5H-06	\$0.30	3,000
CHD8-06	\$0.30	2,500
CTLHR10-06	\$0.68	5,000

По запросу предоставляются образцы новых диодов.

ROHM разработала самый маленький в отрасли транзистор

Недавно ROHM объявила о выпуске самого миниатюрного в отрасли транзистора. Корпус VML0604 с размерами 0.6 × 0.4 мм и высотой 0.36 мм занимает на плате вдвое меньшую площадь, чем аналоги, что делает его идеальным для смартфонов и других устройств, становящихся все меньше и тоньше.

В последние годы на рынке потребительской электроники, включая смартфоны и носимые устройства, доминирует тенденция к большей компактности и функциональности, стимулирующая спрос на миниатюрные и тонкие компоненты.

Что касается сокращения размеров транзисторов, в дополнение к таким техническим проблемам, как стабильность термокомпрессионных соединений и точность изготовления корпусов, отдельную проблему составляло неизбежное увеличение сопротивления открытого канала и снижение до 20 В максимального рабочего напряжения. Компании ROHM, однако, удалось успешно уменьшить и размеры корпуса, и сопротивление канала, одновременно повысив рабочее напряжение до 60 В и обеспечив революционный уровень характеристики и надежности.

Транзисторы уже продаются небольшими партиями по цене \$0.84 за штуку. Массовое производство запланировано на июнь 2014 года.



Ключевые особенности

1. Самый маленький корпус существенно снижает монтажную площадь

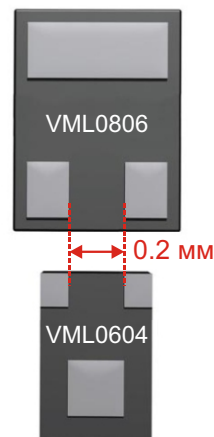
Новые технологии производства кристаллов и корпусирования, в сочетании с оптимизацией внутренней структуры, позволили ROHM создать самый маленький в индустрии транзисторный корпус VML0604, имеющий размеры всего 0.6 × 0.4 × 0.36 мм. В результате монтажная площадь была сокращена на 50%, что сделало транзистор идеальным прибором для приложений с высокой плотностью в портативных устройствах всех типов.

Этот новый корпус будет использован в существующей линейке малосигнальных MOSFET, что позволит уменьшить занимаемый ими объем в различных приложениях.

2. Точный зазор в 0.2 мм между выводами упрощает монтаж

С уменьшением размеров компонентов их монтаж на плату становится более слож-

ным. Для сохранения возможности использования существующего оборудования для установки новых транзисторов ROHM оставила зазор между выводами равным 0.2 мм.



3. Сверхнизкое сопротивление открытого канала в самом миниатюрном корпусе

Для уменьшения размеров корпуса приходится уменьшать размеры кристалла транзистора, но тогда резко увеличивается сопротивление канала и возрастают тепловые потери, в результате чего становится трудно разместить в таком корпусе даже малосигнальные транзисторы.

Однако внедрение новых технологических процессов сделало возможным создание ультракомпактных транзисторов с максимальным напряжением 30 В и лучшим в отрасли сопротивлением канала 0.25 Ом (при $U_{GS} = 4.5$ В).

4. Линейка новых транзисторов включает продукты с напряжением от 40 до 60 В

Повысить диапазон рабочих напряжений удалось при сохранении низкого сопротивления канала.

ИОН компании Diodes обеспечивает высокую стабильность при низкой мощности потребления

Компания Diodes представила параллельный источник опорного напряжения ZXRE330. Прибор с выходным напряжением 3.3 В позволит повысить стабильность и снизить рассеиваемую мощность портативных приборов и оборудования с батарейным пита-

нием. Совместимый по выводам со стандартными приборами отрасли, ZXRE330 выпускается в корпусе SOT-23 для поверхностного монтажа и в выводном корпусе TO-92.

Обладая типовым температурным коэффициентом меньше 20 ppm/°C, этот прецизи-



онный микромощный прибор отличается исключительно высокой стабильностью в промышленном диапазоне температур от -40°C до $+85^{\circ}\text{C}$. Допустимое отклонение выходного напряжения при температуре

$+25^{\circ}\text{C}$ составляет $\pm 2\%$ для ZXRE330E и $\pm 0.5\%$ для ZXRE330A.

Низкая мощность, потребляемая ZXRE330 от источника питания – это результат сочетания очень маленького начального тока стабилизации, типовое значение которого равно 1 мкА, и отличных характеристик, сохраняющихся во всем диапазоне рабочих токов от 2 мкА до 5 мА.

Источник опорного напряжения ZXRE330 работоспособен при большой емкостной нагрузке и не нуждается в выходном конденсаторе. Низкий уровень шумов прибора (55 мкВ с.к.з.) обеспечивает чистый выходной сигнал в диапазоне частот от 10 Гц до 10 кГц.

Marvell анонсировала первый в отрасли интеллектуальный контроллер светодиодов, совместимый с настенными диммерами

Новый контроллер светодиодов 88EM8189 компании Marvell имеет совместимый с I2C интерфейс, потребляет незначительную мощность в режиме ожидания и, обеспечивая совместимость с диммерами с отсечкой фазы, способствует ускорению внедрения интеллектуальных систем освещения

Marvell объявила о выпуске основанной на AC/DC преобразователе новой микросхемы драйвера светодиодов 88EM8189 с интегрированным цифровым интерфейсом, совместимым с I2C. Интерфейс позволяет подключать драйвер к сетевым микроконтроллерам, реализующим протоколы управления освещением, такие, например, как Zigbee для Интеллектуальных беспроводных ламп, и получать уникальные параметры диммирования в диапазоне от 100% до 1%. Микросхема 88EM8189 содержит отдельный высокоэффективный AC/DC преобразователь, мощность потребления которого в режиме ожидания соответствует требованиям, предъявляемым к устройствам питания сетевых чипов. Применение новой микросхемы позволит минимизировать мощность, потребляемую сетевой схемой Интеллектуальной беспроводной лампы в режиме ожидания при выключенном освещении до уровня, полностью отвечающего современным требованиям стандарта ENERGY STAR. Основанные на проверенной архитектуре, используемой в лучших в отрасли регуляторах с отсечкой фазы 88EM8187, микросхемы 88EM8189 обеспечат совместимость Интеллектуаль-

ных ламп с существующими диммерами с отсечкой фазы в качестве опции системного уровня. В настоящее время Marvell предлагает образцы драйверов 88EM8189 для апробирования своим основным клиентам.



Микросхема драйвера светодиодов 88EM8189 является частью разработанной Marvell платформы Smart Lighting (интеллектуальное освещение), в которую входят также ZigBee микроконтроллер 88MZ100, Wi-Fi микроконтроллер 88MC200 и недорогие решения для шлюзов ZigBee – Wi-Fi. Платформой полностью поддерживаются открытые промышленные протоколы в ZigBee Home Automation (ZHA) и ZigBee Light Link (ZLL), а также доступ мобильных устройств через Wi-Fi. Чтобы предложить рынку полностью законченные решения, вокруг этой платформы Marvell создала законченную экосистему, включающую контрактных

производителей и партнеров по облачным сервисам. Открытая архитектура компании Marvell позволяет подключать Интеллектуальные лампы к домашним шлюзам, предлагаемым продавцами и поставщиками услуг.

Ключевые особенности драйвера Marvell 88EM8189:

- Одноступенчатая обратноходовая или понижающее-повышающая топология
- Интегрированный цифровой интерфейс I2C для подключения к сетевому микроконтроллеру, управляющему цифровым диммированием с использованием ZigBee, Wi-Fi, Bluetooth, PLC или иных технологий.
- Интегрированный AC/DC преобразователь для питания сетевого микроконтроллера.
- Удовлетворяет требованиям стандарта ENERGY STAR в части мощности потребления при выключенном источнике света (500 мВт в режиме ожидания).
- Совместимость вниз с широко распространенными настенными диммерами с отсечкой фазы.



Базовый образец разработки 88EM8189.

- Минимальное количество компонентов для управления лампой: 88EM8189 плюс устройство для сетевого взаимодействия.
- Высочайшие электрические параметры драйвера:
 - Коэффициент мощности больше 0.95;
 - КПД до 90%;
 - Общие нелинейные искажения меньше 20%.

Intersil представила свой первый высоковольтный силовой модуль

ISL8216M предназначен для простых, гибких и оптимизированных по температурным режимам приложений, использующих шины питания 12, 24, 36 и 48 В

Intersil представила свой первый высоковольтный силовой модуль ISL8216M понижающего DC/DC преобразователя с входным напряжением до 80 В и выходным током до 4 А. Выпуском высокоинтегрированного и простого в использовании модуля Intersil обозначила свой вход в инфраструктуру высоковольтных промышленных приложений. Силовой модуль ISL8216M является

законченным источником питания в одном корпусе, пригодным для использования в устройствах широчайшего спектра – от систем телекоммуникационной и сетевой инфраструктуры до заводского испытательного оборудования. Применение прибора потребует от разработчика минимальных затрат времени и сил, ускоряя вывод на рынок конечного изделия.

ISL8216M работает в широком диапазоне входных напряжений от 10 до 80 В, а выходное напряжение может регулироваться от 2.5 до 30 В, что делает силовой модуль гибким и удобным решением для приложений, использующих шины питания 12, 24, 36 и 48 В, включая встраиваемые высоковольтные контроллеры телекоммуникационных плат. Используя единственный модуль,

ISL8216M: High Voltage 80V, 4A DC/DC Power Module

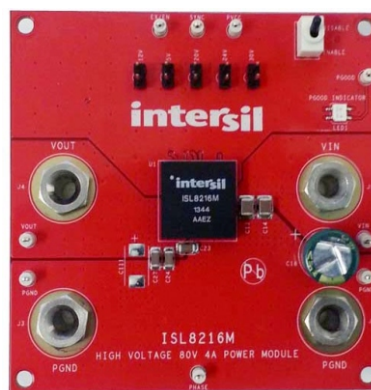


разработчики могут с минимальными затратами времени и средств оптимизировать КПД своих изделий.

ISL8216M представляет собой полностью готовое к использованию решение, дополнив которое лишь пятью внешними компонентами можно быстро и с минимальными производственными рисками создать конструкцию источника питания. Устройство упаковывается в прочный опрессованный корпус размером 15 × 15 × 3.6 мм с уменьшенным тепловым сопротивлением, позволяющий даже при максимальной нагрузке обходиться без теплоотводов или вентиляторов, экономя на плате очень значительное место. ISL8216M содержит полный набор защитных средств, включая защиту от перегрузки по току и отключение при повышенном или пониженном входном напряжении, а также при перегреве.

Основные особенности и характеристики

- Широкий диапазон входных напряжений от 10 до 80 В
- Выходное напряжение, устанавливаемое в диапазоне от 2.5 до 30 В
- Максимальный выходной постоянный ток 4 А
- Отличное качество стабилизации выходного напряжения ($\pm 1\%$ в диапазоне окружающих температур от -40°C до $+85^\circ\text{C}$)
- Частота переключения, программируемая от 200 кГц до 600 кГц (по умолчанию 300 кГц)



Отладочный модуль ISL8216MEVAL1Z.

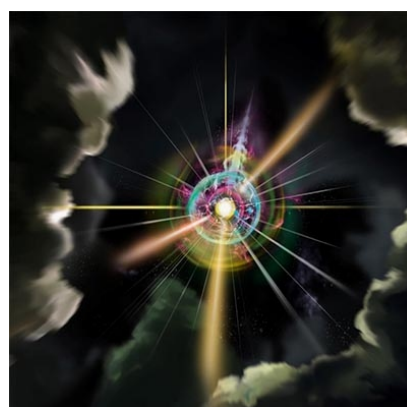
- Вход внешней синхронизации, выход «Питание в норме», внутренняя цепь мягкого запуска
- Полный набор защитных средств: защита от перегрузки по току, отключение при повышенном или пониженном входном напряжении, а также при перегреве

Доступность

Модули ISL8216M уже выпускаются серийно, и при покупке от 1000 приборов будут стоить \$15.50 каждый. Предлагаются также отладочные платформы ISL8216MEVAL1Z по цене \$41.33. Приборы, в соответствии с заказом, поставляются с одним из пяти фиксированных выходных напряжений 5, 12, 20, 24 и 30 В. Любое другое напряжение от 2.5 до 30 В можно установить с помощью единственного внешнего резистора.

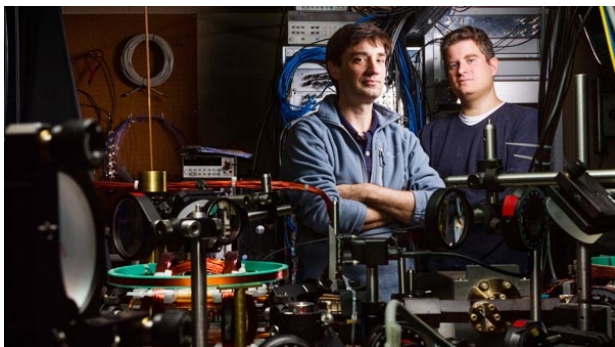
Физики синтезировали магнитный монополь, предсказанный более 80 лет назад

Более 85 лет назад физик-теоретик Поль Дирак (Paul Dirac) предсказал возможность их существования, а международная команда, состоящая из профессора физики Амхерст-Колледжа Дэвида Холла (David S. Hall) и научного сотрудника Университета Аалто (Финляндия) Микко Меттенена (Mikko Möttönen) его создала, идентифицировала и сфотографировала в лаборатории Холла в кампусе колледжа Амхерст-Колледжа. Это инновационное достижение открывает путь для обнаружения таких частиц в природе, что станет революционным событием, сравнимым с открытием электрона.



Искусственный магнитный монополь в воображении художника.

Статья об этой работе, написанная в соавторстве Холлом, Меттененом, доктором Амхерст-Колледжа Майклом Рэем (Michael Ray), Согэтом Канделом (Saugat Kandel) и финской аспиранткой Емми Руококоски (Emmi Ruokokoski), была опубликована в журнале Nature.



Профессор Дэвид Холл и доктор Майкл Рэй.

«Создание синтетического магнитного монополя должно дать нам беспрецедентное понимание аспектов природного магнитного монополя, если он, конечно, существует», — сказал Холл, разъясняя значение своей работы.



Микко Меттенен из финского университета Аалто.

Рэй, ведущий автор статьи и первый, кто увидел монополь в лаборатории, согласился, добавив: «Это невероятное открытие. Возможность подтвердить работу одного из самых известных физиков, вероятно, появляется всего раз в жизни. Я горжусь тем, что был частью команды, выполнявшей великую совместную работу.

Обычно магнитные полюса существуют парами: всегда есть северный и южный магнитный полюс. Однако, как следует из названия, магнитный монополь — это магнитная частица, обладающая только одним изолированным полюсом — северным, без южного, или наоборот. В 1931 году Дирак опубликовал результаты исследований природы этих монополей в контексте квантовой механики. Но с тех пор, несмотря на обширные экспериментальные поиски во всем, от образцов лунных камней до древних окаменелостей, существование природных магнитных монополей так и не подтверждено.

Команда Холла применила инновационный подход к исследованию теории Дирака, создавая и идентифицируя синтетические магнитные монополи в искусственном магнитном поле, создаваемом конденсатом Бозе-Эйнштейна — экстремально холодным атомным газом с температурой на десяток миллиардных долей градуса выше абсолютного нуля. Команда опиралась на теоретическую работу, опубликованную Меттененом и его студенткой Вилле Пиетиля (Ville Pietilä), в которой предлагалась конкретная последовательность изменения внешних магнитных полей, способная привести к созданию синтетического монополя. Впоследствии их эксперименты были проведены в атомном холодильнике, построенном Холлом и его студентами в подвале лаборатории научного центра Merrill.

«После решения множества технических проблем, команда была вознаграждена фотографиями, которые подтвердили присутствие монополей на концах крошечных квантовых пузырьков в ультрахолодном газе. Результаты экспериментов доказывают, что предсказанные структуры Дирака существуют в природе, — объяснил Холл, — даже если природные магнитные монополи еще не найдены».

Увидеть синтетический монополь, сказал Холл, было одним из самых захватывающих моментов в его карьере. «Не каждый день вы можете нащупывать и создавать аналог неуловимой частицы в условиях строгого лабораторного контроля». Он добавил, что создание искусственных электрических и магнитных полей является новым и быстро расширяющимся разделом физики, который может открыть дорогу к разработке и пониманию совершенно новых материалов, таких как высокотемпературные сверхпроводники для передачи энергии без потерь. Он заме-

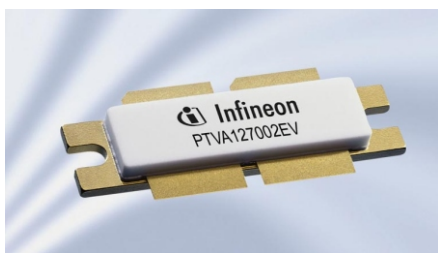
тил также, что открытие командой искусственного монополя создает более прочную основу для текущих поисков магнитных монополей, в которые вовлечен даже знаменитый большой адронный коллайдер в ЦЕРН, Европейской организации по ядерным исследованиям. (Старые теоретические модели, описывающие период после Большого Взрыва, предсказывают, что они должны попадаться довольно часто, но развитая позже специальная модель расширения Вселенной, объясняет крайнюю редкость этих частиц).

Меттенен добавляет: «Наше достижение открывает удивительные возможности для квантовых исследований. В будущем мы хотим получить более полное соответствие естественному магнитному монополю».

Ставший недавно членом Американского физического общества Дэвид Холл сказал, что толчком к началу экспериментальных работ его команды послужил интерес, проявленный студентами Амхерст во время летних исследований на заседании группы в 2011 году, много времени спустя после того, как статья Пиетиля и Меттенена в 2009 году появилась в журнале *Physical Review Letters*. «У меня было такое ощущение, что Пиетиля и Меттенен писали свою статью, имея в виду наше оборудование, – сказал он, – поэтому было совершенно естественным обратиться к ним с нашими вопросами. Если бы не любопытство, проявленное студентами, мы бы никогда не приступили к этому проекту».

Infineon создала самый мощный в отрасли радиочастотный транзистор L-диапазона

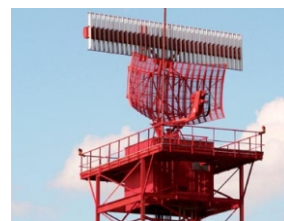
Infineon Technologies представила самый мощный в отрасли 700-ваттный радиочастотный транзистор L-диапазона, предназначенный, в первую очередь, для локационных систем, работающих на частотах от 1200 до 1400 МГц. Использование нового транзистора позволит сократить количество и стоимость компонентов в системе, одновременно повысив ее надежность.



Радиолокационные системы излучают мощные радиоимпульсы определенной частоты и, детектируя сигналы каждого отраженного импульса, формируют информацию о расстоянии до объекта и его параметрах. В этих сложных приложениях транзисторы, используемые в источниках питания таких импульсных систем, должны отличаться высокой эффективностью и способностью обеспечивать стабильный сигнал в любых режимах работы.

Новый транзистор PTV127002EV хорошо подходит для радарных систем L-диапа-

зона, используемого в системах контроля воздушного движения и наблюдения за погодой. Высокий КПД снижает тепловыделение, увеличивая надежность прибора, способного без повреждений выдерживать рассогласование нагрузки вплоть до KCB = 10 при выходной мощности 700 Вт.



Производство PTV127002EV основано на стандартной технологии изготовления 50-вольтовых LDMOS транзисторов, обеспечивающей отличный КПД, типовое значение которого составляет 55% в диапазоне частот 1200 – 1400 МГц, точку децибельной компрессии на уровне 700 Вт, усиление 16 дБ и низкое тепловое сопротивление, измеренные в режиме усиления импульсов длительностью 1 мкс с коэффициентом заполнения 10%.

Теперь, с выпуском последнего прибора, Infineon может предложить потребителям полную линейку радиочастотных транзисторов, работающих в полосе частот 1200 – 1400 МГц, с номинальной выходной мощностью 25 Вт, 50 Вт, 350 Вт и 700 Вт. Помимо высокой устойчивости к повреждениям транзисторы отличаются широким диапазоном

допустимых напряжений затвор-исток (от –6 до 12 В) и наличием интегрированной защиты от разрядов электростатического электричества.

Доступность

В настоящее время доступны инженерные образцы транзисторов и демонстрационные платы.

Fluke выпускает четырехканальный скопметр с полосой пропускания 500 МГц и частотой выборки 5 Гбит/с

Компания Fluke представила портативный осциллограф (скопметр) семейства 190-504 Series II с полосой пропускания 500 МГц и максимальной частотой выборки реального времени 5 Гвыб/с. 4-канальный ручной прибор отличается герметичностью, высокой прочностью и надежностью.



Fluke 190-504 заполняет нишу потребностей профессиональных ремонтных служб, работающих в медицинской, коммуникационной, навигационной и военной отраслях, в приборах с периодом дискретизации 200 пс (или с частотой 5 Гвыб/с), которые дадут возможность повысить точность и ясность оценки формы и амплитуды незнакомых сигналов, порождаемых переходными процессами, наведенными шумами, звоном или отражениями.

Моделью 504 завершается линейка скопметров повышенной прочности 190 Series II с полосами пропускания 500, 200, 100 или 60 МГц, имеющих два или четыре независимо изолированных входных канала и заключенных в корпуса со степенью защиты P51, предохраняющие приборы от пыли и водяных капель. Оснащенные памятью глубиной до 10,000 выборок на канал, приборы серии позволяют в подробностях изучать самые мелкие детали сигнала.

В скопметрах 190 Series II реализованы многие возможности, которые обычно предусматриваются лишь в высококачественных настольных приборах:

- Функция Connect-and-View для интеллектуальной автоматической синхронизации быстрых, медленных, или даже сложных сигналов;
- Режим записи ScopeRecord;
- TrendPlot для отображения на шкале времени последовательности значений, в частности измеренных в режиме мультиметра;
- Функция автоматических измерений.

Приборы 190 Series II по уровню безопасности соответствуют нормам категорий 1000 V CAT III/ 600 V CAT IV стандарта IEC 61010, что позволяет измерять ими сигналы с уровнями от единиц милливольт до 1000 вольт.

Скопметр Fluke 190-504 можно приобрести по преysкурантной цене \$4990.

Diodes предлагает новый двухфазный котроллер понижающего преобразователя напряжения AP3595

Компания Diodes предлагает новый двухфазный котроллер понижающего преобразователя напряжения с синхронным выпрямлением, разработанный для высокоинтегрированных устройств мощных систем распре-

ленного питания. При рабочей частоте пере-страиваемой в диапазоне от 50 Гц до 1 МГц на фазу AP3595 может отдавать в нагрузку ток до 60 А, полностью удовлетворяя требованиям, предъявляемым к схемам питания

графических процессоров высшего класса и подсистем памяти.

В компактном стандартном корпусе U-QFN4040-24 понижающего контроллера интегрированы 12-вольтовые драйверы MOSFET с бутстрепным управлением, обеспечивающие высочайшую эффективность преобразования энергии. Для упрощения конструкции схемы и сокращения количества внешних компонентов бутстрепный диод интегрирован непосредственно в устройство. В целях оптимизации характеристик конечной системы напряжение встроенных в AP3595 драйверов затворов может регулироваться внешним делителем, подключаемым к входу REFIN.

Подстраивая коэффициент заполнения импульсов каждого канала в соответствии с падением напряжения, измеряемом на сопротивлении открытого канала внутреннего MOSFET, контроллер поддерживает постоянный баланс фазовых токов. В снижение потерь вносит вклад интерфейс энергосбережения (PSI), автоматически переключающий контроллер между одно- и двухфазным



режимами. Режим работы контроллера выбирается с помощью вывода VPSI. Если напряжение на нем превышает 1.2 В, контроллер работает в двухфазном режиме, а если меньше 0.4 В – в однофазном.

Высокая надежность при больших токах обеспечивается многочисленными встроенными цепями защиты, включая защиту от перегрузки по току, от перегрева, а также от повышенного и пониженного входного и выходного напряжения. Дополнительный уровень безопасности создается схемой плавного запуска с регулируемыми параметрами.

Аудио усилители Diodes стали еще миниатюрнее

Diodes представила маломощный 3-ваттный одноканальный аудио усилитель класса D в крошечном корпусе QFN1515-9L, предназначенный для дальнейшей миниатюризации таких портативных устройств, как MP3 плееры, планшетные компьютеры и смартфоны.



Для упрощения трассировки печатных плат микросхемы выпускаются в двух вариантах, различающихся расположением выводов питания. Усилители PAM8013 и PAM8015 имеют размеры 1.5 1.5 0.75 мм и не нуждаются в выходных фильтрах, что

позволяет создавать законченные схемы с минимальным количеством внешних элементов.

Усилители дадут разработчикам возможность оценить преимущества дифференциальных входов, высокого коэффициента подавления пульсаций питания и низкого уровня гармоник и шумов. Выходная мощность приборов также высока, и при 5-вольтовом питании с динамиками 4 Ом составляет 3 Вт.

Широкий диапазон напряжений питания от 2.8 до 5.5 В позволяет использовать микросхемы с различными типами батарей, продлению времени автономной работы которых способствуют высокий КПД, достигающий 90%, и не превышающий 1 мкА ток в режиме отключения.

Для защиты усилителей от воздействий любых неисправностей схемы в них интегрированы цепи защиты от короткого замыкания, самовосстанавливающиеся после возвращения к нормальному режиму, узлы защиты от перегрева и блокировки при пониженном напряжении.

Intersil анонсировала самый точный цифровой RGB датчик света для оптимизации восприятия дисплеев телевизоров и мобильных устройств

Самый маленький в индустрии RGB датчик ISL29125, имеющий широкую диаграмму направленности и способный уверенно фильтровать ИК излучение, предназначен для улучшения контрастности дисплеев и выравнивания яркости между всеми источниками света

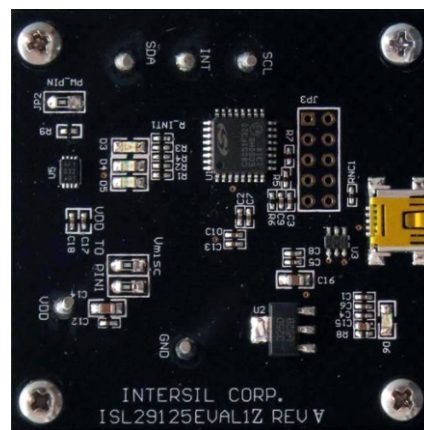
Intersil Corporation анонсировала самый точный и малопотребляющий цифровой RGB датчик освещенности ISL29125. Выпускаемый в миниатюрном корпусе прибор предназначен для оптимизации разрешения экрана и качества цветопередачи в мобильных устройствах и телевизорах при любом уровне внешнего освещения. Датчик ISL29125 передает данные непосредственно в управляющий процессор для автоматической подстройки яркости дисплеев при изменении внешней освещенности, предоставляя потребителям большую четкость изображения и качество отображения цветов, а также продлевает время жизни батарей. Являясь самым миниатюрным в отрасли RGB датчиком, ISL29125 существенно снижает конструктивные требования к расположению апертуры оптического датчика, позволяя создавать более совершенные промышленные устройства.



При смене помещения неизбежно меняются условия освещения, что влияет на восприятие контраста и яркости дисплея, и нередко затрудняет пользование дисплеем. Встроенная в ISL29125 надежная технология фильтрации ИК излучения и самая широкая в отрасли диаграмма направленности (не менее $\pm 35^\circ$ по уровню 0.5) позволяют компенсировать эти изменения, независимо от того, освещается ли дисплей лампами накаливания в помещении, светодиодными лампами в супермаркете, или солнцем на улице. ISL29125 работает напрямую с управ-

ляющим процессором устройства для постоянной подстройки уровня яркости дисплея и гарантирует, что изображение соответствует правильному восприятию цвета и идеальному уровню яркости при текущей освещенности.

Аналогичным образом ISL29125 работает при интеграции в телевизор, эффективно подстраивая яркость и цветопередачу экрана телевизора при изменении комнатного освещения. Более того, в телевизионных дисплеях на органических светодиодах (OLED) ISL29125 может использоваться для слежения за профилем старения синего органического материала, соответствующей подстройкой поддерживая яркость и контраст дисплея неизменным в течении всего срока службы.



Самый малопотребляющий на современном рынке RGB датчик ISL29125 оснащен стандартным интерфейсом обмена I²C и работает при напряжении питания от 2.25 В до 3.63 В. ISL29125 также обладает широким динамическим диапазоном, измеряя световой поток от 5.7 мкм до 10 клм, что позволяет подстраивать яркость дисплея как при сильном, так и при слабом внешнем освещении, сберегая энергию батареи и увеличивая время ее работы. Уникальная возможность выбора диапазона измерения RGB датчика позволяет конструкторам про-

граммно оптимизировать его чувствительность в соответствии с требованиями прибора. В режиме сна датчик потребляет меньше 0.5 мкА, а в активном режиме – примерно 85 мкА.

В дополнение к лучшим в своем классе точности и энергопотреблению, новый ISL29125 является еще и самым миниатюрным RGB датчиком, что позволяет значительно уменьшить в конструкциях приборов размер отверстия, необходимого для пропуска света. Достаточного для точного измерения уровней цветовых компонентов. При измерении цветовой температуры света RGB датчик ISL29125 может эффективно отфильтровывать цвет корпуса прибора, что позволяет производителям предлагать устройства с различным цветовыми опциями.

RGB-датчик ISL29125 идеально подходит и для многих других приложений, где требуется измерять высокие уровни цветовой температуры с высокими требованиями по точности, например, для промышленных цветных принтеров, дисплеев термостатов и приборов контроля качества воды.

Особенности и технические характеристики

- Работает при любом освещении, включая солнечное
- Оптимальная диаграмма направленности не менее $\pm 35^\circ$
- Самый маленький в индустрии датчиков освещенности 6-выводной корпус 1.65 1.65 0.75 мм
- Рабочий диапазон напряжений питания от 2.25 В до 3.63 В
- В режиме сна потребляет меньше 0.5 мкА
- Встроенный 16-разрядный АЦП с постоянной частотой преобразования 100 мс/цвет преобразует информацию о цвете в пропорциональные цифровые значения
- Обусловленные производственным разбросом отклонения измеряемых RGB уровней освещенности не превышают $\pm 10\%$

Цены и доступность

ISL29125 предлагаются в прозрачном корпусе с 6 выводами по цене \$1.12 за датчик в партиях от 1000 штук. Так же имеется оценочная плата ISL29125EVAL1Z, которую можно купить за \$99.00.

NXP выпустила новые 300-ваттные TVS диоды в безвыводном корпусе 2 2 мм

Компания NXP Semiconductors объявила о новой серии из шести диодных ограничителей напряжения (TVS), в миниатюрном безвыводном пластмассовом корпусе DFN2020-3 размером 2 2 мм и высотой всего 0.62 мм. Новая серия PTVSxU1UPA поглощает до 300 Вт пиковой импульсной мощности (при времени нарастания/спада импульсов 10/1000 мкс), и по напряжению ограничения делится на шесть групп от 7.5 до 26 В.

Соответствующие требованиям автомобильного стандарта AEC-Q101 приборы новой серии идеально подходят для защиты чувствительных компонентов от выбросов напряжения в различных приложениях, таких, например, как зарядные порты мобильных устройств.

Скачки напряжения источников питания, например в автомобильных зарядных устройствах, представляют серьезную угрозу для

линий VBUS зарядных портов смартфонов и других портативных устройств. Стандартных средств защиты электрических цепей от повреждений электростатическим разрядом уже стало недостаточно, поэтому потребовались новые компоненты, более устойчивые к выбросам напряжения.

Низкий ток утечки, составляющий всего 1 нА, уменьшает потери мощности и спосо-



бствует увеличению ресурса батарей. Упакованные в миниатюрный безвыводной корпус DFN2020, эти компоненты идеально подходят для таких ограниченных в объеме изделий, как мобильные телефоны и ноутбуки.

Эти дискретные изделия отличаются превосходными электрическими параметрами и, в отличие от множества доступных в настоящее время интегрированных решений, упрощают работу конструкторов, обеспечивая большую гибкость при проектировании печатных плат и облегчая их трассировку.

ОКО Архив АВТО GPS/GSM

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

ОКО Мобайл 3G

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



ВИДЕОРЕГИСТРАТОРЫ СЕРИИ “ОКО АРХИВ”

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

ОКО Архив 4NET

подключение по LAN/internet
сменный жесткий диск

ОКО Архив 4NET LE

подключение по LAN/internet
встроенный жесткий диск

ОКО Архив LITE CF

запись на карту Compact Flash

ПРОФЕССИОНАЛЬНЫЕ ИНСТРУМЕНТЫ ДЛЯ ВИДЕОНАБЛЮДЕНИЯ



“Децима”

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

тел: +7 (495) 988 48 58

<http://www.decima.ru>

Дискретизация линейных измерений

Johann Zipperer и, Peter Weber, Texas Instruments

Electronic Specifier

Новый подход к цифровому измерению аналогового тока смог обеспечить большую точность при ультра низкой мощности потребления

Измерить ток в электрической цепи достаточно просто. Для этого нужно включить резистор в ее разрыв и подключить к резистору операционный усилитель (ОУ). Аналоговое напряжение на выходе ОУ будет пропорционально протекающему току, и может быть оцифровано для дальнейшей обработки.

Этот метод прекрасно подходит для простейших случаев, но перестает работать, как только задача немного усложняется. К примеру, предположим, что в сильноточном высоковольтном устройстве с сетевым питанием измерительную цепь необходимо гальванически изолировать от находящегося под напряжением провода. В этом случае вместо падения напряжения на шунте измеряют окружающее проводник магнитное поле, используя для этого магниторезистивные датчики или датчики, основанные на эффекте Холла. Шунтовой метод также не может использоваться на противоположном краю спектра токов, в приложениях, ток потребления которых изменяется в широком диапазоне и может падать до экстремально низких значений, составляющих сотни или десятки наноампер. Типичный пример подобного приложения — ультра маломощная микроконтроллерная схема с батарейным питанием. Между тем, очень часто для оптимизации расхода энергии бывает необходимо отслеживать профиль изменения потребляемого тока в различных режимах работы.

Такие микроконтроллеры для экономии мощности отключают все неиспользуемые узлы кристалла. В спящем режиме в активном состоянии остается лишь минимальный

набор функциональных узлов, а тактовая частота существенно понижается, в результате чего потребляемый ток имеет порядок 100 нА. Однако после пробуждения ток возрастает на несколько порядков. Мощность, рассеиваемая чисто цифровыми узлами, относительно невелика, а основными потребителями энергии являются расположенные на кристалле АЦП, ЦАП, источники опорного напряжения и операционные усилители, а также имеющиеся в устройстве светодиоды и радиопередатчики. В сумме ток потребления может приближаться к 100 мА.

Необходимость измерять токи в столь широком диапазоне ставит перед разработчиками схем исключительно сложную задачу. Легко понять, что шунты здесь неприменимы. Для обеспечения достаточного падения напряжения при измерении самых малых токов потребуются шунт с очень большим сопротивлением. В то же время, при увеличении тока такой шунт сделает всю схему неработоспособной. Вариант с коммутируемыми шунтами также неприемлем из-за абсолютной непрактичности. Более того, дополнительную проблему создают блокировочные конденсаторы, установленные возле выводов питания микроконтроллера для его защиты от бросков напряжения. При резком увеличении тока шунт станет причиной небольшого провала напряжения питания на время перезаряда этих конденсаторов. В результате форма тока в шине питания перестанет соответствовать току, потребляемому микроконтроллером.

Вместо аналоговых измерений

Очевидно, что были нужны какие-то новые решения, причем методы, основанные на измерении магнитного поля и распространенные в силовых устройствах, для измерения слабых токов здесь не годились. В свое время рассматривалась схема токового зеркала на сдвоенном MOSFET, однако найти подходящие для этого приборы достаточно сложно, и, к тому же, они дороги. Кроме того, этот подход применим только для больших мощностей, так как при малых токах становится очень неточным. Другие методы также оказались непрактичными. Например, в импульсном стабилизаторе, работающем в режиме ШИМ, для определения величины выходного тока теоретически мог бы использоваться коэффициент заполнения импульсов. Однако в реальном мире неизбежный производственный разброс параметров индуктивностей и других элементов будет приводить к большим ошибкам измерения.

Группа разработчиков компании Texas Instruments из Фрайзинга (предмесье Мюнхена) нашла нетрадиционный способ решения этой проблемы. Предложенная ими измерительная схема работает в каком-то смысле в «цифровом» режиме, поскольку рабочая энергия подается в нее не непрерывно, а небольшими, последовательно подсчитываемыми инкрементами. Еще одним ключевым элементом является импульсный стабилизатор (в нашем варианте, понижающий), в большинстве случаев состоящий из ключевого транзистора (SW), индуктивности (IND), диода (D) и накопительного конденсатора (CL), как это показано на Рисунке 1. Схема

питается от стабилизированного источника напряжения PPS, к выходу которого подключен конденсатор CP. Выход преобразователя питает внешнюю нагрузку (то есть, микроконтроллер с большим диапазоном потребляемых токов), параллельно которой подключен дополнительный конденсатор (CT). При необходимости, через коммутатор можно подключить дополнительную постоянную нагрузку (то есть, резистор с известным сопротивлением).

Здесь используется специальный прием. Импульсный стабилизатор работает не в обычном режиме, когда рабочая частота фиксирована, а изменяется коэффициент заполнения. Вместо этого зафиксировано время включенного состояния, стабилизированное генератором на кварцевом резонаторе. Частота генератора и номиналы компонентов были выбраны таким образом, чтобы энергия, накопленная в индуктивности во время открытого состояния SW, была небольшой по сравнению с энергией, запасенной в конденсаторах CP и CL. Для контроля выходного напряжения усилитель ошибки EA сравнивает его текущее значение с желаемым (SV). При слишком низком напряжении ключевой транзистор по фронту следующего импульса включается на определенный фиксированный отрезок времени, равный одному или более периодам частоты генератора OSC. При типичной частоте генератора 16 МГц этот интервал будет равен 62.5 нс или кратен этой величине.

Затем индуктивность забирает часть энергии из конденсатора CP и в то время, когда транзистор выключен, отдает ее в CL. На величины напряжений на конденсаторах CP

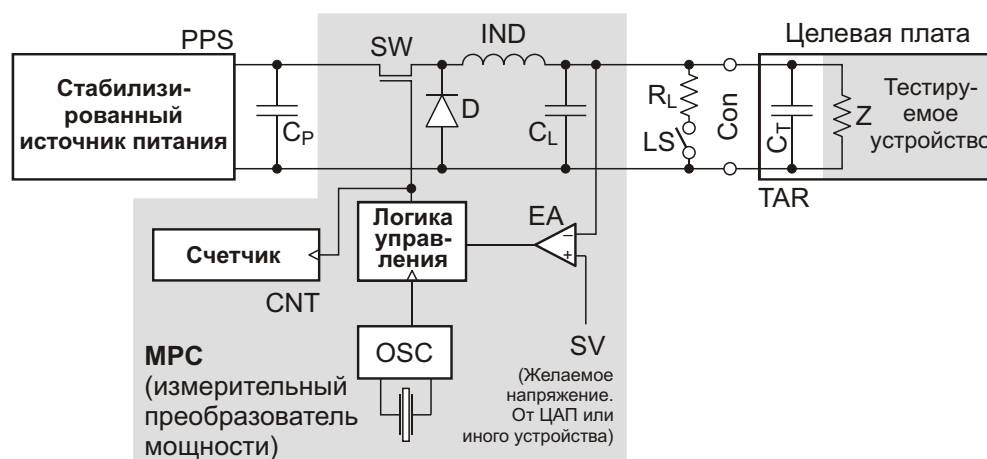


Рисунок 1. Блок-схема импульсного стабилизатора, использовавшаяся для измерения тока.

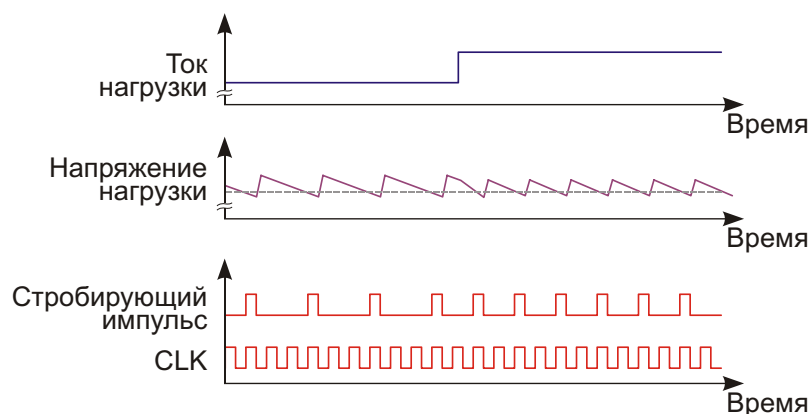


Рисунок 2. Остаточные пилообразные пульсации схемы не создают проблем. Частота переключения возрастает вследствие скачка тока, приводя к небольшому снижению пульсаций.

и CL это оказывает самое минимальное влияние. На протяжении следующих нескольких тактовых циклов на CL может сохраняться напряжение достаточной, с точки зрения усилителя ошибки, величины. Из-за того, что ток из CL течет в нагрузку постоянно, напряжение на CL будет уменьшаться до тех пор, пока усилитель ошибки после нескольких тактовых импульсов не определит, что напряжение слишком мало. После этого транзистор опять будет включен на фиксированное время, и вся последовательность повторится. Таким образом, время выключенного состояния транзистора (и частота переключения) будут зависеть от нагрузки. В каждом цикле с входа на выход будет передаваться одно и тоже количество энергии. При увеличении тока нагрузки будет, соответственно, возрастать число циклов в секунду (Рисунок 2). Иными словами, частота окажется пропорциональной току нагрузки. Для того чтобы эта зависимость была линейной, напряжения CL и CP должны быть постоянными. Это обеспечивается стабильностью источника питания PPS и стабильностью опорного напряжения SV. Число импульсов, подсчитанных счетчиком CNT в течение определенного интервала времени, соответствует количеству энергии (или силе тока, если разделить эту величину на время измерения и выходное напряжение).

Практические эксперименты показали, что предложенный подход обеспечивает измерения в диапазоне нескольких порядков, демонстрируя высокую линейность при токах свыше 100 нА. И хотя ниже этого уровня точность начинает ухудшаться, для оценоч-

ных измерений этот метод остается пригодным. Потери, вызванные падениями напряжения на диоде и паразитных емкостях, а также влияние производственного разброса номиналов компонентов оказываются одинаковыми для всех импульсов, что делает разработанный метод измерений намного более точным, чем упомянутый в начале статьи подход, основанный на измерении параметров ШИМ. Для схемы требуется единственная начальная калибровка, выполняемая с помощью точного резистора, подключенного к выходу вместо микроконтроллера.

Дополнительным преимуществом предложенной технологии измерений является то, что при увеличении частоты импульсов, произошедшем, например, вследствие включения аналоговых секций кристалла, снижается уровень пульсаций на выходном конденсаторе.

Практические результаты

Число импульсов, возникающих на определенном интервале времени, уменьшается с падением тока. Поэтому для получения требуемой точности интервал измерения должен быть сделан достаточно большим. Можно вместо частоты измерять расстояние между импульсами, затрачивая на измерения меньше времени при очень низких частотах. Величину обратную временному интервалу в этом случае можно рассчитывать с помощью прикладного ПО.

В компании Texas Instruments были собраны две схемы с использованием различных компонентов. Ниже приводится сравнение двух вариантов, в каждом из которых рабочая

частота составляла 16 МГц. В обоих вариантах выполнялось измерение плотности импульсов, а не длительности цикла.

Вариант 1

- Программное управление с использованием микроконтроллера MSP430
- Минимальная длительность импульса: 62.5 нс (один период частоты генератора)
- Минимальная частота следования импульсов: 32 импульса за 2 мкс
- Диапазон измеряемых токов: 100 нА ... 30 мА
- Время измерения для разрешения 100 нА: 1 с
- Время измерения для разрешения 30 нА: 10 с (обусловлено шумовым порогом системы)
- Стоимость компонентов: \$4.00

Вариант 2

- Программное управление с аппаратной поддержкой

- Минимальная длительность импульса: 187.5 нс (3 периода частоты генератора)
- Минимальная частота следования импульсов: 16 импульсов за 1 мкс
- Диапазон измеряемых токов: 500 нА ... 100 мА
- Время измерения для разрешения 500 нА: 1 с
- Стоимость компонентов: \$3.50

Сравните: выпускаемый в настоящее время высокочувствительный прибор для измерения тока (например, компании Agilent) имеет разрешение 100 нА при времени измерения 140 нс и стоит порядка \$60,000.

Помимо огромного динамического диапазона, описанный подход дает дополнительные преимущества. Схема получается очень дешевой, так как в ней используются только общедоступные стандартные компоненты. Недостатки схемы, в том числе неоптимальная эффективность, потребность в энергии и эмиссия помех, являются приемлемыми. А тот факт, что аккумулятор можно заряжать реже, весьма ценен для практического применения. **РЛ**

Разработка USB-аксессуаров с поддержкой AOA для Android-систем

Часть 2

Окончание. Начало в номере 03-2014

Garima Gupta, Joshan Abraham

Electronic Design

Следующим шагом после выбора протокола обмена данными и интерфейсного хост-контроллера является реализация логики сопряжения и управления. Как обсуждалось ранее, существует два вида микросхем: с фиксированным функционалом и программируемые. При использовании простых микросхем с заданным функционалом микроконтроллер должен управлять каждым событием, происходящим на шине USB. Даже такие события, как подключение USB-устройства, будут сообщать о себе, вызывая прерывание, либо должны отслеживаться посредством чтения регистров состояния. Для использования простых микросхем с функционалом SIE в код микроконтроллера аксессуара будет необходимо добавить следующие функции:

- **Элементарные функции:**

чтение регистра, запись в регистр, запись нескольких байт в заданное место (например, запись в FIFO) и чтение байт данных из указанного места (чтение из FIFO).

- **Функции, использующие элементарные функции для управления работой микросхемы хоста:**

инициализация микросхемы хоста, обнаружение подключения устройства, обнаружение отключения устройства, сброс микросхемы, обработка ошибок при их

возникновении, команда перевода USB в режим ожидания, команда продолжения работы USB, управление операциями чтения (фазы подготовки, данных и подтверждения), управление операциями записи, за исключением фазы данных, управление операцией записи с фазой данных, обработка входящих (IN) составных данных (метка IN, принятые данные, подтверждение) и аналогичная обработка исходящих (OUT) составных данных (протокол AOA поддерживает обмен данными только между составными узлами).

- **Функции, использующие описанные выше функции и реализующие функционал уровня протокола:**

обнаружение PID_VID, установка интерфейса, получение интерфейса, отправка данных (через составной узел), прием данных и т. д.

Для программируемых микросхем хоста управляющие функции в МК аксессуара могут быть простыми внутренними командами, отправляемыми посредством интерфейса передачи данных.

Заключительным шагом является реализация протокола AOA в аксессуаре. Он, в первую очередь, состоит из четырех основных шагов, определенных в спецификации AOA и упомянутых ранее: ожидание и обнаружение

подключенных устройств, оценка поддержки режима аксессуара устройством, попытка, при необходимости, запуска устройства в режиме аксессуара и установление соединения с устройством, если оно поддерживает протокол Android-аксессуара.

Ожидание и обнаружение подключенных устройств

На первом шаге аксессуар должен ожидать события, вызываемого подключением устройства (например, телефона на Android). Подключение устройства отмечается подтяжкой линий D+/D– шины USB. D+ подтягивается к высокому уровню, если подключено устройство в режиме full-speed или high-speed, а в случае низкоскоростного соединения к высокому уровню подтягивается линия D–. Другими словами, вы можете опрашивать состояние линии и ожидать перехода шины в состояние J или K.

Вторым шагом является обеспечение задержки в 100 мс. Как указано в спецификации USB «Это интервал устранения дребезга с минимальной продолжительностью 100 мс, который обеспечивается системным ПО USB. Он гарантирует стабильность электрического и механического подключения перед тем, как ПО предпримет попытку сброса присоединенного устройства. Отсчет интервала начинается, когда системное ПО USB будет оповещено об обнаружении подключения. Интервал сбрасывается в случае отключения. Противодребезговый интервал гарантирует, что питание на устройстве будет стабильно присутствовать в течение не менее чем 100 мс до того, как ему будут отправлены какие-либо запросы».

На третьем шаге микросхема USB-хоста аксессуара иницирует сброс Android-устройства. Под состоянием «сброса» подразумевается переход шины в состояние SE0. В течение этого времени, если на линии D+ обнаружена подтяжка, микросхема полноскоростного хоста должна производить так называемое «чириканье» (chirp sequence) для обнаружения высокоскоростного подключения Android-устройства. Если используется полноскоростной хост, он не будет выдавать «чирикания», и высокоскоростное устройство будет работать в режиме full-speed. Микросхема хоста обычно также следит за выполнением вспомогательных функций USB.

Четвертым шагом после сброса является предоставление подключенному устройству минимального времени восстановления после сброса 10 мс.

Определение наличия поддержки у устройства режима аксессуара

На пятом шаге должен быть послан запрос «Get Device Descriptor» («Получить дескриптор устройства») по адресу «0», а затем при помощи команды «SetAddress» («Установить адрес») установлен адрес устройства в любое желаемое значение.

В качестве шестого шага на этот новый адрес посылаются все последующие USB запросы, чтобы убедиться, что устройство по этому адресу доступно. Послаются запросы «Get Device Descriptor» и «Get Configuration» («Получить конфигурацию»). Это необязательный шаг.

На седьмом этапе производится проверка, совпадает ли PID_VID устройства с PID_VID Google. После отправки запроса «Get Device Descriptor» из полученного описания выбираются данные по PID_VID устройства. Идентификатор продукта (PID) и идентификатор разработчика (VID) устройства обычно являются идентификаторами производителя устройства.

Если устройство поддерживает режим AOA и запущено в нем, оно будет отвечать посылкой VID и PID Google (VID==0x18D1 и PID==0x2D00||PID==0x2D01) вместо идентификаторов производителя устройства. Если устройство обнаружено с идентификаторами Google, аксессуар может сделать вывод о том, что найдено Android-устройство, поддерживающее AOA, и он может установить с ним обмен данными. В этом случае нужно пропустить шаги с 8 по 11 и перейти сразу к 12. Необходимо учитывать, что оба PID имеют различный смысл. Если устройство обозначено идентификатором производителя, продолжить с шага 5.

Таблица 1. Значения для проверки совместимости с AOA.

Тип запроса	USB_DIRECTION_IN и USB_TYPE_VENDOR
Запрос	51 (0x33 hex)
Значение	0
Индекс	0
Данные	Номер версии протокола (16 бит в формате Little Endian, отправленные от устройства к аксессуару)

На восьмом шаге проверяется, поддерживает ли подключенное устройство режим АОА. Для этой проверки используется управляющий запрос со значениями, приведенными в Таблице 1.

Если протокол АОА поддерживается, этот запрос вернет ненулевую величину с существующим значением, представляющим версию протокола, которую поддерживает устройство (АОА 1 или АОА 2). Если возвращаемое значение равно нулю, устройство не совместимо с АОА, и аксессуар должен ожидать подключения следующего устройства. При необходимости, производится попытка запустить устройство в режиме аксессуара.

Попытка запуска устройства в режиме аксессуара

Девятым шагом является отправка устройству идентификационной строковой информации. Эта информация позволяет определить соответствующее приложение (установленное на устройстве) для аксессуара или, если соответствующее приложение отсутствует, представить пользователю универсальный идентификатор ресурса (URI). Эти запросы являются управляющими от узла 0 к оконечной точке (для каждого строкового идентификатора) с параметрами, описанными в Таблице 2.

Таблица 2. Характеристики управляющих запросов.

Тип запроса	USB_DIR_OUT и USB_TYPE_VENDOR
Запрос	52 (0x34 hex)
Значение	0
Индекс	String ID
Данные	Ограниченная нулевым символом ("0") строка в формате UTF8, отправленная от аксессуара к устройству

Поддерживаются следующие идентификаторы строк с максимальной длиной каждой строки 256 байт:

- ID строки «0» обозначает, что данные будут содержать «наименование производителя».
- ID строки «1» – «наименование модели».
- ID строки «2» – «дескриптор».
- ID строки «3» – «версия».

- ID строки «4» – «URI».
- ID строки «5» – «серийный номер».

На десятом шаге устройству отправляется запрос для запуска его в режиме аксессуара. Этот запрос представляет собой управляющий запрос разработчика от узла 0 к Android-устройству с параметрами, приведенными в Таблице 3.

Таблица 3. Параметры управляющего запроса разработчика от узла 0 к Android-устройству.

Тип запроса	USB_DIR_OUT и USB_TYPE_VENDOR
Запрос	53 (0x35 hex)
Значение	0
Индекс	0
Данные	Нет

Одиннадцатым шагом снова посылается запрос «Get Device Descriptor» и производится проверка, регистрируется ли устройство соответствующим образом с правильным PID_VID, или просто происходит возврат к седьмому шагу, на котором было обнаружено устройство и запрошено описание. (Адрес устройства в этом случае не будет нулевым, а будет иметь то значение, которое было присвоено ему ранее, на пятом шаге). Если на любом из этих шагов возникает ошибка, значит, устройство несовместимо с АОА, и аксессуар должен ожидать подключения следующего устройства.

Установление обмена данными с устройством, если оно поддерживает протокол Android-аксессуара

На двенадцатом шаге запрашивается конфигурация узла при помощи запроса «Get Configuration». Протокол АОА обеспечивает связь только между одним узлом Bulk In и одним Bulk Out. Android-устройство с идентификатором продукта (PID) 0x2D00 имеет один интерфейс с двумя составными узлами для входящей и исходящей передачи данных. PID 0x2D01 обеспечивает дополнительный интерфейс для передачи данных в режиме ADB (Android Debug Bridge). Для устройств с другими PID должна быть активна конфигурация 1, и обмен данными может

происходить через первые узлы Bulk In и Bulk Out.

Наконец, на аксессуаре запускается ваше приложение для взаимодействия с Android-устройством, выступающим в качестве подчиненного устройства USB. На этом процесс завершается.

Вы можете следовать этим рекомендациям и шагам для того, чтобы простым способом превратить свою уже существующую конструкцию аксессуара в аксессуар, совместимый с АОА, или использовать их для создания полностью новой разработки. **РЛ**

IAR visualSTATE: удобный подход к проектированию с помощью конечных автоматов



Часть 1

Михаил Русских

Рассматривается роль программного пакета IAR visualSTATE в процессе разработки встраиваемых систем; в рамках этого пакета поясняется принцип автоматного подхода, описывается взаимосвязь элементов проекта и их иерархическая структура, приводятся типы состояний и рассматривается описание перехода между состояниями.

Программирование на основе конечных автоматов является удобным и наглядным способом создания приложений для встраиваемых систем. Конечные автоматы позволяют добиться нужного уровня абстракции, на котором значительно упрощается понимание функционирования программы. Для облегчения создания кода с использованием автоматов компания IAR Systems предлагает программное обеспечение IAR visualSTATE [1].

IAR visualSTATE представляет собой программный пакет для разработки приложений на основе автоматного подхода. Пакет включает в себя графическую среду разработки, инструменты проверки и тестирования, генератор кода и документацию. IAR visualSTATE

отлично подходит для проектирования управляющей логики для событийных систем. В таких системах входной сигнал от какого-либо внешнего устройства генерирует событие в рамках управляющей логики. В свою очередь, эта логика на основе полученного события вырабатывает определенные действия, благодаря которым система взаимодействует с внешним окружением. На Рисунке 1 показана такая модель взаимодействия и место visualSTATE в ней.

Здесь входной сигнал сначала поступает на периферийный драйвер устройства, который преобразует его в событие, понятное visualSTATE. В соответствии с этим событием меняется состояние автомата, и выполня-

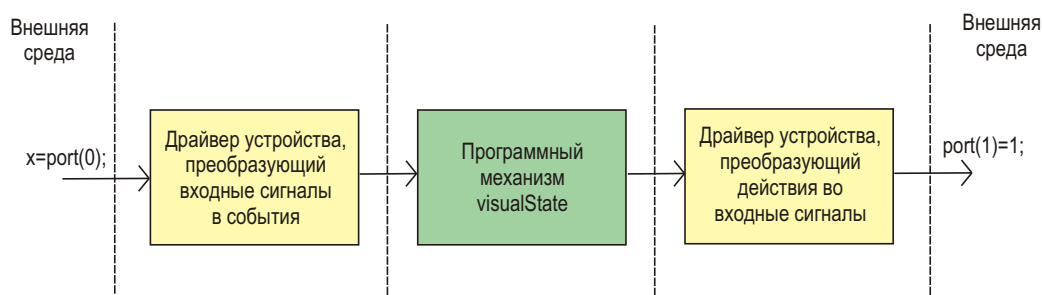


Рисунок 1. Модель взаимодействия системы с внешней средой.

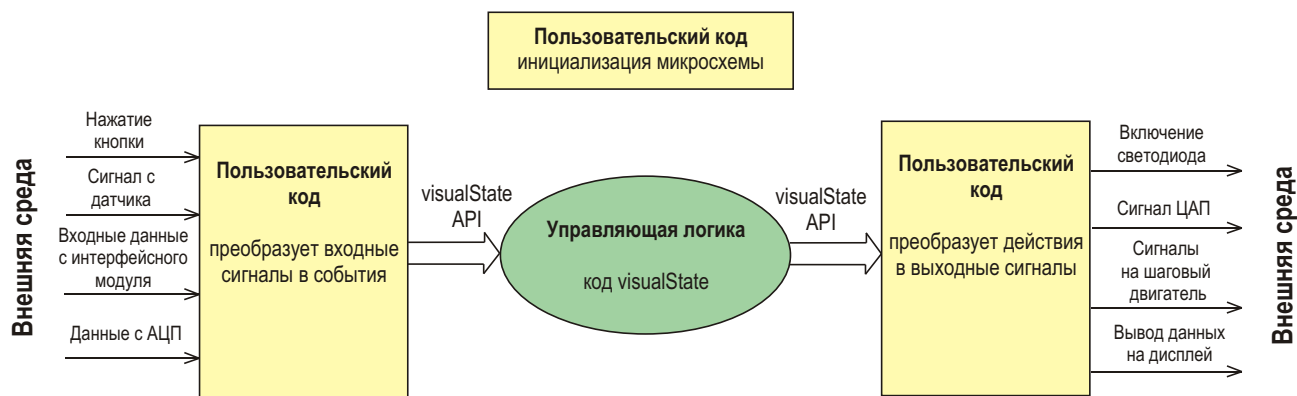


Рисунок 2. Связь пользовательского кода с кодом visualSTATE.

ются определенные действия. Эти действия, в конечном итоге, с помощью драйвера преобразуются в выходной сигнал.

Нужно отметить, что драйверы должен написать сам программист, и они представляют собой не просто описание поведения периферийного модуля, например, UART или CAN, на аппаратном уровне, но и дополнительный код приложения, способный преобразовывать как входные сигналы в воспринимаемые автоматной логикой события, так и действия этой логики в выходные сигналы. Связь пользовательского кода приложения с кодом, полученным с помощью visualSTATE, осуществляется благодаря интерфейсу visualSTATE API, как показано на Рисунке 2.

Конечные автоматы и диаграммы состояний

Прежде чем приступить к более детальному рассмотрению visualSTATE, нужно понять, какую роль играют конечные автоматы в рамках этой программы. IAR visualSTATE основана на языке UML (Unified Modeling Language или унифицированный язык моделирования) [2], который предназначен для описания, визуализации и моделирования процессов проектируемой системы. Хотя UML не является языком программирования в классическом понимании, но на основе UML-моделей возможна генерация кода. UML позволяет создавать диаграммы различных типов, среди которых есть диаграммы состояний. Такие диаграммы изображают автоматы с конечным числом состояний и переходами между этими состояниями. Конечный автомат в каждый момент времени может быть только в одном состоянии. В visualSTATE можно моделировать сложные иерархические

автоматные структуры. В таких структурах один конечный автомат может содержать в себе несколько других конечных автоматов. Такое возможно, например, в случае, когда состояние автомата само состоит из ряда состояний, то есть представляет собой суперсостояние. Подобный автомат с суперсостоянием показан на Рисунке 3.

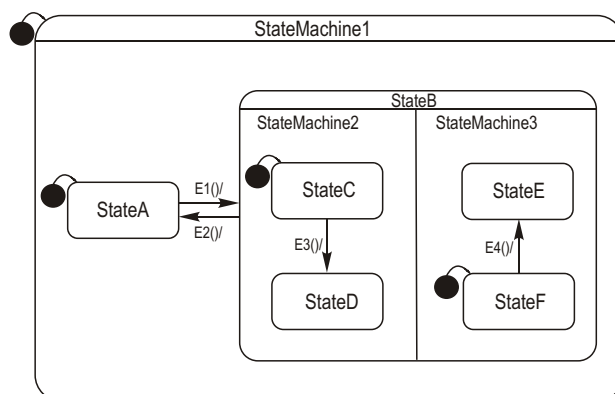


Рисунок 3. Конечный автомат с суперсостоянием.

Иерархия и взаимосвязь элементов проекта visualSTATE

В visualSTATE структура проекта имеет четкую иерархию. Высший уровень представляет сам проект (файл с расширением .vsp). Он может содержать несколько систем visualSTATE, а они, в свою очередь, объединяют в себе файлы диаграмм состояний (расширение .vsr), также их называют моделями состояний и событий. Если эти модели сгруппированы в одну систему, то они могут быть синхронизированы друг с другом с помощью так называемых условий состояния. Таким образом, поведение одних моделей может

влиять на поведение других в рамках одной системы. Если, например, необходимо создать модель состояний и событий для вентилятора, которая бы реагировала на поведение модели для калорифера, то разумно было бы включить эти две модели в одну систему. Если же модели в рамках одного проекта работают независимо, то стоит для каждой модели выделить свою собственную систему.

Основной логической единицей в visualSTATE является система, и когда происходит событие, оно интерпретируется на системном базисе. И хотя система может иметь в своем составе больше одного конечного автомата, событие происходит для всех автоматов внутри данной системы. Если проект содержит в себе не одну систему, а несколько, и эти системы должны реагировать на одно и то же событие, то механизм обработки событий гарантирует, что данное событие произойдет для каждой системы проекта.

Сам проект может содержать элементы, которые могут быть общими для систем этого проекта. Такие элементы называют глобальными, и определяются они на уровне проекта. Локальные же элементы определяются на уровне главного состояния (topstate) диаграмм состояний и не могут использоваться в других системах. Если система содержит в себе только один файл диаграммы состояний, то главное состояние этой диаграммы будет являться главным состоянием данной системы. Если же система имеет два или более файла, то в рамках этой системы будет автоматически создана иерархия состояний. При этом будет выбрано одно главное состояние для системы и для каждой диаграммы состояний будет определена область.

Состояния

Состояние представляет собой условие или ситуацию, в которой находится объект в данный момент времени. Конечный автомат, описывающий поведение этого объекта, переходит из одного состояния в другое при возникновении определенного события. В

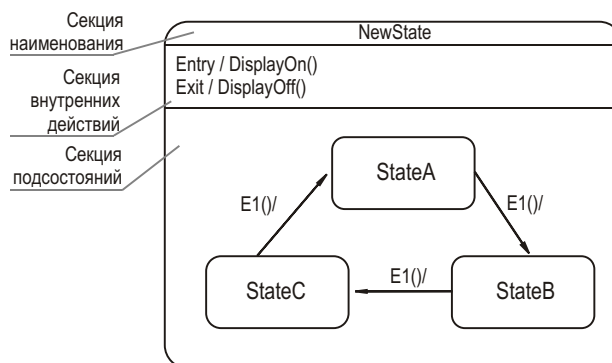


Рисунок 4. Состояние с тремя секциями.

visualSTATE существуют состояния различных типов, имеющие свое графическое обозначение и логический смысл. В общем случае оно изображается в виде прямоугольника с закругленными углами и может иметь три секции: секцию наименования, где указывается имя состояния, секцию внутренних действий состояния, где определяются реакции и внутренние действия состояния на события, и секцию подсостояний (если данное состояние является суперсостоянием). Первая секция обязательна, другие две создаются при необходимости. Пример состояния со всеми тремя секциями представлен на Рисунке 4.

Главное состояние имеет высший иерархический уровень. Обычно оно представляет

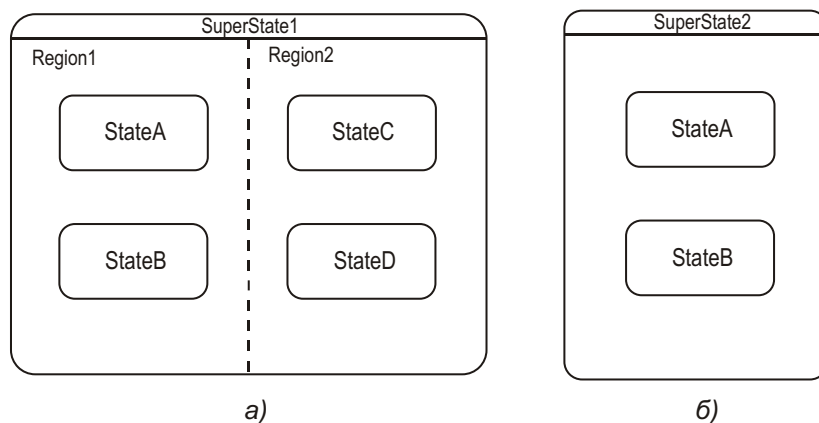


Рисунок 5. Составные состояния с двумя параллельными областями (а) и с взаимоисключающими состояниями (б).

собой составное состояние с некоторым количеством параллельных областей, также оно всегда будет активным. Следовательно, для него разрешены входное действие и внутренние действия. Выходные действия в данном случае не являются приемлемыми, поскольку никогда не будут выполнены.

Составное состояние (суперсостояние) представляет собой структуру, состоящую из нескольких состояний. Она может содержать в себе либо две или более параллельные области, либо взаимоисключающие состояния. В первом случае его также можно назвать параллельным состоянием (Рисунок 5а). Каждая область в нем представлена определенным конечным автоматом. Во втором случае составное состояние представляет собой обычный конечный автомат, содержащий взаимоисключающие состояния (Рисунок 5б).

В visualSTATE также можно создать простое состояние. Оно имеет низший иерархический уровень и не может содержать в себе другие состояния или области.

Для учета предыстории при работе с конечными автоматами существуют так называемые исторические состояния, которые используются в контексте составного состояния. Они необходимы для запоминания некоторого подсостояния, которое было активным в момент выхода из составного состояния. Имеются два типа исторического состояния: недавнее и давнее. Недавнее историческое состояние изображается окружностью с буквой «Н» и является первым подсостоянием в составном состоянии. При этом переход в данное составное состояние должен вести в недавнее историческое состояние. Также должен существовать только один переход из исторического в другое состояние. Изначально историческое состояние не хранит никакой информации, то есть при первом заходе история пуста. В данном случае оно выступает в роли начального состояния подавтомата. Затем выполняется последовательное изменение вложенных подсостоя-

ний, и если происходит выход из вложенного состояния в результате какого-то события, то недавнее историческое состояние запомнит текущее на момент выхода подсостояние. В результате недавнее историческое состояние уже будет иметь некоторую информацию, и при следующем входе в составное состояние оно переведет подавтомат в запомненное состояние. Когда автомат дойдет до конечного состояния, история недавнего исторического состояния будет очищена. Давнее историческое состояние ведет себя подобно недавнему, но с одним существенным отличием. Дело в том, что запомненное состояние также может быть составным, а недавнее историческое состояние может запомнить историю одного уровня вложенности. Давнее историческое состояние способно запомнить подсостояние любого уровня вложенности. Изображается оно в виде окружности с символами «Н*».

Также в visualSTATE можно указывать начальные и конечные состояния. Начальное не содержит каких-либо внутренних действий, и в нем находится объект в начальный момент времени. Графически оно изображается в виде закрашенной окружности со стрелкой, обозначающей переход из этого состояния. Конечное состояние также не содержит внутренних действий, и в нем будет находиться объект после завершения работы автомата в конечный момент времени. Оно обозначается в виде закрашенной окружности внутри другой окружности большего диаметра с направленной в нее стрелкой.

Переходы

Переход представляет собой отношение между двумя состояниями, обозначающее, что находящийся в одном состоянии конечный автомат выполнит определенные действия и перейдет в другое при возникновении определенных событий и соблюдении необходимых условий. Состояние, из которого совершается переход, называется исход-

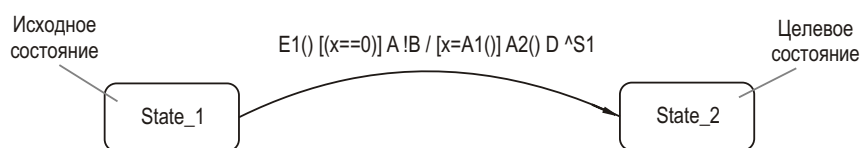


Рисунок 6. Пример перехода из одного состояния в другое.

ным состоянием или источником, а состояние, в которое переход будет совершен, именуется целевым состоянием. Над стрелкой, обозначающей переход из источника в целевое состояние, также изображается описание перехода, в котором указываются события и действия. На Рисунке 6 представлен пример перехода с полным описанием, а на Рисунке 7 приводится пояснение этого описания.

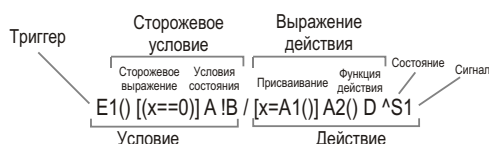


Рисунок 7. Пример полного описания перехода.

Как видно из Рисунка 7, описание перехода разделено символом «/» на две части: условие и действие. В условной части указывается, какие условия должны быть соблюдены для того, чтобы были выполнены действия, обозначенные во второй части описания. Условная часть, в свою очередь, подразделяется на триггер и сторожевое условие. Триггеры делятся на явные и неявные. Явный триггер может представлять собой событие, группу событий или сигнал. Неявный триггер может являться некоторым действием, например, действием входа, выхода или выполняющейся активности. После триггера могут следовать круглые скобки, в которых задаются параметры этого триггера.

В прямых скобках после триггера записывается сторожевое условие, которое, в свою очередь, состоит из сторожевого выражения и условий состояния. Сторожевое выражение представляет собой логическое выражение, которое может принимать одно из двух взаимоисключающих значений: «истина»

или «ложь». В нем сравниваются переменные системы, а в условии состояния определяется, находится ли система в том или ином состоянии.

Во второй части описания перехода указываются действия, которые будут выполнены, если все условия в условной части будут удовлетворены. Как и условная часть, она включает в себя ряд элементов. В первую очередь в ней записывается выражение действия, которое включает в себя присваивание и функцию действия. В присваивании некоторая переменная получает возвращаемое значение указанной функции. Если в поле функции действия указана некоторая функция, то она должна быть обязательно выполнена. После выражения действия приводится новое состояние, в которое должна перейти система, а также записывается сигнал, который должен быть добавлен в очередь сигналов.

Таким образом, описание перехода, представленного на Рисунке 7, имеет следующий смысл: если автомат находится в состоянии **State_1**, произошло событие **E1()**, переменная **x** равна **0**, система находится в состоянии **A**, система не находится в состоянии **B**, то приравнять переменной **x** значение, возвращаемое функцией **A1()**, выполнить функцию **A2()**, перевести систему в состояние **D**, добавить сигнал **S1** в очередь сигналов, перейти в состояние **State_2**.

В следующей части будут описаны такие важные при проектировании систем на основе конечных автоматов компоненты, как реакции состояния, и рассмотрены модули программного пакета IAR visualSTATE. **РЛ**

Ссылки

1. <http://supp.iar.com/Download/SW/?item=VS-EVAL>
2. <http://www.uml.org/>

Окончание в следующем номере

Сложные средства упрощают освоение программно определяемых радиосистем

Tom Gratzek, Analog Devices

EDN

Программно определяемые радиосистемы (Software-defined radio – SDR) становятся все более жизнеспособным и важным средством коммуникаций. В принципе, они позволяют с помощью одной аппаратной конструкции поддерживать связь в различных форматах, протоколах и частотных диапазонах, включая базовые станции GSM и LTE, системы MIMO и многое другое.

В своей основе архитектура SDR выглядит сравнительно простой, по крайней мере, теоретически. Казалось бы, достаточно непосредственно оцифровать усиленный сигнал, и дальше можно обрабатывать результаты дискретизации любыми программными алгоритмами. При этом не потребуются ни понижающий преобразователь частоты, ни гетеродин, ни какие-либо аппаратные настройки. Однако инженерам и программистам, которые хотели оценить потенциал SDR и, тем более, разработать изделия на их основе, собрать воедино все необходимые для этого аппаратные и программные элементы было большой проблемой. Требования к тракту обработки аналогового сигнала довольно жестки с точки зрения полосы пропускания, динамического диапазона, разрядности дискретизации и других параметров.

Создание платформы SDR осложнялось необходимостью перекрытия дискретных каналов в аналоговом входном блоке (AFE) для обеспечения охвата очень широкого радиочастотного спектра, который может занимать полосу от 100 мегагерц до нескольких гигагерц. В результате, требующееся для реализации широкополосной SDR количес-

тво элементов, их цена, размеры печатной платы и рассеиваемая мощность сводили на нет все потенциальные преимущества SDR. Более того, без соответствующих инструментов и поддержки, даже наличия основных аппаратных и программных средств разработки будет недостаточно.

Аналоговая микросхема в корне изменила ситуацию

Со всеми этими проблемами столкнулась компания Ettus Research, признанный на протяжении более десяти лет лидер в технологии SDR, когда приступила к разработке своей универсальной платформы USRP (Universal Software Radio Peripheral) – полностью интегрированного трансивера прямого преобразования, конфигурируемого для поддержки множества форматов, протоколов и частот. Их целью было создание эффективного, недорогого и простого в использовании устройства для рынка бюджетных продуктов.

Помимо этого, Ettus хотела обеспечить поддержку MIMO (Multiple Input/Multiple Output – множественный вход/множественный выход), – прогрессивной технологии, привлекающей к себе все больше внимания в связи с возможностью улучшения технических характеристик, повышения скорости обмена и снижения коэффициента битовых ошибок. Наибольшую сложность представляла необходимость соблюсти все предъявляемые к AFE требования в рамках единственной однополосной высокоэффективной сиг-

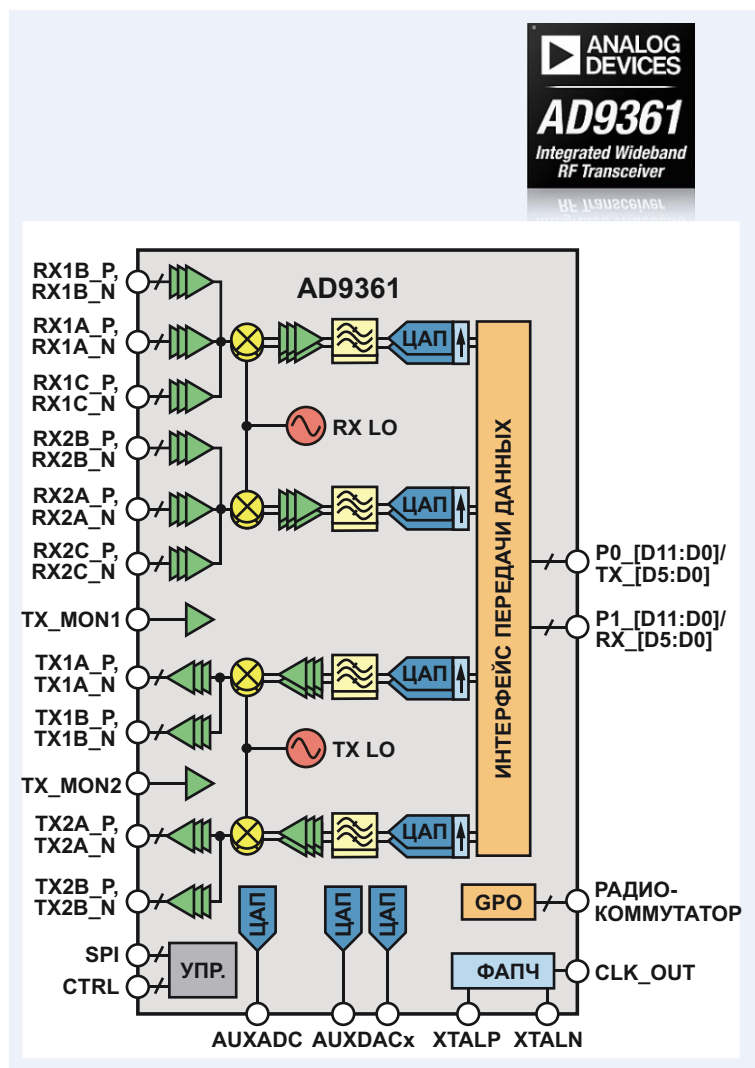


Рисунок 1. Микросхема AD9361 компании Analog Devices оптимизирована для гибкого использования в конструкциях SDR с возможностью пользовательской настройки полосы частот.

нальной цепи, поскольку использование спектрального перекрытия параллельных каналов было слишком сложным и дорогим.

По счастью, к началу разработки оказалась доступной радиочастотная микросхема, созданная специально под требования SDR – приемопередатчик AD9361 Agile Transceiver компании Analog Devices. Это, показанное на Рисунке 1, устройство размером 10 × 10 мм с двумя независимыми каналами, позволяющее пользователю перестраивать ширину полосы пропускания радиочастотного тракта от 200 кГц до 56 МГц, имеет 12-битное разрешение и содержит все необходимое для построения сигнальной цепи, перекрывающей частотный диапазон от 70 МГц до 6 ГГц. Использование AD9361 позволило сократить конструкцию AFE до одной, сравнительно несложной схемы.

В результате разработки SDR появились два родственных продукта: базовый вариант B200 с одним передающим и одним приемным каналом (Рисунок 2), и B210, имеющий по два передатчика и приемника, и предназначенный для приложений MIMO (Рисунок 3).

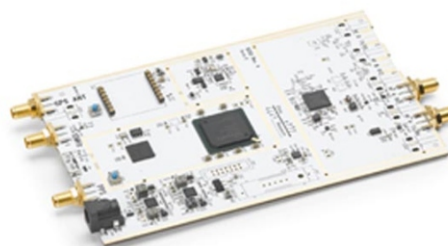


Рисунок 2. Одноканальное устройство B200 с ПЛИС Spartan6, обеспечивающей обработку данных и связь через высокоскоростной порт USB 3.0.

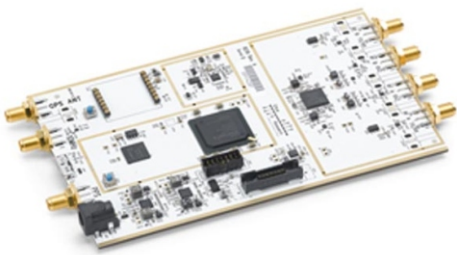


Рисунок 3. Двухканальная USRP платформа B210, ориентированная на приложения MIMO.

Оба изделия просты в использовании и поддерживаются мощной программной экосистемой интерфейса прикладного программирования, написанного на C++.

В каждом устройстве содержится перепрограммируемая ПЛИС Spartan6 с открытой прошивкой, обеспечивающая обработку данных и связь через порт USB 3.0. Отметим, что экономическая эффективность AD9361 настолько высока, что она используется как в конфигурации B200, так и в B210, несмотря на то, что B200 не обеспечивает дополнительной поддержки второго канала пары.

Эти полностью интегрированные трансиверы прямого преобразования могут быть сконфигурированы для экспериментальных исследований и оценки приемников сигналов телевизионного и УКВ вещания, макетирования базовых станций GSM с точками OpenBTS, разработки GNU Radio GPS, WiFi, ISM и для многого другого. Доступность аппаратных драйверов USRP упрощает создание программ в GNU Radio и позволяет пользователям объединяться в сообщества для совместной работы над открытым проектом.

Дополнительным преимуществом использования AD9361 в этом устройстве является операционная гибкость. Такие критические параметры, как коэффициент усиления и полоса пропускания не «зашиты» заранее в схему. Наоборот, они могут устанавливаться и даже изменяться «на лету» посредством команд, передаваемых процессом через порт SPI. Это позволяет применять алгоритмы оптимизации технических характеристик в соответствии с необходимым частотным диапазоном, полосой пропускания, отношением сигнал/шум и форматом данных без принятия компромиссов или неоптимальных альтернатив.

Подтвержденная пропускная способность системы реального времени USRP B200 составляет 61.44 миллионов выборок квадратурных составляющих в секунду, которые могут обеспечить мгновенную полосу частот до 56 МГц для дополнительной обработки хост-компьютером с использованием проектной среды GNU Radio SDR. Полная программная поддержка аппаратного драйвера USRP снимает проблемы повторного использования программного кода ранее созданных устройств, что позволяет пользователям немедленно приступить к разработке GNU Radio, макетированию собственной базовой станции GSM OpenBTS и простому переносу кода с B200 на стандартные промышленные платформы.

SDR раскрывает свои потрясающие возможности

Одно дело рассуждать о достоинствах программно определяемых радиосистем как красивой концепции, и совсем другое – увидеть и понять, что можно сделать с помощью SDR в реальности. Чтобы пощупать все своими руками, Бэлинт Сибер (Balint Seeber), инженер по приложениям компании Ettus Research, взяв B200 и ноутбук, недавно отправился в недельный поход по районам Сан-Франциско.

В отличие от других исследователей, он интересовался не географическими деталями, а окружающей его радиочастотной обстановкой. Обнаружив множество интересных сигналов и скрытых миров, Бэлинт рассказал о своем путешествии в подробном интервью.

Слишком долго SDR были манящей тайной для многих конструкторов, хотевших понять, какой может быть для них практическая польза от внедрения этих устройств в приложения различных категорий. С появлением таких продуктов, как платы B200 и B210 компании Ettus, создание которых стало возможным благодаря выпуску высокоинтегрированной сверхширокополосной микросхемы перестраиваемого приемопередатчика AD9361, инженеры получили инструмент исследования и использования программно определяемых радиосистем, которые стали для них менее таинственными и более привлекательными. **РЛ**

Выходное напряжение четырехквадрантного DC/DC преобразователя плавно переходит из положительного в отрицательное

Albert Wu, Linear Technology

EDN-Europe

Во многих электронных системах бывает необходимо обеспечить биполярное (положительное и отрицательное) напряжение для определенного типа нагрузки. К таким нагрузкам относятся цепи смещения подложек кристаллов ПЛИС, термоэлектрические охладители, электродвигатели постоянного тока и многое другое.

Существует множество традиционных методов питания нагрузки двуполярным напряжением или током. Часто для этого используются Н-мосты, однако они требуют, чтобы ни один из выводов нагрузки не имел прямого контакта с землей. Напряжение на каждом из двух выводов нагрузки изменяется от потенциала положительной шины питания до потенциала земли, а последовательно с нагрузкой для фильтрации импульсов обычно включается дроссель. Невозможность прямого подключения нагрузки к земле может усложнить механическую и электрическую конструкцию конечной системы. Кроме того, для схемы Н-моста требуются четыре ключа и более сложная схема управления. Некоторые виды нагрузки имеют точки подключения отрицательного напряжения, не допускающие смещения в положительном относительно «земли» направлении. К примеру, это могут быть цепи смещения напряжения подложки ПЛИС.

Еще один традиционный метод заключается в формировании двух шин питания – одной положительной, и одной отрицательной. Для переключения между положительной и отрицательной шинами используются самые различные схемные решения. Это

приводит к значительному усложнению системы, к очень плохому, как правило, КПД и нелинейной реакции в области пересечения выходного напряжения с потенциалом земли

Описанная здесь новая архитектура импульсного DC/DC преобразователя позволяет реализовать четырехквадрантный режим работы, означающий, что выходное напряжение может быть и положительным, и отрицательным, а ток может течь в любом направлении. Кроме того, эта архитектура дает возможность вырабатывать напряжение, плавно и без каких-либо нелинейных эффектов переходящее от одной полярности к другой через точку с потенциалом земли.

Четырехквадрантный DC/DC преобразователь

На Рисунке 1 показаны основные элементы и соединения четырехквадрантного преобразователя. N-канальный МОП транзистор MN и P-канальный МР работают в противофазе с постоянной частотой переключения. Используется режим управления по выходному току (не показанный на схеме) с модуляцией коэффициента заполнения импульсов включения MN.

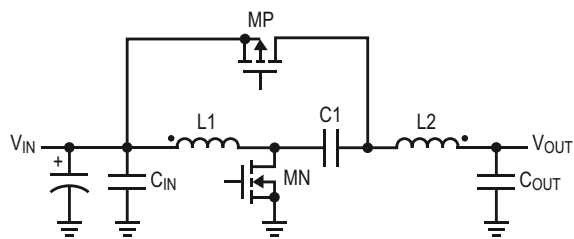


Рисунок 1. Топология четырехквadrантного DC/DC преобразователя.

Если считать рабочую частоту фиксированной, коэффициент заполнения импульсов, открывающих транзистор MN, может быть рассчитан как

$$D = \frac{V_{IN}}{2V_{IN}} \frac{V_{OUT}}{V_{OUT}}$$

Из этого выражения следует, что при положительном напряжении V_{IN} выходное напря-

жение V_{OUT} может быть положительным (вплоть до V_{IN}), отрицательным (ограниченным только практическими границами коэффициента заполнения), а также нулевым. Очевидно также, что уровень выходного напряжения 0 В не имеет никаких особенностей, поскольку коэффициент заполнения для этой рабочей точки равен 50%.

В зависимости от полярности выходного напряжения этот преобразователь может как отдавать, так и забирать ток, что делает такую топологию истинно четырехквadrантной. Максимальные напряжения сток-исток, воздействующее на MN и MP, одинаковы и равны $2V_{IN} - V_{OUT}$. Например, при входном напряжении +12 В и выходном напряжении -12 В следует выбирать МОП транзисторы, выдерживающие более 36 В.

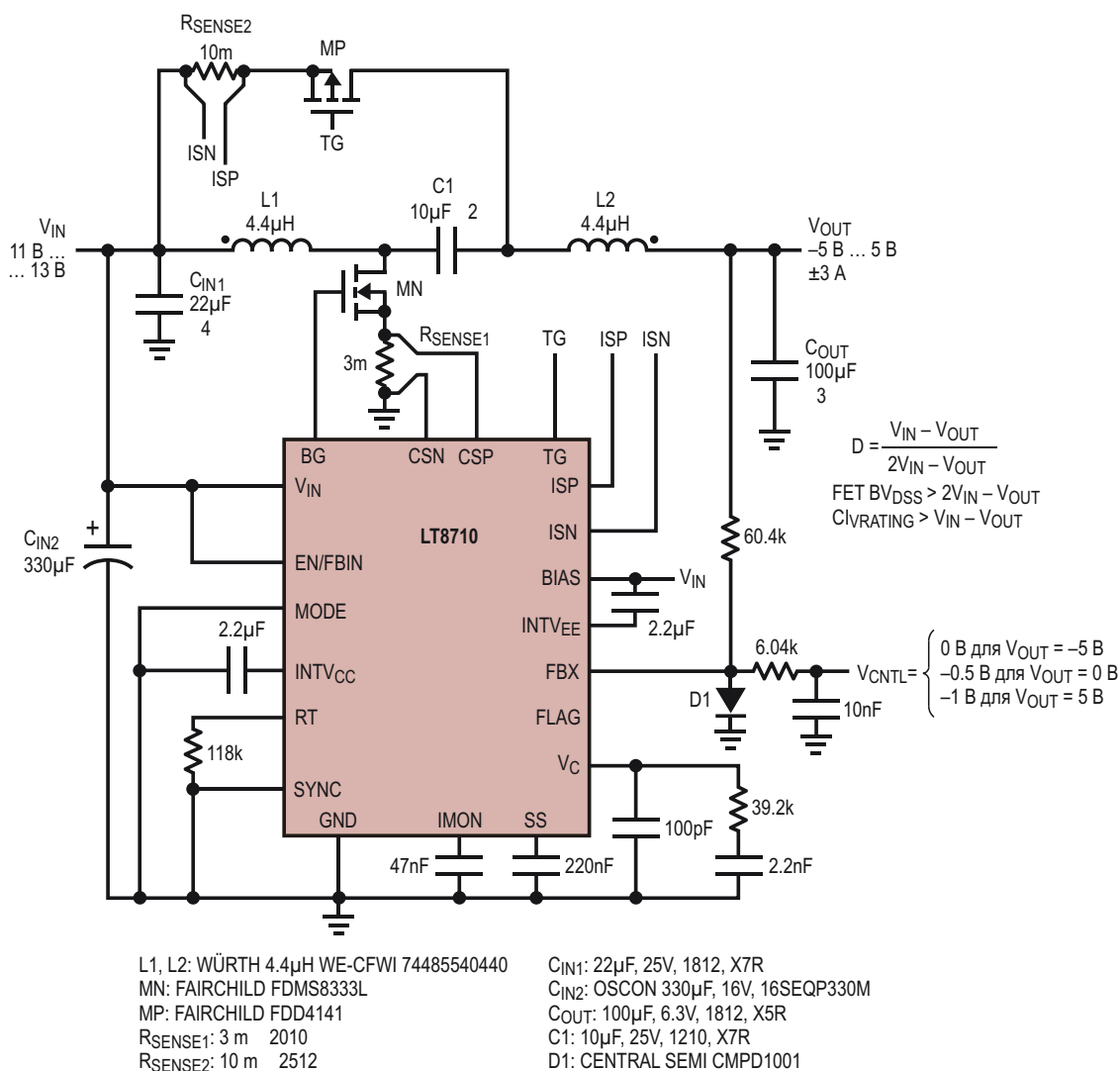


Рисунок 2. Четырехквadrантный преобразователь на микросхеме LT8710.

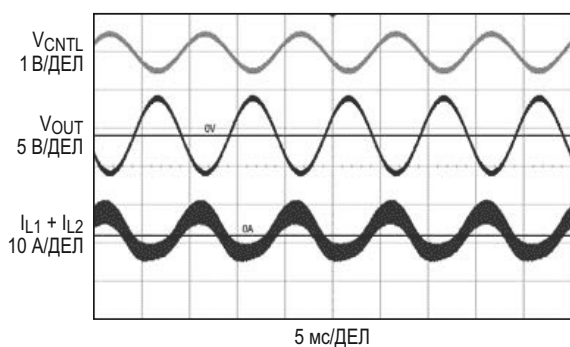


Рисунок 3. Синусоидальное выходное напряжение переходит через 0 В.

Устройство с четырехквadrантной топологией

Недавно выпущенная компанией Linear Technology микросхема LT8710 может использоваться в четырехквadrантной топологии. На Рисунке 2 изображена основанная на LT8710 полностью протестированная законченная схема. Схема рассчитана на входное напряжение 12 В, но допускает работу в диапазоне напряжений от 11 В до 13 В. Выходное напряжение регулируется в диапазоне от +5 до –5 В при максимальном токе ± 3 А. Аналоговый входной сигнал VCNTL управляет выходным напряжением. Работающий при входных напряжениях до 80 В контроллер LT8710 пригоден для построения множества других вариантов четырехквadrантных преобразователей, с большими или меньшими напряжениями и токами.

Возможности четырехквadrантного режима работы иллюстрируются Рисунком 3. Здесь синусоидальный управляющий сигнал используется для генерации симметричного относительно 0 В синусоидального выходного напряжения. Токи индуктивности могут иметь положительное или отрицательное направление. Сформированные рабочие сигналы отличаются чистотой и плавностью перехода через потенциал земли. Выбор для управления сигнала синусоидальной формы является частным случаем. Это напряжение может быть постоянным, иметь форму прямоугольных импульсов, и вообще быть произвольным.

Области использования

Существует множество приложений, которые могли бы выиграть от использования этого четырехквadrантного DC/DC преобразователя. Например, в таких высокоэффективных схемах, как ПЛИС, изменением напряжения смещения подложки можно значительно снижать статическую мощность потребления, сохраняя при этом, или даже улучшая динамические характеристики. Напряжения подложек N- и P-канальных МОП транзисторов могут регулироваться независимо, чтобы установить требуемый порог переключения. Когда требования к ПЛИС невысоки, пороги можно увеличить, существенно сократив этим токи утечки цифровых блоков. Наоборот, при повышенных требованиях, уменьшение порогов позволит увели-

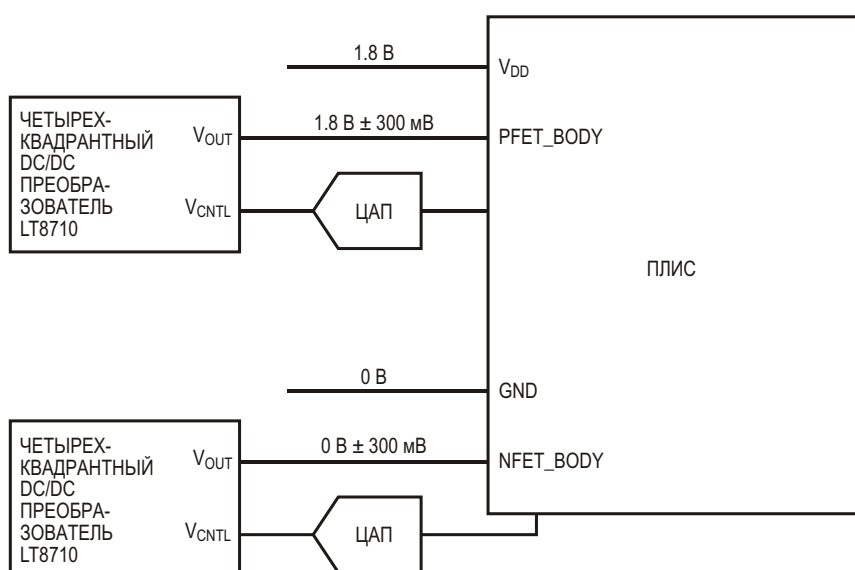


Рисунок 4. Смещение подложки кристалла ПЛИС.

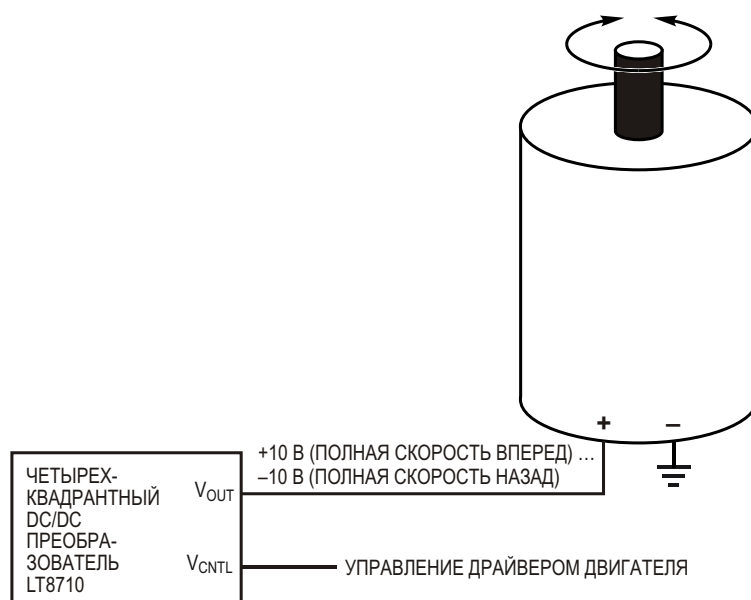


Рисунок 5. Реверсивное управление двигателем постоянного тока.

чить быстродействие и улучшить, таким образом, характеристики ПЛИС. На Рисунке 4 показана высокоуровневая блок-схема такого приложения. Заметим, что типичные значения напряжения смещения подложки N-канальных МОП транзисторов лежат в диапазоне от 0 до ± 300 мВ, что хорошо соответствует возможностям четырехквadrантной топологии.

Еще одной сферой приложений, где могут проявиться преимущества четырехквadrантных преобразователей, являются драйверы двигателей постоянного тока. Во многих случаях требуется управление скоростью и направлением вращения двигателей. Включенная в четырехквadrантной конфигурации, микросхема LT8710 может делать и то, и другое. Рисунок 5 иллюстрирует пример такого использования микросхемы. Отметим, что отрицательный вывод двигателя постоянного тока может быть просто соединен с землей, в то время как напряжение положительного вывода будет регулироваться от -10 В до $+10$ В. Подобным же образом четырехквад-

рантная топология может использоваться для управления термоэлектрическими охладителями, акустическими колонками и многими другими устройствами.

Заключение

Микросхема LT8710, используемая в топологии четырехквadrантного DC/DC преобразователя, является мощным средством формирования положительных и отрицательных напряжений, а также положительных и отрицательных токов. Включенная последовательно с выходом индуктивность (L2 на Рисунке 2) сглаживает пульсации напряжения. Получение выходных напряжений близких к «земле» также упрощается, поскольку коэффициент заполнения импульсов для этого случая близок к 50%. Эта схема будет полезной для многих приложений, в список которых входят, но не исчерпывают его, цепи смещения подложек ПЛИС, драйверы двигателей постоянного тока, термоэлектрические холодильники и аудио драйверы. **РЛ**

Renesas Electronics

– история слияний и поглощений.

Глава 1 – Mitsubishi

Часть 2

Окончание. Начало в номере 03-2014

Юрий Петропавловский

Mitsubishi Electric Corporation (MELCO, «Мицубиси Дэнки Кабусики Кайся, корпорация «Мицубиси Электрик») основана 15 января 1921 г, штаб квартира находится в токийском деловом районе Маруноучи (Marunouchi).

Mitsubishi Electric

История MELCO началась с выделения в отдельную компанию завода MHI, производящего электромоторы для океанских судов в префектуре Кобе. В том же году новая компания приступила к выпуску домашних вентиляторов, получивших широкое распространение; в 1921-1923 годах; было выпущено свыше 10,000 вентиляторов. В 1923 году заключено лицензионное соглашение с Westinghouse Electric International, а уже через год выпущен первый вертикальный генератор переменного тока для гидроэлектростанций мощностью 2300 кВт А. В 1928 году завершено строительство первой в Японии железнодорожной электростанции.

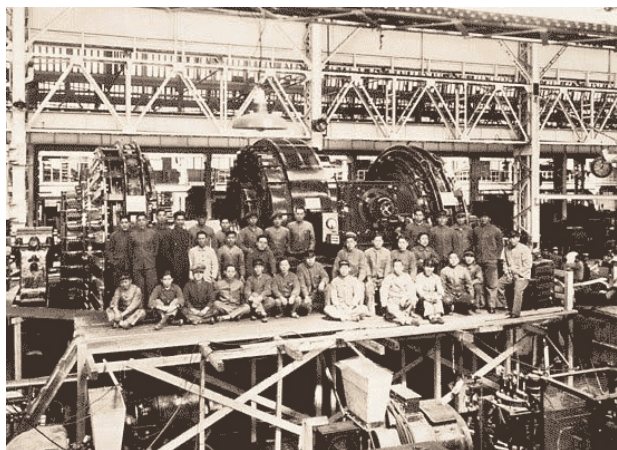


Рисунок 12. Электродвигатель мощностью 9000 л. с.

В 30-е годы корпорация успешно развивает производство энергетического оборудования, в 1930 году выпущен самый крупный в Японии электродвигатель мощностью 9000 л. с. (Рисунок 12), в 1935 году выпущены первые эскалатор и лифт, в 1938 году введено в строй первое оборудование для производства электроэнергии.



Рисунок 13. Первый телевизор 101K-14.

В 1940-50-е годы кроме военного, промышленного и энергетического оборудования, производимого корпорацией, известно о выпущенных в 1945 году первых коммерческих радиоприемниках и громкоговорителях. В 1952 году начаты исследования в области полупроводников. В 1953 году выпущен первый телевизор Mitsubishi Model 101K-14 (Рисунок 13) и электрооборудование для перво-

го дизель-электрического локомотива DD50. В 1958 году выпущен первый электроэрозионный станок, давший новое направление в деятельности MELCO – оборудование для электроэрозии. В СССР электроэрозионные станки Mitsubishi Electric были хорошо известны, они поставлялись из Европы фирмой Schiess Nasovia под маркой OPTICUT.

1960-е годы для корпорации начались с успешной реализации первого компьютера MELCOM 1101 и первого цветного телевизора (по лицензии RCA). Компьютер предназначался для научных и инженерных расчетов и был выполнен на 3500 германиевых транзисторах и 4000 диодах; в качестве памяти использовался магнитный барабан емкостью 4 тысячи 33-разрядных слов. В этот период вводится в строй первая в Японии автоматизированная система управления поездами метро, поставляется радиолокационное оборудование для метеостанции на вершине горы Фудзи, выпущены первые коммерческие преобразователи типов CVCF, VVVF для привода двигателей переменного тока, поставлена антенна для станции космической связи в Мексике, построен электрогенератор для атомных электростанций мощностью 400,000 кВт А.

В 1970-80-е годы корпорация интенсивно развивалась по многим направлениям, в том числе, в области бытовой техники, звуковой, телевизионной и видеоаппаратуры.

Зарубежным любителям высококачественного звуковоспроизведения хорошо известны усилители, ресиверы, кассетные магнитофоны, УКВ тюнеры и акустические системы Mitsubishi под торговой маркой



Рисунок 14. Динамические головки DIATONE DS-G20.

DIATONE. Подразделение DIATONE компании Mitsubishi Electric было основано в 1945 году для производства акустических систем и просуществовало до 1999 года. В последующие годы звуковые колонки и автомобильная аппаратура под этой маркой выпускаются для внутреннего рынка Японии.

Одной из последних разработок MELCO и обладателем золотой награды Grand Prix 2012 журнала «Auto Sound» является комплект автомобильной акустики DIATONE DS-G20 (Рисунок 14). Диафрагмы динамических головок выполнены по технологии NCV (Nano Carbonized High Velocity) из различных полимеров с включением углеродных нанотрубок. Применение этой технологии обеспечивает скорость звука до 5000 м/с, больше чем у головок с металлическими куполами диффузоров. Высокое качество воспроизведения низких частот обеспечивает также применение полимерной рамы корпуса и мощного ферритового магнита вувфера.

Основные параметры и характеристики головок (вуфер/твитер):

- габариты/вес: 165 69 мм/ 39.5 23.5 мм, 1240/60 г;
- номинальная мощность: 45/40 Вт (максимальная 120/100 Вт);
- диапазоны воспроизводимых частот: 60 Гц – 8 кГц/1.5 – 60 кГц;
- уровень звукового давления: 90/89 дБ/Вт/м.

В последние годы среди любителей высококачественного звука стала заметной тенденция приобретения зарубежной, в том числе японской, аппаратуры классов Hi-Fi/Hi-End через интернет-аукционы и у частных лиц через зарубежных посредников. Наиболее популярные виды приобретаемой техники: усилители ЗЧ, ресиверы, акустические системы, катушечные магнитофоны, CD-проигрыватели, проигрыватели виниловых пластинок и адаптеры к ним. Корпорация MELCO в различные годы выпустила десятки типов усилителей ЗЧ и акустики для систем высококачественного звуковоспроизведения. Рассмотрим особенности интегральных УЗЧ DIATONE на примере популярных интегральных усилителей мощности ЗЧ, выполненных в стиле «классика».

DA-A10DC, DA-A15DC (1976-1982 г.г.) – интегральные усилители ЗЧ типа «двойное моно» (Рисунок 15) с возможностью подключения блока индикации DA-M10. Усилители



Рисунок 15. Усилитель DA-A10DC.

отличаются выходной мощностью – 100 Вт и 150 Вт, соответственно. В состав усилителей входят два одинаковых канала с собственными источниками питания и силовыми трансформаторами на напряжение 100 В/50/60 Гц. Питание каждого канала усилителя обеспечивает отдельный источник, состоящий из силового трансформатора Т51, двухполупериодных выпрямителей со средней точкой на диодных сборках D51, D52 и сдвоенного конденсатора фильтра С51 12000 мкФ 70 В. (В модели DA-A10DC – 10000 мкФ 70 В). Номиналы выходных напряжений +65.5 В и –64.4 В. В выходных каскадах усилителя применены подобранные пары из сборок транзисторов Q215, Q217 – 2SC1116A, Q216, Q218 – 2SA747A. (В модели DA-A10DC используются одиночные транзисторы 2SD1585, 2SA908). Транзисторы, выполненные в корпусах ТО-3, выпускаются различными фирмами, например, Panasonic, SavantIC Semiconductor, ISC, JMnic.

Выбор элементной базы, схемотехника и конструкция усилителей позволили достичь весьма высоких значений ключевых параметров, влияющих на качество звуковоспроизведения.

Основные параметры усилителей DA-A10DC/DA-A15DC (по данным сервисного руководства):

- Длительная (рейтинговая) выходная мощность $P_{НОМ} - (100 \text{ Вт} + 100 \text{ Вт}) / (150 \text{ Вт} + 150 \text{ Вт})$ ($R_H = 8 \text{ Ом}$), $(135 \text{ Вт} + 135 \text{ Вт}) / (200 \text{ Вт} + 200 \text{ Вт})$ (4 Ом).
- Коэффициент гармонических искажений THD – не более 0.1% при $P_{ВЫХ} = P_{НОМ}$, не более 0.02% при $P_{ВЫХ} = 1 \text{ Вт}$ (в полосе 20 Гц – 20 кГц). Те же значения имеет и коэффициент интермодуляционных искажений.
- Энергетическая полоса пропускания – 10 Гц – 50 кГц (по уровню –3 дБ).

- Полоса воспроизводимых частот 20 Гц – 20 кГц (неравномерность АЧХ не более $\pm 0.1 \text{ дБ}$, $P_{ВЫХ} = P_{НОМ}$; 10 Гц – 100 кГц ($P_{ВЫХ} = 0.5 \text{ Вт}$).
- Коэффициент демпфирования 100 ($R_H = 8 \text{ Ом}$, 20 Гц – 20 кГц).
- Разделение каналов – 90 дБ (1 кГц), 80 дБ (20 кГц).
- Отношение сигнал/шум 100 дБ (закороченный вход), уровень пульсаций и шума 0.27/0.3 мВ.
- Скорость нарастания выходного сигнала 15 В/мкс.
- Мощность потребления 380/520 Вт (при $P_{ВЫХ} = 2 P_{НОМ}$).

Реальные значения коэффициента гармоник усилителей меньше значений, приведенных выше (0.002% – 0.006%).

На новый уровень разработки корпорации вышли после образования в 1991 году исследовательской лаборатории Mitsubishi Electric Research Laboratories (MERL) в Кембриджском университете. Лаборатория является североамериканским филиалом научно-исследовательского центра исследований и разработок Mitsubishi Electric CR & D и концентрирует фундаментальные исследования и НИОКР на пяти основных направлениях:

1. Электроника и связь – беспроводные и оптические технологии обработки сигналов.
2. Мультимедиа – речевые интерфейсы, кодирование/декодирование и компрессия видеосигналов.
3. Анализ данных – моделирование, планирование и оптимизация процессов обработки цифровых данных.
4. Пространственный анализ – алгоритмы обработки объемных изображений.
5. Мехатроника – разработка и совершенствование алгоритмов управления электромеханических систем.

Коллектив MERL, насчитывавший в начале 1990-х годов 25 человек, в настоящее время увеличился втрое. Статьи сотрудников лаборатории в различных специализированных журналах, а также доклады на различных конференциях доступны в сборниках трудов MERL TRS на сайте лаборатории. Число публикаций в настоящее время приближается к 2000 [6].

С начала 1990-х годов корпорация продолжала расширять направления своей деятельности. К ключевым событиям можно отнести следующие достижения MELCO:

- Начало производства микросхем DRAM памяти 64 Мбит (1991 г.).
- Разработка КМОП датчика изображения (1992 г.), впервые в мире начато массовое производство КМОП датчиков изображения (1997 г.).
- Создание совместного предприятия по производству полупроводниковых приборов в Китае (1996 г.).
- Создание системы управления телескопа Subaru Национальной астрономической обсерватории Японии (1999 г.), установленного на вершине горы Мауна Кеа (Гавайи, США, Рисунок 16). Эта гора является самой высокой в мире – 4200 м над уровнем моря и более 10000 м от поверхности воды до дна океана. Телескоп Subaru с диаметром главного зеркала 8.2 м и камерой сверхвысокого разрешения может проводить самые точные в мире наблюдения за темной энергией и темной материей, составляющей до 90% Вселенной. Шесть приводов MELCO гарантируют точное управление камерой и линзой, общий вес которых составляет 2 тонны.

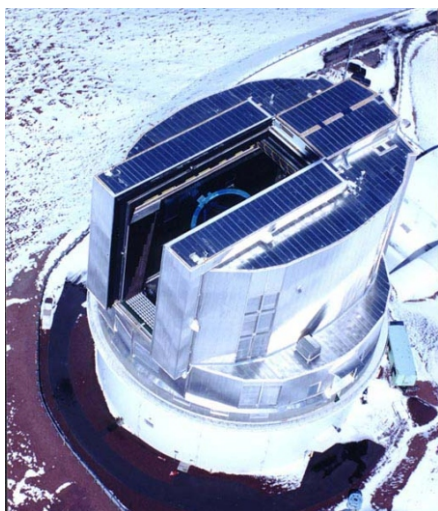


Рисунок 16. Телескоп Субару.

- Образование совместно с Toshiba компании TMA Electric Corp. для разработки и производства электродвигателей большой мощности (1999 г.). В настоящее время компания (с 2003 года TMEIC) производит электродвигатели мощностью от 37 кВт до 20,000 кВт (серия 21II), электро-

генераторы для гидроэлектростанций (до 100 МВ А) и ветряных электростанций, преобразователи (инверторы) для солнечных батарей и ветряных электрогенераторов, силовые приводы двигателей, а также различное оборудования для энергетики.

- Разработан самый маленький и экономичный в мире однокристалльный кодер MPEG-2 со встроенной 64 Мбит DRAM для ПК и ТВ приставок; размеры микросхемы 10.71 × 9.26 мм, потребляемая мощность 0.7 Вт (2001 г.).
- Основание совместно с Hitachi компании Renesas Technology по производству полупроводниковых приборов (2003 г.).
- Разработан первый в мире двусторонний ЖК дисплей («Reversible LCD»), наблюдать изображение на котором можно с двух сторон (2004 г., Рисунок 17).



Рисунок 17. Двусторонний ЖК дисплей.

- Выпуск первого в мире бесконтактного устройства распознавания отпечатков пальцев (2005 г.).



Рисунок 18. Экран Diamond Vision.

- На бейсбольном стадионе Turner Field в Атланте (Джорджия, США) установлен самый большой в мире наружный экран высокой четкости (2005 г., Рисунок 18). В 2009 году экран Diamond Vision внесен в книгу рекордов Гиннеса, как самый боль-

шой экран высокой четкости (22 48 м). В 2010 году в Дубаи установлен экран еще больших размеров (107.52 10.88 м).

- 23 сентября 2006 года с космодрома Утиноура с помощью ракеты MV-7 запущен японский научный спутник Hinode («Рассвет»). Главными подрядчиками проекта являлись MELCO и Lockheed Martin. Спутник предназначен для исследований Солнца.
- В 2011 году корпорация отметила свое 90-летие и получила контракт на модернизацию оборудования трансатлантического оптоволоконного кабеля, обслуживаемого консорциумом TAT-14, для увеличения скорости передачи данных до 40 Гбит/с.
- Образовано подразделение Mitsubishi Electric Lighting Co., Ltd и новый бренд «MILIE» для продвижения продукции, предназначенной для светодиодного освещения (Рисунок 19) [7].



Рисунок 19. Светодиодная лампа MILIE.

- В 2013 году совместно с компанией NHK разработан первый в мире кодер для компрессии по стандарту HEVC (MPEG-N/HEVC/H.265) для будущего вещательного стандарта 8K Super Hi-Vision (SHV). Этот стандарт обеспечивает радикальное изменение в восприятии видеоматериалов, превосходит разрешение FullHD в 16 раз и сопровождается 24-канальным звуком. Внешний вид кодера показан на Рисунке 20.

Электронную и электротехническую продукцию MELCO разрабатывают и производят более 10 специализированных подразделений, представительства компании базируются более чем в 40 странах мира. Продукция

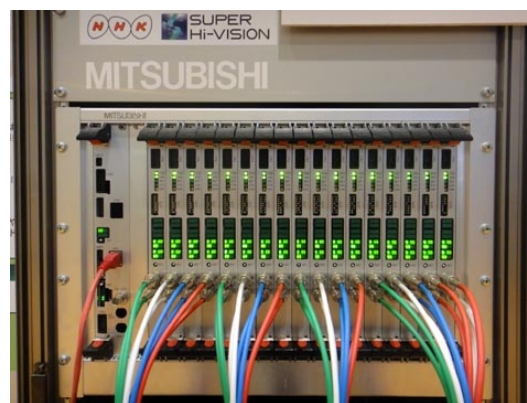


Рисунок 20. Кодер MPEG SHV.

Mitsubishi Electric была известна в СССР еще с 1970-х годов, когда в страну осуществлялись поставки промышленного оборудования и производственных линий. Новый этап работы MELCO в странах СНГ начался в 1990-х годах с формирования сети сбыта и обслуживания систем кондиционирования воздуха. В декабре 1997 года было открыто Представительство ЗАО «Мицубиси Электрик Юроп Б. В.» в Москве, в 2004 году – в Екатеринбурге, в 2008 – в Санкт-Петербурге. Деятельность этого подразделения направлена на активизацию продвижения продукции компании в Северо-Западном регионе страны.

В каталогах MELCO 2014 года продукция представлена в следующих категориях:

Системы кондиционирования воздуха:

домашние кондиционеры и сплит-системы, тепловые насосы, вентиляторы, воздушные завесы, инфракрасные обогреватели и компрессоры.

Автомобильное оборудование:

электрические и электронные компоненты, мехатроника и мультимедиа.

Строительные системы:

лифты, эскалаторы, траволаторы (движущиеся дорожки), фотоэлектрические системы.

Энергетические системы:

системы генерации, передачи и распределения электроэнергии, комплексные распределительные устройства, системы среднего и низкого напряжения.

Системы промышленной автоматизации:

контроллеры, приводы, системы визуализации, промышленные роботы, низковольтные распределители питания, системы контроля расхода электроэнергии.

Потребительская продукция:

холодильники и морозильники, вентиляторы, водяные насосы, проекторы для домашних кинотеатров.

ИТ и коммуникационные системы:

оптические системы передачи данных, системы кросс-коммутации, системы спутниковой связи, оптические системы условного доступа.

Публичные системы:

системы очистки воды, крупномасштабные системы визуализации, дорожные системы.

Полупроводниковые приборы и устройства:

силовые приборы и модули, интегральные схемы и датчики, ВЧ приборы, оптические приборы, ЖК дисплеи, сенсорные панели управления.

• Космические системы:

спутниковые компоненты и платформы, оптические- и радиотелескопы, спутники связи, системы навигации.

• Транспортные системы:

системы для подвижного состава, блоки питания и электроподстанции, системы управления транспортом, системы связи.

• Средства визуализации и информационные системы:

проекторы, принтеры, ЖК экраны, доски объявлений, большие дисплейные системы. **РЛ**

Литература:

6. <http://www.merl.com/publications/>
7. <http://www.mitsubishielectric.co.jp/group/mlf/milie/>

Шумы дифференциального усилителя можно снизить на 6 дБ, а полосу расширить вдвое

Roy McCammon

EDN

Отношение сигнал/шум традиционного дифференциального усилителя, построенного на трех операционных усилителях (ОУ), можно улучшить на 6 дБ, добавив один резистор и слегка изменив соединения в схеме. При этом придется пожертвовать одним параметром: входное сопротивление измененной схемы будет ниже, чем у классической.

На Рисунке 1 показана классическая схема дифференциального усилителя, состоящего из трех ОУ. Для простоты положим, что АЗ является идеальным нешумящим операционным усилителем, и сопротивления всех четырех резисторов, обозначенных R6, абсолютно одинаковы, так что выход-

ное напряжение АЗ в точности равно $V1 - V2$. При таких допущениях АЗ будет идеальным вычитателем. Будем считать, также, что абсолютно одинаковы и резисторы, обозначенные как R1. Тогда выходные напряжения будут равны

$$V1 = \frac{V_s}{2} \left(1 + \frac{2r}{R1} \right) + V_{n1} \left(1 + \frac{r}{R1} \right) + V_{n2} \frac{r}{R1},$$

$$V2 = \frac{V_s}{2} \left(1 + \frac{2r}{R1} \right) + V_{n2} \left(1 + \frac{r}{R1} \right) + V_{n1} \frac{r}{R1},$$

$$V_{out} = V_s \left(1 + \frac{2r}{R1} \right) + V_{n1} \left(1 + \frac{2r}{R1} \right) + V_{n2} \left(1 + \frac{2r}{R1} \right),$$

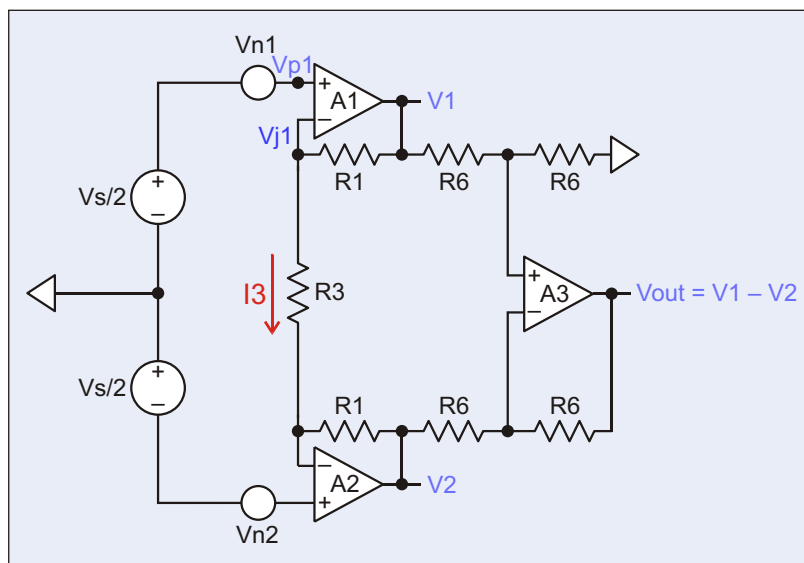


Рисунок 1.

где

$$r = \frac{R1}{R3},$$

V_{n1} – шумовое напряжение ОУ A1 (среднеквадратичное значение равно V_n),

V_{n2} – шумовое напряжение ОУ A2 (среднеквадратичное значение равно V_n).

Если $R1 = 20 \text{ кОм}$ и $R3 = 1 \text{ кОм}$, то

$$V_{out} = 41V_s + 41V_{n1} + 41V_{n2}.$$

Напряжения V_{n1} и V_{n2} имеют случайный характер, поэтому их полярность выбирается только из соображений удобства. Коэффициенты усиления сигнала и шума одинаковы, что позволяет выразить отношение сигнал/шум как

$$\frac{V_s^2}{2V_n^2}.$$

На Рисунке 2 изображена схема, представляемая в настоящей статье. Резистор $R3$ в ней был продублирован, а его связи изменены. Выходные напряжения этой схемы описываются выражениями

$$V1 = \frac{V_s}{2} (1 + 2r) + V_{n1} (1 + r),$$

$$V2 = \frac{V_s}{2} (1 + 2r) + V_{n2} (1 + r),$$

$$V_{out} = V_s (1 + 2r) + V_{n1} (1 + r) + V_{n2} (1 + r),$$

где

$$r = \frac{R1}{R3}.$$

Если $R1 = 20 \text{ кОм}$, и $R3a = R3b = R3 = 1 \text{ кОм}$, то

$$V_{out} = 41V_s + 21V_{n1} + 21V_{n2}$$

Отношение мощностей сигнала и шума выражается соотношением

$$\frac{41V_s^2}{21V_n^2} \frac{41V_s^2}{21V_n^2},$$

что практически равно

$$\frac{2V_s^2}{V_n^2}.$$

Это примерно на 6 дБ лучше, чем у традиционной схемы. Что же произошло?

Чтобы найти ответ на этот вопрос, необходимо взглянуть на выходы A1 и A2 обычной схемы. На выходе A1 имеются как шумовая составляющая, обусловленная собственным внутренним источником, так и почти равная ему составляющая от усилителя A2, который, в свою очередь, также содержит шумы обоих ОУ. В новой схеме на выходах каждого ОУ присутствуют лишь шумы от собственных внутренних источников.

Резистор $R3$ связывает усилители A1 и A2. V_{n1} , внутренний источник напряжения шумов усилителя A1, воздействует на внут-

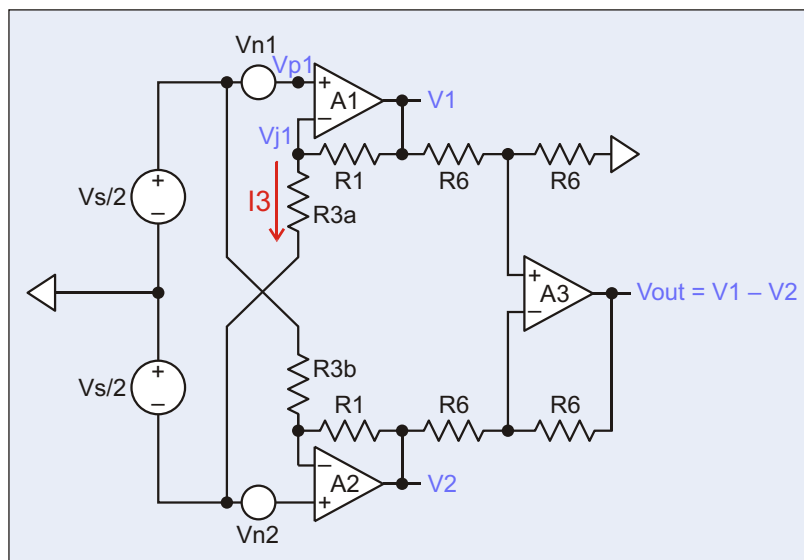


Рисунок 2.

ренный неинвертирующий вход V_{p1} , вследствие чего на выходе $A1$ присутствует шумовая компонента от собственного источника. Обычное действие отрицательной обратной связи приводит к тому, что напряжение в суммирующей точке $A1$ повторяет напряжение на его неинвертирующем входе, и в результате внутренний шум усилителя $A1$ появляется в его суммирующей точке V_{j1} и через резистор $R3$ попадает в суммирующую точку усилителя $A2$. Таким образом, источник шума усилителя $A1$ проявляет себя как на выходе $A1$, так и $A2$. Точно также источник шума усилителя $A2$ проявляет себя на выходах обоих усилителей $A1$ и $A2$.

Новая схема работает таким же образом, за исключением того, что шум в суммирующей точке теперь приложен к резистору $R3a$, который подключен к обратной стороне низкоимпедансного источника, а не к суммирующей точке OY .

Кроме того, полоса пропускания новой схемы почти в два раза шире, чем у традици-

онной. В обычной схеме $A1$ получает часть сигнала от $A2$, а $A2$ получает часть сигнала от $A1$. Когда частота входного сигнала достигает точки излома частотной характеристики $A1$ и $A2$, каждый из усилителей начинает получать меньшую подпитку от другого усилителя. В новой же схеме на каждый из усилителей приходит сигнал только от входного источника. В итоге получается, что традиционный усилитель достигает спада 3 дБ на октаву раньше, чем новая схема.

Новая схема, сохранив все преимущества традиционной схемы, включая коэффициент подавления синфазного сигнала, отличается меньшими шумами и более широкой полосой пропускания. Однако у схемы есть и один недостаток: ее входное сопротивление равно $R3$, что в нашем случае составляет 1 кОм. По этой причине схема может использоваться только в таких приложениях, как, скажем, передающая линия на симметричной витой паре, типичное сопротивление которой равно 100 Ом. **РЛ**

настоящее немецкое качество

Testboy
GmbH, Germany

контрольно-
измерительное
оборудование



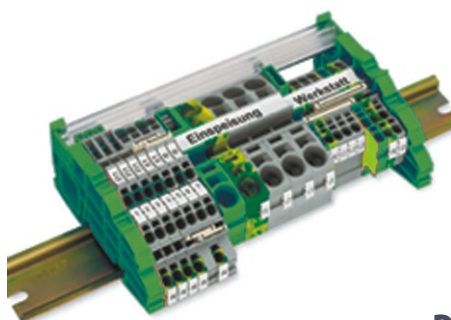
»»JOKARI®
original

инструмент для
разделки кабеля
и снятия изоляции



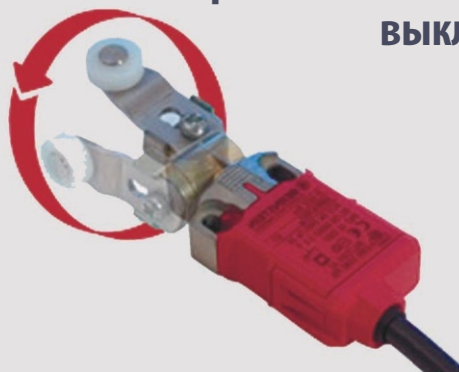
WAGO®
INNOVATIVE CONNECTIONS

клеммы
на DIN рейку
и для печатных плат



BERNSTEIN
safe solutions

промышленные корпуса
выключатели
датчики



ДЕЦИМА

ПОСТАВКА ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ

ДИСТРИБЬЮТОР В РОССИИ

WWW.DECIMA.RU

МОСКВА, ЗЕЛЕНОГРАД, +7(495) 988-4858

Будущее электронных ламп

Arnie Peskin

ENGINEERING.com

Было время, когда электронная лампа практически являлась синонимом слова «электроника». Затем, примерно шестьдесят лет назад, полупроводники начали вытеснять лампы из одного приложения за другим, пока лампы не превратились в музейные экспонаты. Но оставалось несколько областей электроники, откуда лампы никогда не исчезали полностью. А недавно они начали возвращаться.

Как только полупроводники стали широко доступными, инженеры и техники немедленно оценили их преимущества. Они были меньше и легче. Им требовалось несоизмеримо меньше энергии. Они были надежнее. И, что, вероятно, важнее всего, их характеристики были намного линейнее и стабильнее.

Первые телевизионные приемники представляли собой громоздкие предметы мебели с множеством ручек на передней и задней стороне. Все эти элементы управления, снабженные странными надписями типа «строчная синхронизация» или «линейность по вертикали», приходилось использовать даже в ходе одного вечернего просмотра вследствие температурного и временного дрейфа параметров компонентов. Множество экстренных новостей не удалось показать зрителям из-за того, что для про-

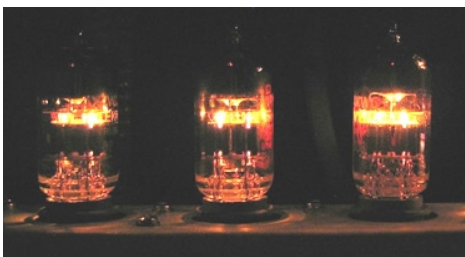
грева и настройки камер требовалось 20 минут. В те годы телевизор требовал много умения и терпения, независимо от того, были ли вы его производителем или просто зрителем.

Транзисторы и интегральные схемы быстро вытеснили лампы из бытовой электроники и промышленных систем. Такое положение сохранялось до недавнего времени, когда вдруг случилось что-то неожиданное, и из определенных ниш начали раздаваться голоса в защиту достоинств электронных ламп. Первую группу защитников составили музыканты и аудиофилы. Они утверждали, что звук ламповых усилителей намного приятнее для восприятия. При ближайшем рассмотрении казалось, что эти люди влюбились в те характеристики усилителя, которые другие назвали бы просто нелинейными искажениями. То есть, сигнал на выходе усилителя был не совсем таким, как на входе, но вместо того, чтобы назвать это явление обертонами, они подчеркивали его положительное влияние на качество звучания.

Есть и другие области, в которые лампы вернулись вновь, или никогда не покидали их полностью. Устройства с высокой выходной мощностью обычно проще делать на лампах, чем на полупроводниках. Лампы намного лучше переносят условия повышенной радиации.

Есть и совсем странный аргумент в пользу ламповой аппаратуры – эстетический. Такое впечатление, что ламповое оборудование оказывает явное влияние на работающих с ним технических специалистов. При работе установленных на шасси вакуумных ламп свечение нитей накала имеет содержательный (с их точки зрения) смысл – они ВИДЯТ, как лампы работают. Существует также запах, по которому безошибочно можно отличить работающую ламповую аппаратуру.



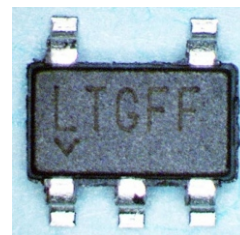


(Который, вероятно, является запахом поджаренной пыли, но, все равно, продолжает очаровывать тех, кто вырос рядом с лампами). Как бы то ни было, безотносительно к причинам, при прочих равных условиях мно-

гие получают большее удовольствие от работы с аппаратурой на вакуумных лампах.

Трудно найти достоверную информацию о динамике продаж электронных ламп, но видно, что эта отрасль скромно процветает, особенно в Азии. Тенденция к расширению сферы использования вакуумных ламп не пугает полупроводниковую индустрию. Их розовые прогнозы, основанные на законе Мура, лампы никак не затронут. Безусловно одно – у этой почтенной технологии есть будущее, поэтому инженеры и конструкторы не должны ее игнорировать. **РЛ**

Микромощный изолированный обратноходовой преобразователь с диапазоном входных напряжений от 6 В до 100 В



Zhongming Ye, Linear Technology

Design Note 509

Введение

Обратноходовые DC/DC преобразователи широко используются в изолированных приложениях благодаря относительной простоте и невысокой стоимости по сравнению с альтернативными изолированными топологиями. Тем не менее, разработать традиционный обратноходовой преобразователь не очень легко из-за того, что трансформатор требует тщательного расчета и аккуратного изготовления, а обеспечение устойчивости схемы осложняется хорошо известным всем разработчикам нулем в правой полуплоскости и задержкой распространения в оптоизоляторе.

Linear Technology выпускает целый ряд обратноходовых преобразователей, существенно упрощающих задачу разработчиков, поскольку сигнал обратной связи снимается с первичной обмотки трансформатора во время обратного хода, и, соответственно,

отпадает необходимость в использовании оптоизоляторов. Это такие микросхемы, работающие в режиме критической проводимости, как LT3573, LT3574, LT3575, LT3511 и LT3512. Высоковольтный монолитный изолированный обратноходовой преобразователь LT8300 содержит силовой ключ на 150-вольтовом DMOS транзисторе, переключающем ток до 260 мА, цепи внутренней компенсации и конденсатор мягкого запуска. LT8300 работает при входных напряжениях от 6 В до 100 В, отдавая в нагрузку мощность до 2 Вт, и нуждается всего лишь в пяти внешних компонентах.

LT8300 работает в режиме критической проводимости, а режим генерации пачек (Burst Mode) обеспечивает низкий уровень пульсаций, позволяя из небольшого количества компонентов создавать преобразователи с высоким КПД и минимальными потерями мощности в режиме покоя.

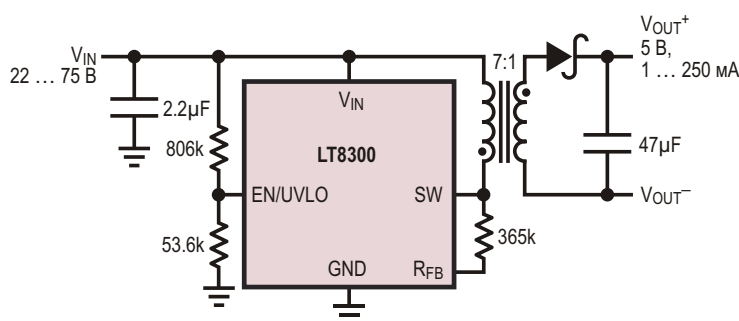


Рисунок 1. Полная схема обратноходового преобразователя 5 В с входным напряжением 22 ... 75 В.

Простой и точный способ измерения выходного напряжения

Преобразователям, в которых используются LT8300, не нужны оптоизоляторы, так как источником информации о величине выходного напряжения служит напряжение на первичной обмотке, измеряемое сразу после выключения силового ключа микросхемы, то есть в момент, когда ток через диод спадает до нуля. Благодаря этому существенно повышается качество регулирования, поскольку на данном отрезке времени падение напряжения на вторичной обмотке трансформатора и на любой дорожке печатной платы равно нулю. Это позволяет обратному преобразователю на основе LT8300 при комнатной температуре стабилизировать напряжение нагрузки с типовой точностью $\pm 1\%$. На Рисунках 1 и 2 изображены принципиальная схема и нагрузочная характеристика обратного преобразователя с выходным напряжением 5 В.

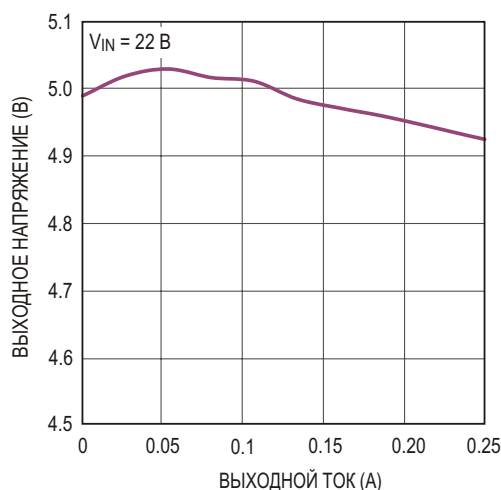


Рисунок 2. Нагрузочная характеристика схемы, изображенной на Рисунке 1.

Компактное решение с небольшим количеством компонентов

В 5-выводном корпусе TSOT-23 микросхемы LT8300 интегрирован 150-вольтный силовой DMOS ключ с максимальным током 260 мА, а также все высоковольтные цепи и логика управления. Изолированное выходное напряжение устанавливается с помощью единственного внешнего резистора, причем цепи частотной коррекции и управления плавным включением интегрированы в микросхе-

му. Режим генерации пачек при малых токах нагрузки обеспечивает высокую эффективность и низкий уровень пульсаций.

Преобразователь включает внутренний ключ немедленно после того, как ток включенного в цепь вторичной обмотки диода уменьшается до нуля, и выключает его, когда коммутируемый ток достигает установленного порога ограничения. В результате полностью исключаются потери на обратное восстановление диода.

Более того, поскольку ключ включается при нулевом токе, минимизированы и потери переключения. Благодаря снижению коммутационных потерь преобразователь может работать на сравнительно высоких рабочих частотах, что, в свою очередь, позволяет использовать более миниатюрные трансформаторы, чем требуются для традиционных схем. По сравнению со схемами, в которых применяются другие решения, устройства, основанные на LT8300, получаются намного компактнее.

На Рисунке 3 показана фотография стандартной демонстрационной платы DC1825A, предназначенной для изучения изолированных обратных преобразователей. На плате установлен трансформатор с сердечником EP7. Для построения полноценной схемы достаточно шести основных компонентов. Это входной и выходной конденсаторы (C2, C3), выходной диод (D1), резистор



Рисунок 3. Демонстрационная плата преобразователя напряжения 22 ... 75 В в напряжение 5 В/0.3 А (См. Рисунок 1).

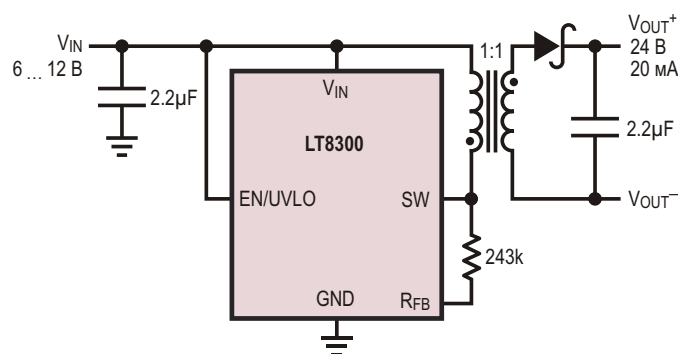


Рисунок 4. Обратногоходовой преобразователь (6...12 В/ 24 В, 20 мА), оптимизированный для минимального тока покоя.

обратной связи (R3), трансформатор (T1) и микросхема LT8300. Для обратногоходового преобразователя, построенного по традиционной схеме, потребовалось бы, как минимум, одиннадцать дополнительных компонентов, плюс сложные схемы запуска и смещения, как на первичной, так и на вторичной стороне.

Низкий ток покоя, минимальная энергия запуска и высокий КПД

По мере снижения тока нагрузки LT8300 уменьшает частоту переключения до тех пор, пока ток не достигнет заданной нижней границы, после чего переходит в режим прерывистой проводимости.

LT8300 отличаются высокой точностью установки порога ограничения тока, даже вблизи минимальных значений, и очень небольшой задержкой распространения. При самых легких нагрузках преобразователь переходит в режим генерации пачек, когда микросхема периодически переключается между активным и спящим режимами. Типовое потребление тока равно 70 мкА в спящем режиме и 330 мкА в режиме переключения.

Типичное значение низшей частоты переключения равно примерно 7.5 кГц, при этом схеме требуется минимальный ток запуска, типовое значение которого составляет всего 0.5% от максимальной нагрузки. По этой причине потери мощности в состоянии ожидания LT8300 очень малы, что крайне важно для приложений, работающих в режиме постоянного включения. На Рисунке 4 показано схемное решение, позволяющее из входного напряжения от 6 В до 12 В получить 24 В. Пиковый КПД этой схемы достигает 87% и

остается на высоком уровне порядка 84% при токе нагрузки 20 мА (Рисунок 5).

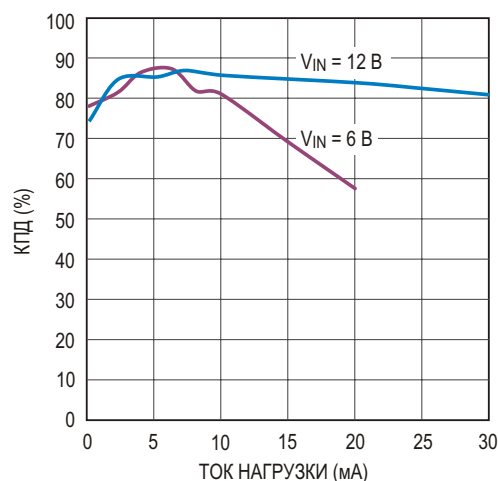


Рисунок 5. Зависимость КПД от тока нагрузки для преобразователя, изображенного на Рисунке 4.

Заключение

LT8300 – простой в использовании обратногоходовой преобразователь с богатым набором уникальных функций, интегрированных в миниатюрный 5-выводной корпус TSOT-23. Прибор способен работать в широком диапазоне входных напряжений от 6 до 100 В, потребляет очень незначительный ток в выключенном состоянии и расходует минимальную мощность в режиме ожидания. Режим критической проводимости снижает потери переключения, уменьшает габариты преобразователя, упрощает конструкцию системы и обеспечивает превосходное качество стабилизации напряжения нагрузки. Микросхема содержит внутреннюю цепь

плавного включения, точную схему ограничения тока, схему блокировки при недостаточном входном напряжении и встроенные элементы частотной коррекции.

LT8300 идеально подходит для широкого круга приложений, от устройств с батарейным питанием до источников питания для

автомобильного, промышленного, медицинского и телекоммуникационного оборудования. Благодаря высокому уровню интеграции, основанные на LT8300 маломощные обратноходовые преобразователи получаются простыми и содержат небольшое количество компонентов. **РЛ**

Усовершенствование генератора на звуковой карте ПК

Ajoy Raman

Electronic Design

Обыкновенная звуковая карта персонального компьютера может использоваться в качестве функционального генератора, формирующего импульсы синусоидальной, прямоугольной, треугольной или иной формы. Однако размах ее выходного сигнала ограничен узкими рамками шин питания, а в симметричное относительно нуля выходное напряжение нельзя добавить постоянное смещение. Предлагаемая схема позволяет устранить эти недостатки с помощью второго канала звуковой карты, формирующего вспомогательный сигнал ШИМ, который фильтруется, а затем замешивается в основной сигнал, смещая его на заданный уровень.

Звуковая карта персонального компьютера (ПК) может служить основой для легкодоступного генератора сигналов, позволяющего тестировать электронные схемы. Однако практическая применимость таких генераторов ограничена тем, что их выходной сигнал

связан по переменному току и ограничен диапазоном ± 2 В.

Предлагаемая здесь схема использует возможности, предоставляемые наличием двух каналов звуковой карты. В одном канале формируются импульсы синусоидальной,

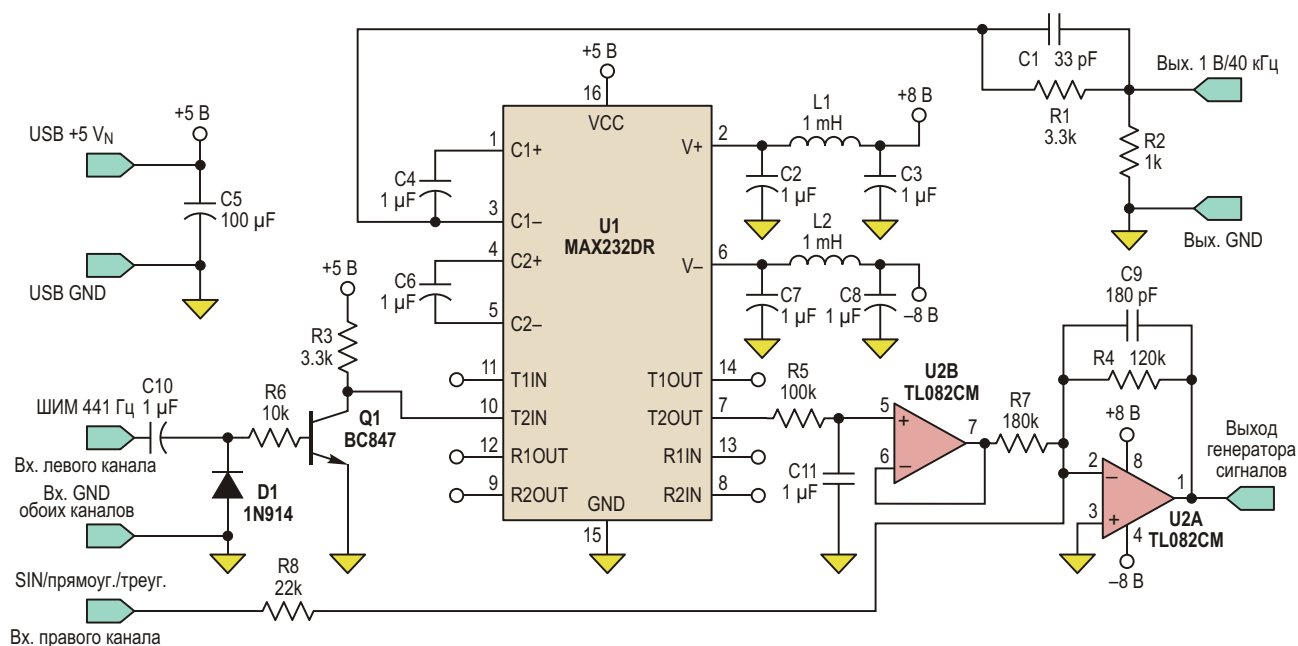


Рисунок 1. Используя второй канал стандартной звуковой карты ПК, с помощью отфильтрованного сигнала ШИМ можно обеспечить регулируемое постоянное смещение сигнала. Эта схема позволяет преодолеть ограничения, присущие основанным на таких картах дешевым звуковым генераторам.

прямоугольной или треугольной формы фиксированного уровня, а в другом – сигнал ШИМ частотой 441 Гц. Размах импульсов ШИМ поднимается до ± 8 В, затем импульсы усредняются и суммируются с напряжением первого канала, добавляя, таким образом, постоянное смещение, уровень которого регулируется коэффициентом заполнения ШИМ.

Схема обеспечивает на выходе генератора сигналов постоянное смещение с типичным значением ± 5 В (Рисунок 1). Схема питается от источника +5 В, напряжение которого конвертируется популярным емкостным преобразователем U1 в напряжения с уровнями порядка ± 8 В и используется для питания двоярного операционного усилителя (ОУ) U2.

Пассивные фильтры L1, C3 и L2, C8 сглаживают пульсации на выходах V+ и V– микросхемы U1. Сигнал ШИМ частотой 441 Гц левого канала звуковой карты ограничивается по уровню цепью C10, D1 и через базовый резистор R8 управляет транзистором Q1. В результате на коллекторе Q1 формируются прямоугольные импульсы TTL уровня, которые поступают на вход T2IN микросхемы U1.

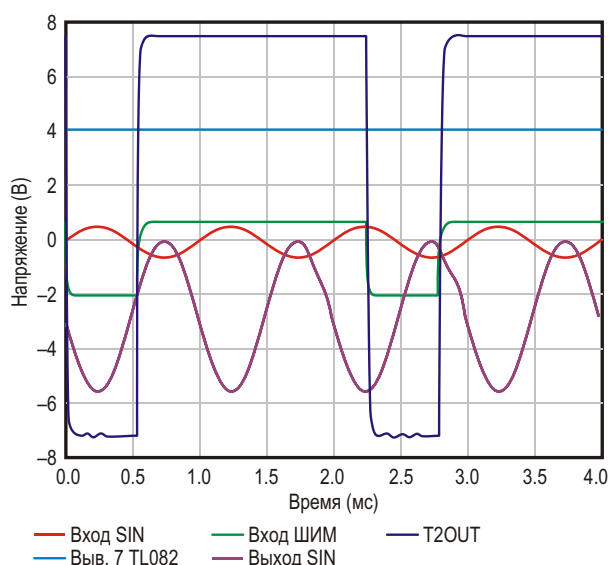


Рисунок 2. Формы основных сигналов схемы: синусоидальное напряжение на выходе одного канала звуковой карты (в данном случае, биполярный сигнал частотой 1 кГц); сигнал ШИМ с другого выхода звуковой карты; усиленный сигнал ШИМ; сигнал ШИМ после усреднения и фильтрации; выходной синусоидальный сигнал с постоянным смещением.

Импульсы ШИМ с выхода T2OUT, имеющие теперь размах ± 8 В, усредняются фильтром R5, C11 и буферизуются микросхемой U2B, на выходе которой образуется постоянное напряжение, зависящее от коэффициента заполнения ШИМ. Это напряжение суммируется микросхемой U2A с синусоидальным, прямоугольным или треугольным сигналом правого канала звуковой карты и является выходным сигналом генератора.

RC-цепочка C9, R4 образует фильтр нижних частот, сглаживающий квантованный сигнал, сгенерированный звуковой картой. При указанных на схеме номиналах компонентов напряжение правого канала усиливается примерно в 5.5 раз, а типичное постоянное смещение равно ± 5 В.

Сигнал ШИМ с коэффициентом заполнения 75% на выходе T2OUT усиливается до уровня порядка ± 8 В, и после усреднения и буферизации на выводе 7 ОУ U2B превращается в постоянное напряжение, равное примерно 4 В (Рисунок 2). Синусоида 0.5 В усиливается и смещается инвертирующим суммирующим усилителем U2A, становясь выходным сигналом генератора. **РЛ**

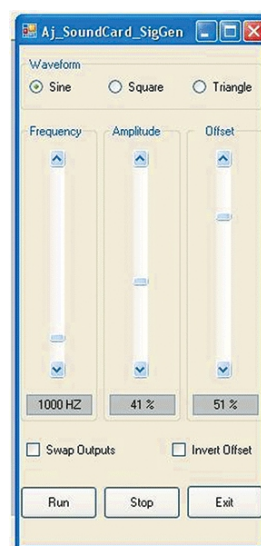


Рисунок 3. Написав код на Visual Basic .NET, можно быстро создать удобный и простой в использовании графический интерфейс для установки основных параметров генератора.

Усовершенствованный автономный драйвер светодиодной цепочки

Yan-Niu Ren, Kumaй

EDN

Питать светодиоды желательно постоянным током, а не постоянным напряжением. В предложенной схеме стабилизатор напряжения общего применения превращен в источник постоянного тока для управления светодиодами. Кроме того, для снижения коммутационных выбросов использован ограничитель пускового тока, а импульсный преобразователь напряжения позволил расширить диапазон входных напряжений до 96 ... 260 В с.к.з.

Представленная здесь концепция базируется на двух публикациях 2011 года ([1] и [2]), и разрабатывалась в целях повышения КПД и снижения цены. Безусловным достоинством обеих схем, представленных на Рисунках 1 и 2, является использование безиндуктивного преобразователя напряжения, а спорным моментом можно считать их энергетическую

эффективность. Для улучшения эффективности надо соблюдать два принципа: резисторы преобразователя должны рассеивать минимально возможную мощность, а порог переключения транзистора преобразователя должен строго соответствовать напряжению V_{TH} . Кроме того, порог V_{TH} необходимо устанавливать как можно более близким к падению напряжения на светодиодной цепочке. Такой подход минимизирует мощность, рассеиваемую стабилизатором тока, поддерживая при этом на постоянном уровне протекающий через светодиоды ток.

КПД основанной на описанных выше решениях усовершенствованной схемы, пример которой изображен на Рисунке 3, повышен до величины порядка 85%. Микросхема IC₁ и резистор R₅ образуют 20-миллиамперный

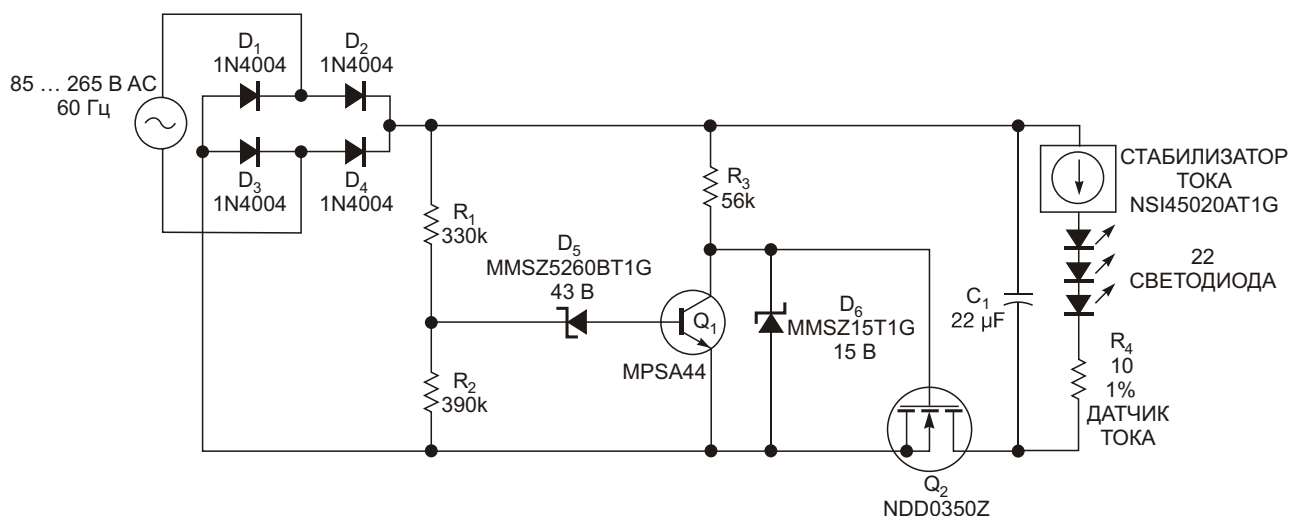


Рисунок 1. Эта схема питает цепочку светодиодам постоянным током в широком диапазоне входных напряжений сети. Резистор, включенный последовательно с цепочкой, служит удобным средством измерения тока.

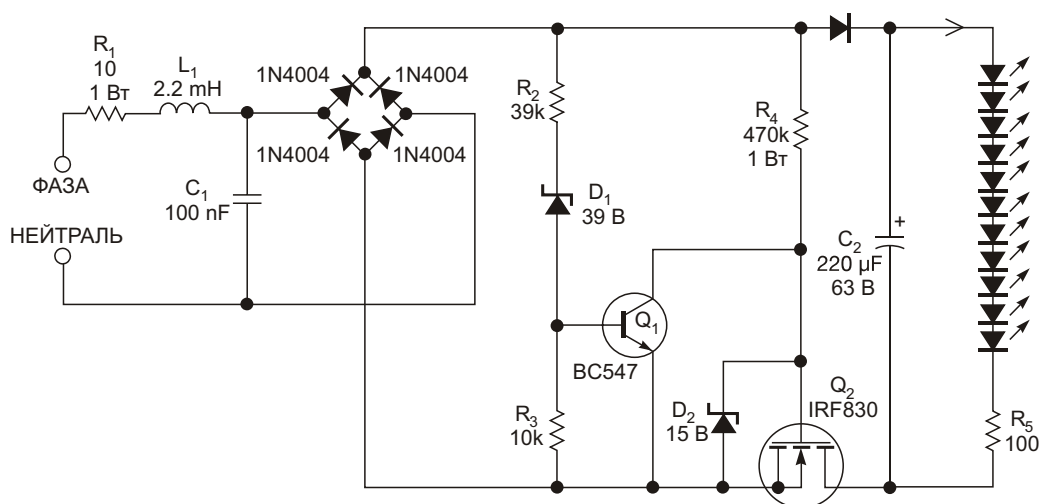


Рисунок 2. Преобразователь напряжения почти не отличается от преобразователя, использованного в схеме на Рисунок 1. Увеличенное сопротивление последовательного резистора в цепочке позволяет исключить микросхему источника постоянного тока и обеспечивает функцию ограничения тока.

источник постоянного тока. Количество приборов в цепочке светодиодов должно быть достаточным для того, чтобы суммарное падение напряжения при прямом токе 20 мА составляло 120 В. Падение напряжения на резисторе R_6 используется для прямого измерения тока цепочки.

Когда выходное напряжение двухполупериодного диодного выпрямителя доходит до уровня V_{TH} , при котором поделенное цепочкой $R_1 \dots R_3$ оно начинает превышать напряжение пробоя стабилитрона D_5 , включается

транзистор Q_1 и закрывается Q_2 . Конденсатор C_1 быстро заряжается до напряжения V_{TH} , транзистор Q_2 открывается, и C_1 медленно разряжается через цепочку светодиодов до начала следующего полупериода входного сетевого напряжения.

Напряжение V_{TH} в конце разряда C_1 не должно быть меньше 120 В, необходимых для питания светодиодов, и, в то же время, не должно превышать 1.414 среднеквадратичного значения (с.к.з.) самого низкого входного переменного напряжения. Если учесть, что

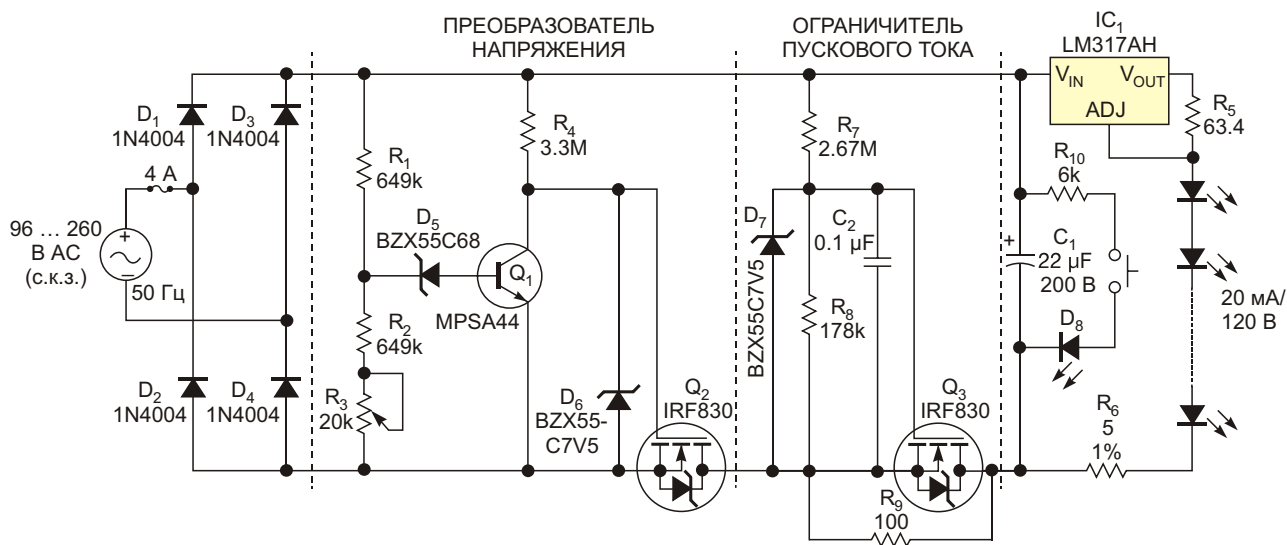


Рисунок 3. КПД этой схемы повышен за счет использования точного управления порогом переключения, очень близкого к падению напряжения на светодиодах.

помимо необходимых светодиодам 120 В, требуется также обеспечить минимальную разность в 3 В между входом и выходом микросхемы IC₁ и добавить 1.25 В, падающие на R₅, получается, что напряжение на C₁ должно быть не меньше 124.25 В. Для простоты округлим эту величину до 125 В.

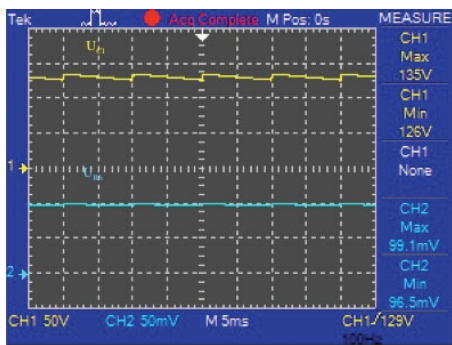


Рисунок 4. Желтая и синяя осциллограммы, соответственно, отображают напряжения на конденсаторе C₁ и резисторе R₆ при питании схемы от сети 220 В частотой 50 Гц. Положение осциллограмм не меняется в диапазоне входных напряжений от 96 В до 260 В.

Как видно из Рисунка 4, время разряда конденсатора C₁ намного превышает длительность его заряда, происходящего в течение 10-миллисекундного полупериода частоты 50 Гц, за время которого пиковое напряжение на нем достигает уровня, почти равного

$$\frac{20 \text{ мА} \cdot 10 \text{ мс}}{22 \text{ мкФ}} = 9.09 \text{ В.}$$

Таким образом, напряжение на конденсаторе C₁ не превысит

$$U_{C1_MAX} = 125 \text{ В} + 9.09 \text{ В} = 134.09 \text{ В.}$$

Для простоты результат был округлен до 135 В. Итак, границы V_{TH} определены. Любое более высокое напряжение откроет Q₁ и выключит транзистор преобразователя Q₂.

Когда транзистор Q₁ включен, рассеиваемая на резисторе R₄ мощность (Рисунок 3) составляет менее 20 мВт при входном напряжении 260 В с.к.з., а на делителе R₁, R₂, R₃, D₅ теряется менее 100 мВт. По сравнению с потребляемой светодиодами мощностью 2.4 Вт, такие потери можно считать незначи-

тельными. Сопротивления этих резисторов выбраны очень большими, чтобы сократить выделяющуюся на них мощность до минимума. Подстроечный резистор R₃ предназначен для точной регулировки напряжения порога V_{TH}, учитывающего реальное падение на светодиодах, установленных в конкретную схему.

Для снижения большого пускового тока, который мог бы потечь через C₁ и Q₂, если бы переменное напряжение включилось в той части периода, когда V_{TH} еще не достигло установленного уровня, в схему включен ограничивающий резистор R₉. Чтобы резистор не снижал эффективность устройства, ограничивая ток в каждом периоде входного напряжения, в схему добавлен транзистор Q₃, закрытый лишь в первый момент после включения питания, и открывающийся сразу, как только зарядится конденсатор C₂. Таким образом, ограничивается только начальный бросок тока (примерно на уровне 1.35 А), после чего R₉ начинает шунтироваться транзистором.

При увеличении входного переменного напряжения рассеиваемая преобразователем мощность незначительно возрастает, вследствие чего, как это видно из Таблицы 1, КПД слегка падает.

Таблица 1. КПД усовершенствованной схемы.

Напряжение переменного тока 50 Гц (с.к.з.)	96	140	180	220	260
КПД (%)	90	87	86	85	82

Усовершенствованная схема рассчитана на входные напряжения переменного тока 50 Гц от 96 В до 260 В. Если для питания светодиодов потребуется больший ток, увеличьте емкость конденсатора C₁ и уменьшите сопротивление резистора R₅. При необходимости изменить напряжение на светодиодах, повторите шаги предыдущего анализа для вычисления новых параметров некоторых компонентов. Обратите внимание, что чем меньше рабочее напряжение цепочки светодиодов, тем меньшим может быть входное переменное напряжение. Описанная здесь схема работоспособна также при сетевом напряжении частотой 60 Гц.

Примечания автора

1. Используйте высоковольтные резисторы с выводами для монтажа в отверстия или цепочки SMD резисторов с допустимым напряжением, по крайней мере, 400 В. Для защиты от коротких замыканий имеет смысл поставить предохранитель.

2. В схеме присутствуют опасные для жизни напряжения. Соблюдайте осторожность при тестировании и работе. При необходимости измерений с помощью осциллографа используйте изолирующий трансформатор. «Земля» осциллографа

не должна подключаться к схеме без изоляции.

3. Не нажимайте кнопку при включенной схеме. Используйте кнопку только в целях безопасности, держа ее нажатой после снятия сетевого напряжения до тех пор, пока C_1 не разрядится через R_{10} , и светодиод D_8 не погаснет. **РЛ**

Ссылки

1. Sheard, Steve, «Driver circuit lights architectural and interior LEDs,» EDN, Aug 11, 2011, pg 41.
2. Babu, TA, «Offline supply drives LEDs,» EDN, April 21 2011, pg 58.

Микроконтроллер имитирует генератор пилообразного напряжения на однопереходном транзисторе

Dev Gualtieri

Electronic Design

С помощью стандартного дешевого микроконтроллера PIC и небольшой программы эта схема эмулирует простой генератор пилообразного напряжения на старом добром однопереходном транзисторе. Вы сможете получить бесступенчатое выходное напряжение, эквивалентное бесконечному разрешению, избавив себя от проблем поиска генератора, его использования и управления.

Однопереходные транзисторы были очень популярными элементами схем несколько десятилетий назад. На таком приборе, дополнив его небольшим количеством других компонентов, можно было построить генератор пилообразного напряжения (Рисунок 1).

Принцип его работы прост. В исходном состоянии сопротивление перехода база-эмиттер очень велико, и источник тока линейно заряжает конденсатор до тех пор, пока напряжение на нем не достигнет напряжения пробоя. С этого момента начинается разряд конденсатора через базу однопереходного транзистора. Заряд прекратится, когда напряжение конденсатора сравняется с напряжением порога выключения. Далее сопротивление перехода база-эмиттер опять становится очень высоким, и конденсатор начинает заряжаться вновь.

Такой подход имеет определенные преимущества над цифровой схемой, поскольку для формирования пилообразного напряжения не требуется ЦАП. В недорогие микроконтроллеры часто встраиваются АЦП высокого разрешения, однако многоразрядные ЦАП считаются весьма дорогой периферией. В то время как из-за ограниченного разреше-

ния таких ЦАП сформированный ими сигнал является лишь ступенчатой аппроксимацией пилообразного напряжения, разрешение однопереходного транзистора является, фактически, бесконечным.

Для эмуляции работы однопереходного транзистора достаточно всего трех входов/выходов микроконтроллера и нескольких дополнительных компонентов. Большинство микроконтроллеров допускает динамическую реконфигурацию выводов, которые в разное время могут выполнять функции входа, выхода, или находиться в высокоимпедансном состоянии. На этой возможности и

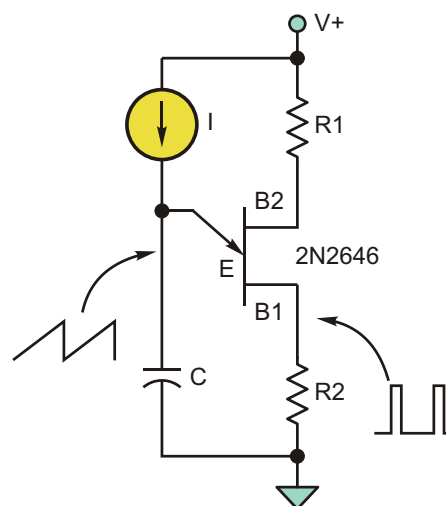


Рисунок 1. Простой генератор пилообразного напряжения на однопереходном транзисторе. Конденсатор линейно заряжается от источника тока. Имеется дополнительный выход пилообразных импульсов.

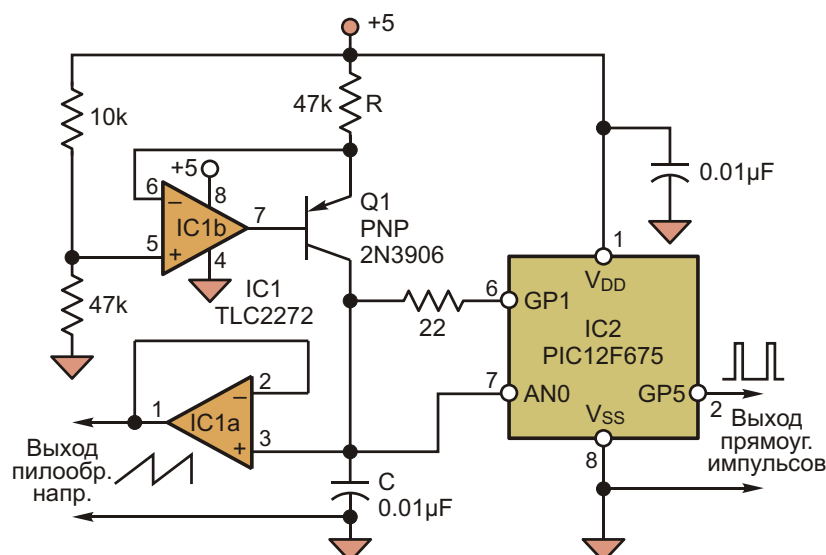


Рисунок 2. Схема, эмулирующая генератор на однопереходном транзисторе с помощью микроконтроллера, динамически реконфигурирует вывод GP1 микроконтроллера.

основана работа схемы, имитирующей простой генератор пилообразного напряжения на однопереходном транзисторе.

На rail-to-rail операционном усилителе IC1b и транзисторе Q1 сделан источник тока, в то время как IC1a используется для буферизации пилообразного напряжения конден-

сатора (Рисунок 2). Конденсатор подключен к входу АЦП AN0 микроконтроллера (IC2) и к сконфигурированному на ввод выводу GP1. 22-омный токоограничительный резистор позволяет использовать конденсаторы большой емкости без риска повреждения микроконтроллера.

Листинг 1. Псевдокод для эмуляции генератора пилообразного напряжения на микроконтроллере.

```
main()
{
    //конфигурирование аналоговых входов и остальных выводов
    инициализация_микроконтроллера();
    вывод_разряда = цифровой_вход_с_высоким_импедансом;
    вывод_импульса = 0; //дополнительный выход импульса
    while(1) //бесконечный цикл
    {
        v = аналоговое_напряжение(аналоговый_вывод);
        if (v > v_верхн.)
        {
            вывод_импульса = 1;
            вывод_разряда = цифровой_выход_с_низким_импедансом;
            while (v > v_нижн.)
            {
                //цикл, пока не разрядится конденсатор
                v = аналоговое_напряжение(аналоговый_вывод);
            }
            вывод_импульса = 0;
            вывод_разряда = цифровой_вход_с_высоким_импедансом;
        }
    }
}
```

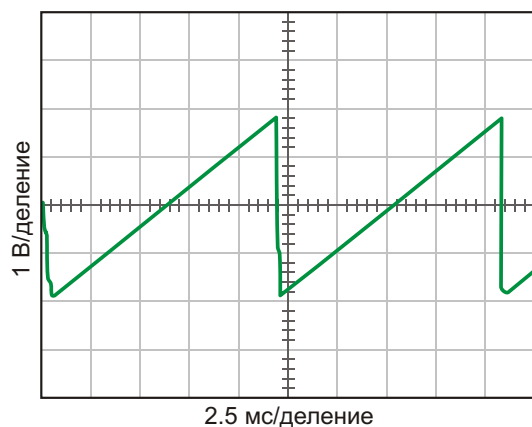
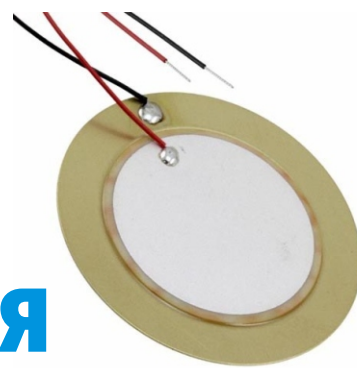


Рисунок 3. При указанных на схеме номиналах компонентов частота повторения пилообразных импульсов равна примерно 85 Гц. Частоту можно изменить с помощью задающего ток резистора R или конденсатора C .

Микроконтроллер, псевдокод алгоритма работы которого приведен в Листинге 1, постоянно контролирует напряжение на конденсаторе.

Когда напряжение достигает порогового уровня, GP1 из высокоимпедансного состояния переключается на вывод, и в него записывается «0». Начинается разряд конденсатора, и как только напряжение на нем опускается ниже уровня нижнего порога, GP1 вновь переводится в высокоимпедансное состояние, и цикл повторяется (Рисунок 3). Схема имеет также выход прямоугольных импульсов, синхронизированных с частотой пилообразных импульсов, которые могут использоваться для тактирования и запуска внешних схем. **РЛ**

Водо- и вандалоустойчивая клавиатура на пьезоэлектрических дисках



Francesc Casanellas

EDN

Эта конструкция была создана в связи с необходимостью иметь герметичную клавиатуру для работы в условиях очень большой влажности. (В моем частном случае это были душевые для бассейнов). Требовалось, чтобы клавиатура была способна воспринимать легкое нажатие на пластину из нержавеющей стали толщиной 0.4 мм. Помимо защищенности от воды, абсолютно плоское со стороны пользователя устройство отличается эстетической привлекательностью, поскольку не имеет никаких видимых элементов, кроме рисунков, выполненных методом трафаретной печати. Еще одним достоинством этой клавиатуры является ее вандалоустойчивость.

Датчик основан на пьезоэлектрическом диске, изначально разработанном для

использования в качестве излучателя звука. Я остановил свой выбор на Murata 7BB-35-3. При внешнем диаметре 35 мм он имеет чувствительную область диаметром 23 мм.

Диски размещены на общей печатной плате с электронными компонентами. В плате сделаны круглые отверстия, позволяющие свободно перемещаться керамическим элементам (Рисунок 1). Элементы закреплены на плате с помощью самоклеящейся губчатой резины (EPDM) толщиной 3 мм (Рисунок 2), хотя при более тонком слое резины чувствительность была бы выше. Конструкция достаточно плотно должна быть прижата к передней панели.

Когда палец касается внешней пластины, сталь (или иной материал) слегка деформируется, и небольшое увеличение давления

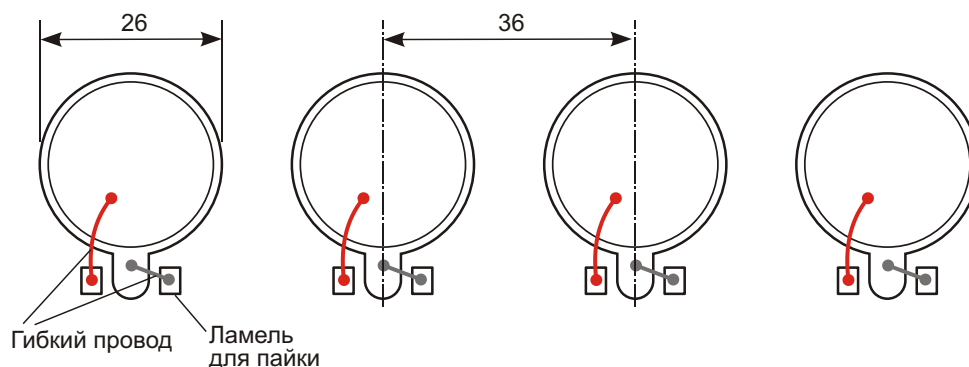


Рисунок 1. Расположение датчиков и вырезов на печатной плате.

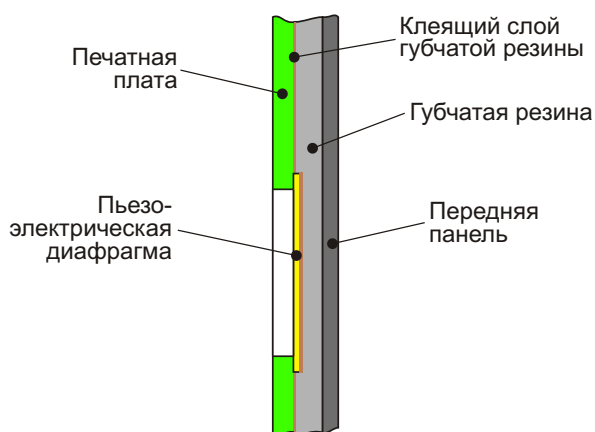


Рисунок 2. Поперечное сечение сборки клавиатуры на пьезоэлементах.

передается через резину на пьезоэлектрический диск. Этого вполне достаточно, чтобы вырабатываемое напряжение было обнаружено микроконтроллером. Затем процессор, используя все диски в качестве звукоизлучателей, посылает подтверждающий звуковой сигнал.

В описанном примере четыре клавиши. Использовался микроконтроллер μ PD78F0513 фирмы Renesas (ранее NEC), хотя подошло бы множество других микроконтроллеров.

Меньшие электроды пьезоэлектрических дисков подключены непосредственно к входам АЦП микроконтроллера, а через резисторы — к положительной шине питания. Кроме того, они соединены с входами другого порта (P7), изначально находящимися в состоянии высокого входного импеданса. Другие электроды дисков (большого размера) объединены вместе и для снижения выходного сопротивления подключены параллельно к четырем выводам порта P3 (Рисунок 3). Если портов микроконтроллера не хватает, но их выходной ток достаточно велик, то необходимости в таком объединении выводов нет. В исходном состоянии на выходах этого порта низкий логический уровень. Когда диск слегка деформируется от нажатия пальца, напряжение на входах АЦП падает.

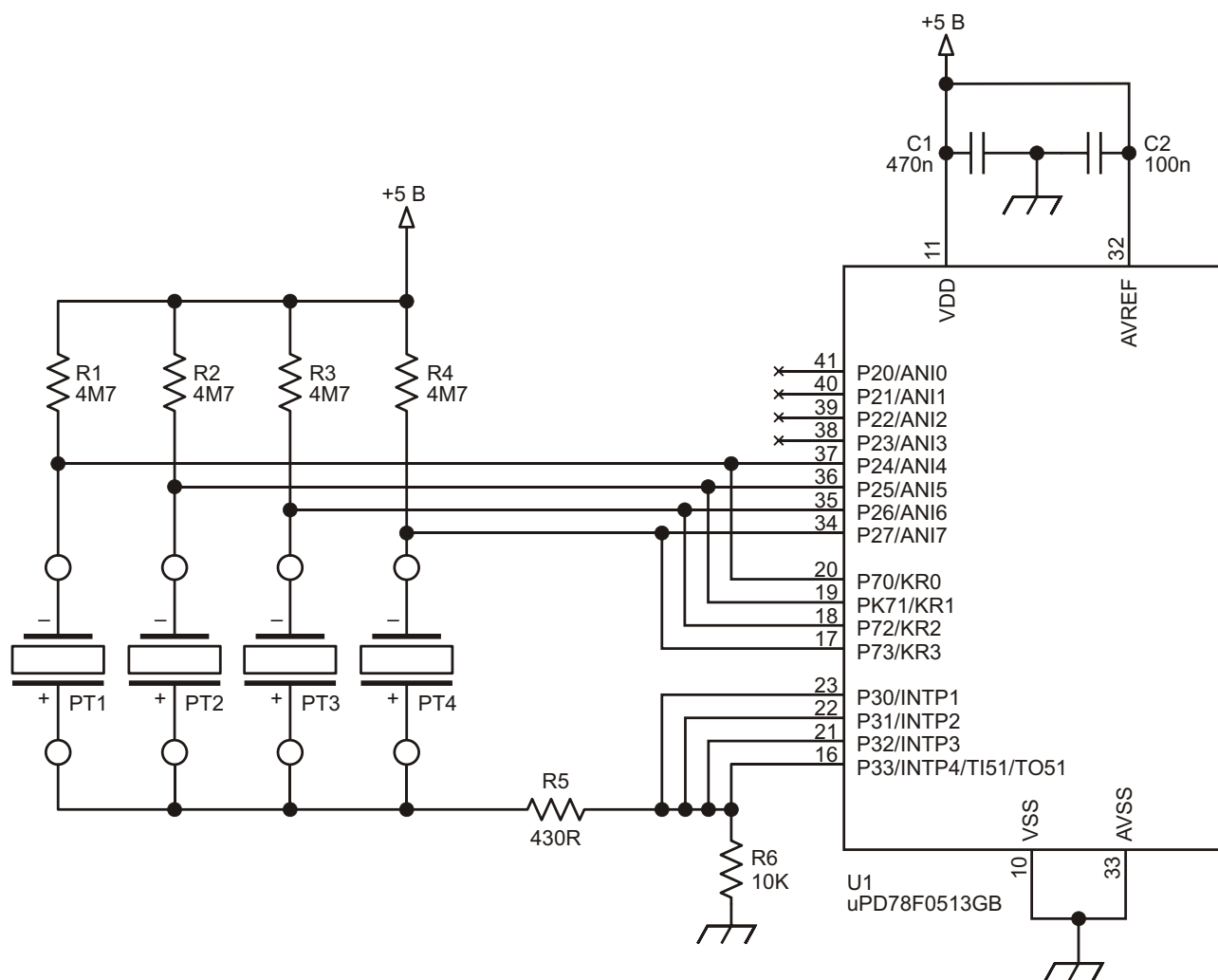


Рисунок 3. Принципиальная схема клавиатуры.

При включении питания схемы выводы порта P3 находятся в состоянии «лог. 0», а порта P7 – в состоянии «лог. 1», вследствие чего пьезоэлектрические диски, емкость которых равна примерно 30 нФ, быстро заряжаются. Затем, по истечении нескольких десятков микросекунд, выводы P7 устанавливаются в состоянии высокого импеданса. Программа постоянно сканирует входы АЦП. Из-за большой емкости дисков напряжение на них изменяется очень медленно, поэтому темп сканирования может быть небольшим. В моем случае измерения напряжения выполнялись каждую миллисекунду, так что каждый диск проверялся раз в 4 мс.

Когда вследствие нажатия клавиши входное напряжение падает ниже заданного уровня, контроллер обрабатывает входной сигнал, а затем использует все диски в качестве излучателей звука. Со стальной пластиной

толщиной 0.4 мм для получения хорошей чувствительности при напряжении питания 5 В достаточно уровня порога 1.5 В. При использовании более толстых пластин есть множество возможностей для увеличения чувствительности.

Чтобы сформировать звуковой сигнал, линии порта P7 переключаются в состояние низкоимпедансных выходов, и на них выводится последовательность прямоугольных импульсов с частотой резонанса дисков (в нашем случае это 2800 Гц). Сигнал звучит в течение 250 мс. Резистор R5 служит для ограничения тока возбуждения. По завершении звукового сигнала P3 возвращается в «0», а P7 вновь на время переключается в «1», чтобы зарядить диски.

Использование пьезоэлектрических диафрагм позволяет создать не только очень эффективную, но и очень дешевую конструкцию. **РЛ**



РАДИОЛОЦМАН

Журнал для тех, кто интересуется электроникой

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
популяризировать -

приглашаем к сотрудничеству!