



App Store

Google play

РАДИОЛОЦМАН

СЕНТЯБРЬ 2017 (76)

28

Откуда появились
базовые схемы
преобразователей

Цифровые потенциометры 32
против
механических

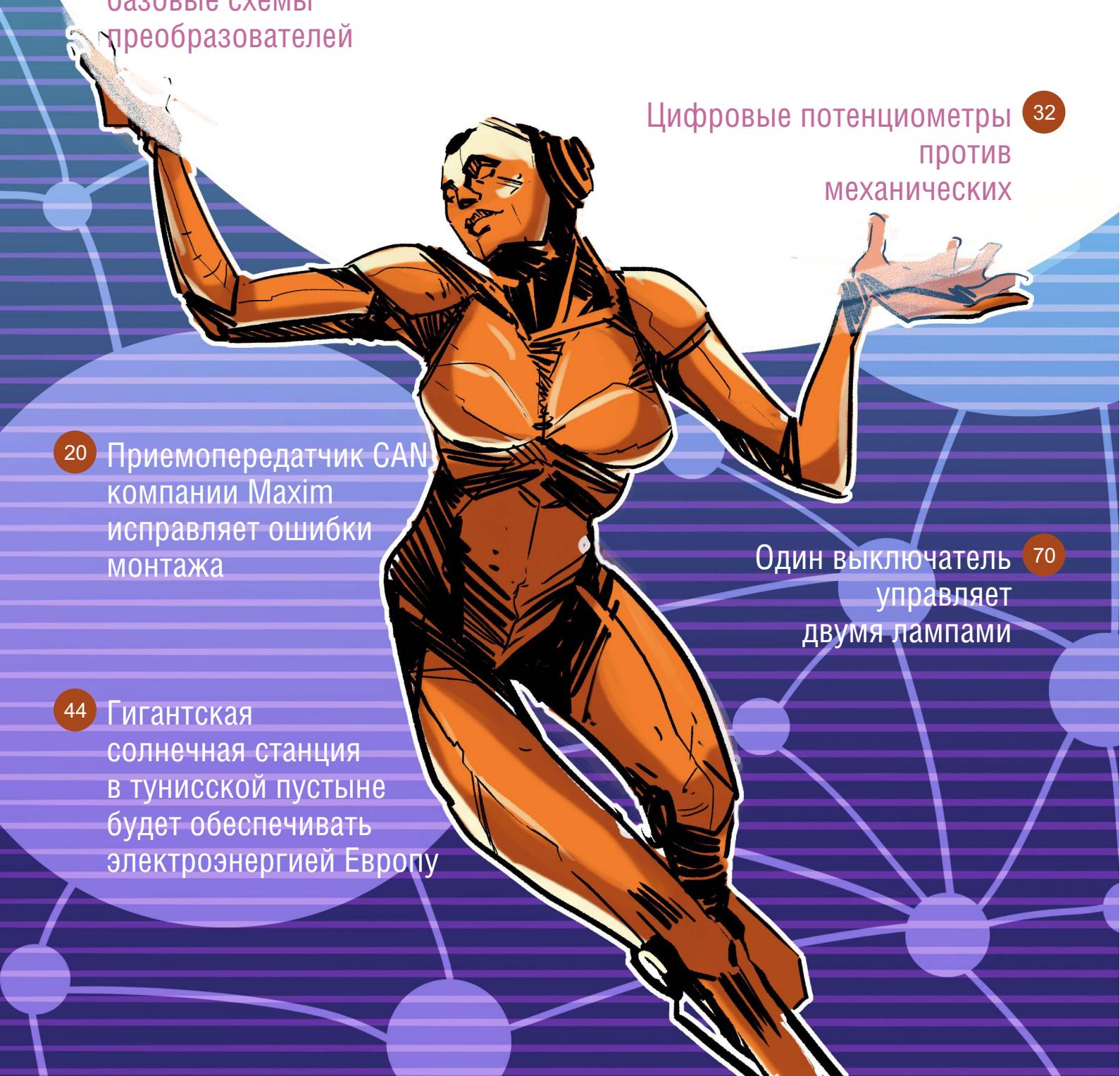
20

Приемопередатчик CAN
компании Maxim
исправляет ошибки
монтажа

Один выключатель 70
управляет
двумя лампами

44

Гигантская
солнечная станция
в тунисской пустыне
будет обеспечивать
электроэнергией Европу





РадиоЛоцман.Журнал

www.rlocman.ru/magazine

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



РадиоЛоцман.Форум

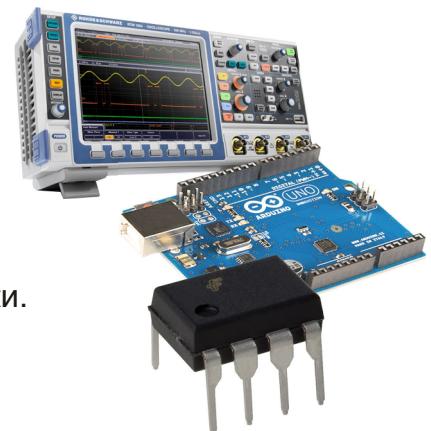
www.rlocman.ru/forum

Обсуждайте статьи и новости, общайтесь!
Приглашаем профессионалов.

РадиоЛоцман.Цены

www.rlocman.ru/price

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



РадиоЛоцман.Соц.Сети

Обновления в привычном формате.



vk.com/rlocman



facebook.com/rlocman



odnoklassniki.ru/rlocman



twitter.com/rlocman



google.com/+RlocmanRuPlus

И еще многое другое на портале:

РадиоЛоцман. ...

www.rlocman.ru

РАДИОЛОЦМАН

Сентябрь 2017 (76)

Главный редактор:

А. Николаев

Над номером работали:

Иоффе
В. Колесник
С. Муратчев
А. Николаев
Н. Радунцева
М. Русских
А. Рузы

Обложка:

А. Кравчук

Директор:

С. Муратчев

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

rlocman@rlocman.ru

+7 (495) 721-72-14

www.rlocman.ru

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

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

Мнения авторов не всегда отражают точку зрения редакции.

Оформление бесплатной подписки:
www.rlocman.ru/magazine

Новости

- 4 КПД 150-вольтового синхронного повышающе-понижающего преобразователя Analog Devices достигает 99%
- 5 Trinamic выпускает семейство оптических энкодеров, оптимизированных для шаговых двигателей
- 6 SSDI предлагает новые 1200-вольтовые высокотемпературные SiC диоды Шоттки
- 6 Holtek объявила о выпуске новых Flash-микроконтроллеров для приложений восьмиэлектродного измерения веса телесного жира
- 7 Bourns анонсирует новые высокоеффективные мостовые диодные выпрямители для приложений с импульсным преобразованием энергии
- 8 SII Semiconductor начала выпуск экономичных понижающих преобразователей для носимых и мобильных устройств
- 9 Vishay Intertechnology начала производство первых в отрасли высокочастотных силовых дросселей серии IHLP
- 10 Allegro MicroSystems анонсирует безындуктивный повышающе-понижающий стабилизатор с широким диапазоном входных напряжений
- 11 Murata анонсирует выпуск сверхминиатюрной RAIN RFID метки для носимых и медицинских приложений
- 11 STMicroelectronics представляет новый универсальный 8-битный микроконтроллер в дешевом и компактном корпусе
- 12 ISSI расширяет линейку FxLED программируемым драйвером RGB светодиодов для приложений Интернета вещей
- 13 Nuvoton анонсирует новую серию микроконтроллеров M0564 с ядром ARM Cortex-M0
- 14 Зарядовый насос SII Semiconductor запускает DC/DC преобразователь при ультранизком входном напряжении
- 15 Vishay Intertechnology расширила ассортимент ионисторов серии 220 EDLC ENYCAP
- 16 Analog Devices анонсировала универсальный 42-вольтовый контроллер, поддерживающий пять топологий DC/DC преобразователей
- 17 Holtek начинает производство новых суперрегенеративных приемников амплитудно-манипулированных сигналов BC66F2430
- 18 600-вольтовые силовые модули STMicroelectronics упростят конструирование драйверов двигателей
- 19 Texas Instruments представляет повышающе-понижающие контроллеры заряда аккумуляторов с поддержкой USB Type-C и USB PD
- 20 Приемопередатчик CAN компании Maxim исправляет ошибки монтажа
- 21 Analog Devices анонсирует 60-вольтовый драйвер N-канального MOSFET верхнего плеча, способный работать при коэффициенте заполнения 100%
- 22 Intersil представляет 15-амперный силовой модуль с наивысшей в отрасли плотностью мощности
- 23 Holtek расширяет семейство Flash-микроконтроллеров в миниатюрных корпусах
- 24 Vishay выпускает выпрямительные диоды Шоттки с улучшенными тепловыми и электрическими характеристиками
- 25 Analog Devices разработала 2.5-амперный микромодуль повышающего преобразователя в корпусе 6.25 мм x 6.25 мм
- 26 Broadcom выпускает первый в мире двухчастотный потребительский приемник ГНСС сантиметровой точности

Статьи

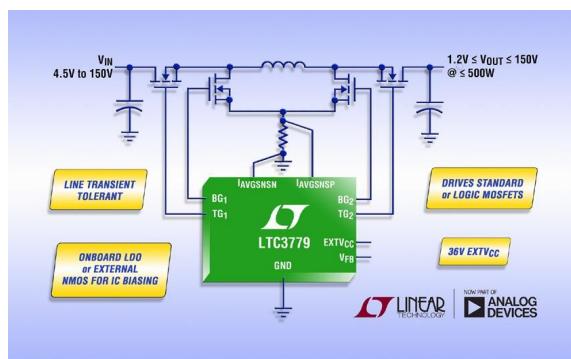
- 28 Откуда появились базовые схемы преобразователей. Часть 1
- 32 Цифровые потенциометры против механических: специфика разработки высококачественных систем
- 37 ВЫСОКОТЕХНОЛОГИЧНАЯ РОССИЯ. Развитие и продукты завода «Самсунг Электроникс Рус Калуга»
- 44 Гигантская солнечная станция в тунисской пустыне будет обеспечивать электроэнергией Европу
- 48 Формирование дифференциального сигнала с помощью трансформатора и сплиттера

Схемы

- 50 Пассивный тонкомпенсированный регулятор громкости с НЧ коррекцией. Часть 1
- 55 Исключение термо-ЭДС из результатов низкоомных измерений
- 58 Сборщики энергии окружающей среды обеспечивают беспатарейное питание беспроводных датчиков
- 62 Фотоэлектрический выключатель гасит неиспользуемые светодиоды
- 64 Недорогое и надежное устройство зарядки никель-кадмевых аккумуляторов
- 66 Диод компенсирует нелинейность усилительного каскада
- 68 Нейтрализация шумов для улучшения работы RFID
- 70 Один выключатель управляет двумя лампами
- 72 Объединение ШИМ с R-2R снижает уровень пульсаций

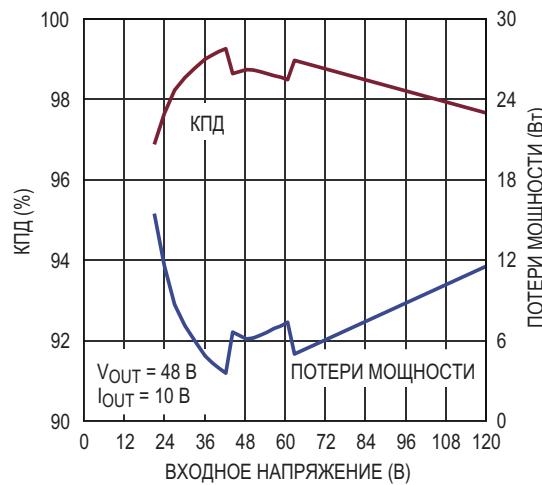
КПД 150-вольтового синхронного повышающе-понижающего преобразователя Analog Devices достигает 99%

Analog Devices, недавно завершившая сделку по приобретению компании Linear Technology, сообщает о выпуске высокоеффективного (с КПД до 99%) контроллера синхронного повышающе-понижающего DC/DC преобразователя с четырьмя ключами и одним общим дросселием, входные напряжения которого могут быть выше, равны или ниже выходного напряжения. Диапазон входных напряжений микросхемы LTC3779 от 4.5 В до 150 В рассчитан на работу с высоковольтными источниками или в условиях больших входных бросков напряжения, позволяя отказаться от внешних устройств подавления выбросов, что идеально подходит для транспортных, промышленных и военных приложений.



При выходных токах, достигающих, в зависимости от выбора внешних компонентов, десятков ампер, выходное напряжение может устанавливаться в диапазоне от 1.2 В до 150 В. Напряжение питания интегрированных в LTC3779 мощных драйверов затворов MOSFET с выходными сопротивлениями 1.3 Ом может регулироваться от 6 В до 10 В, позволяя использовать MOSFET как с логическими, так и со стандартными уровнями управления. Для снижения мощности, рассеиваемой кристаллом в приложениях с высокими входными напряжениями, в LTC3779 включен вывод NDRV, который управляет затвором внешнего n-канального MOSFET, работающего как LDO стабилизатор питания внутренних цепей микросхемы. Вывод EXTVCc позволяет снизить рассеивание мощности и повысить КПД системы, питая LTC3779 от собственного выхода или от другого доступного источника до 36 В.

С помощью одного устройства можно получить выходную мощность до 500 Вт. Еще большая выходная мощность будет достигнута при параллельном соединении нескольких контроллеров. Микросхема может получать тактовую частоту либо от внутреннего генератора, перестраиваемого в диапазоне частот от 50 кГц до 600 кГц, либо от внешнего источника, синхронизируемого в том же диапазоне. В LTC3779 реализована запатентованная архитектура с фиксированной рабочей частотой и режимом управления по среднему выходному току в понижающем и повышающем режимах работы. Для увеличения КПД при легких нагрузках пользователю предоставлена возможность выбора между принудительными режимами непрерывной или прерывистой проводимости.



Зависимость КПД и потерь мощности от входного напряжения.

В перечень остальных функций микросхемы входят ограничение среднего входного и выходного тока, монитор выходного напряжения с выходным сигналом «Питание в норме», мягкий запуск с регулируемыми параметрами, блокировка при пониженном входном напряжении и отключение нагрузки в режиме останова. LTC3779 поставляется в 38-выводном корпусе TSSOP с дополнительными межвыводными промежутками, увеличивающими напряжение изоляции. Приборы предлагаются в версиях для расширенного и промышленного диапазонов рабочих темпе-

ратур перехода от -40°C до 125°C , а также для повышенных температур от -40°C до 150°C . В партиях из 1000 штук цена одной микросхемы начинается от \$4.50.

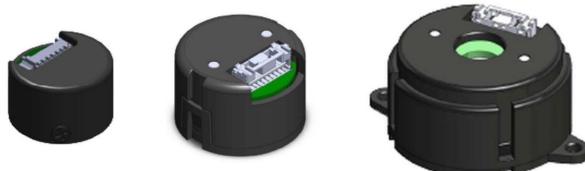
Сводка основных характеристик LTC3779

- Повышающе-понижающая архитектура с четырьмя ключами и одним дросселем;
- Работа при входных напряжениях больших, равных или меньших выходного;
- Диапазон входных напряжений от 4.5 В до 150 В;
- Диапазон выходных напряжений от 1.2 В до 150 В;
- КПД до 99%;
- Встроенный или внешний LDO регулятор для питания драйверов затворов;
- 36-вольтовый LDO регулятор внешнего напряжения питания EXTV_{CC} ;

- Ограничение среднего входного или выходного тока;
- Драйверы затворов с выходным напряжением, регулируемым от 6 В до 10 В;
- Совместимость как со стандартными п-канальными MOSFET, так и с MOSFET с логическими уровнями управления;
- Возможность получения от одного устройства максимальной мощности 500 Вт;
- Фиксированная частота переключения от 50 кГц до 600 кГц;
- Отключение выходного напряжения в режиме останова;
- Регулируемые параметры мягкого запуска;
- Точность источника опорного напряжения $\pm 1\%$ в диапазоне температур от -40°C до 150°C ;
- Корпус TSSOP-38 с дополнительными межвыводными промежутками.

Trinamic выпускает семейство оптических энкодеров, оптимизированных для шаговых двигателей

Компания Trinamic представила новое семейство оптических датчиков углового положения (инкрементальных энкодеров), оптимизированных для приводов шаговых двигателей. Общая тенденция снижения энергопотребления и стоимости приводов побуждает разработчиков к замене двигателей постоянного тока на шаговые двигатели, способные при добавлении редуктора обеспечивать достаточные врачающие моменты при низких скоростях.



TMCS-20

TMCS-28

TMCS-40

Все большую популярность приобретают сервоприводы с векторным управлением шаговыми двигателями. Этому способствуют их повышенные КПД, точность и надежность. Для качественного управления шаговыми серводвигателями требуются датчики с высоким разрешением. В идеальном случае раз-

решение энкодера кратно полному разрешению двигателя. Это позволяет избежать влияния пульсаций врачающего момента на выходные сигналы энкодера. Разрешение энкодера напрямую определяет точность позиционирования.

Конструкции датчиков рассчитаны на установку на шаговые двигатели с размерами фланца от NEMA 11 (20 мм) до NEMA 36 (86 мм). Используя отражательные кодовые диски, они позволяют создавать компактные и низкопрофильные решения.

TMCS-20, имеющий разрешение 32,768 импульса на оборот и диаметр вала 4 мм, предназначен для небольших двигателей с размерами фланца вплоть до NEMA 11. TMCS-28 предлагаются в вариантах для диа-



метров вала 5 мм и 6.35 мм, а TMCS-40 расчетан на вал 6.35 мм. Разрешение последних двух датчиков составляет 40,000 импульсов на оборот. Энкодеры всех типов поставляются с кодовыми дисками, монтажными комплектами и кабелями. Доступны для заказа наборы с любыми комбинациями этих аксессуаров.

Trinamic первой разработала шаговые двигатели с замкнутым контуром управления, основанном на специализированной микросхеме контроллера TMC4361. В настоящее время компания выпускает полную линейку аналогичных решений для двух- и трехфазных двигателей.

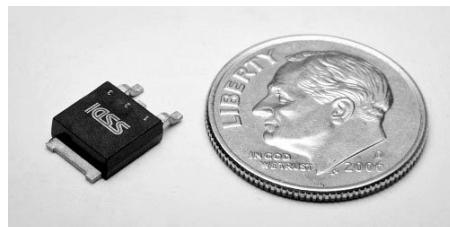
SSDI предлагает новые 1200-вольтовые высокотемпературные SiC диоды Шоттки

Компания SSDI выпустила новейший карбид-кремниевый (SiC) выпрямительный диод Шоттки SSR15C120D1. 15 амперный диод с допустимым пиковым обратным напряжением 1200 В заменяет устройства серии SSR05C100, превосходя их по величине выходного тока и обратного напряжения. SSR15C120 серийно выпускается в корпусе TO-252 для поверхностного монтажа, однако по запросу заказчики могут получить приборы в герметичных корпусах.



SSDI – одна из первых компаний, начавших продажи SiC продуктов для аэрокосмических и оборонных систем, продолжает поставку этих устройств производителям высокоэффективных приложений. Одним из важнейших преимуществ SiC диодов Шоттки являются великолепные характеристики при высоких температурах, что иллюстрируется

прибором SSR15C120D1, который при температуре 175 °C имеет низкое прямое напряжение 1.5 В и обратный ток всего 100 мА. Благодаря независимости времени восстановления и переключения от температуры, эти высокоэффективные компоненты идеальны для использования в мостовых выпрямителях, высоковольтных источниках питания, коммутаторах и регуляторах мощности.



Особенности

- 1200-вольтовый карбид-кремниевый выпрямительный диод Шоттки;
- Отсутствие задержек, обусловленных обратным и прямым восстановлением;
- Независимость времени переключения от температуры;
- Доступность версий в герметичных корпусах;
- Замена серии SSR05C100.

Holtek объявила о выпуске новых Flash-микроконтроллеров для приложений восьмииэлектродного измерения веса телесного жира

Развивая успех выпущенных ранее устройств семейства HT45F75/77, предназначенных для четырехэлектродного измерения веса телесного жира, Holtek объявляет о выпуске новых Flash-микроконтроллеров

BH66F2650/60 для восьмииэлектродных измерений на переменном токе. Восьмииэлектродные измерения используются для определения толщин жирового слоя, включая ноги, руки и торс, в совокупности характеризующих



состояние тела. Эти устройства поддерживают измерения на переменном токе как толщины жира, так и веса, что является намного более точным способом измерения по сравнению с традиционными измерителями жира, работающими на постоянном токе. Что касается отображения данных измерений, информация о жире и весе тела может передаваться на мобильный телефон с помощью последовательных интерфейсов SPI/I²C/UART и внешнего модуля Bluetooth. Кроме того, с использованием внутреннего драйвера светодиодов информация может быть отображена на светодиодной панели.

Устройства содержат схему измерения телесного жира, а также драйвер светодиодов, LDO стабилизатор напряжения, программируемый усилитель и 24-битный сиг-

нальный АЦП. Благодаря высокому уровню функциональной интеграции, намного сокращено количество необходимых внешних компонентов, что ведет к снижению производственных издержек и росту производительности. Микроконтроллеры, выпускаемые в вариантах с 8К/16К слов флеш-памяти программ, 256/1024 байт памяти данных и 64/256 байт EEPROM, имеют средства поддержки самопрограммирования в приложении, блок аппаратного умножения/деления и набор таймеров. Устройства поставляются в 48-выводных корпусах LQFP.

Вместе с этими новыми устройствами Holtek подготовила полный набор отличных аппаратных и программных инструментов разработки, включая пакет инструментальных средств HT-IDE3000 и внутрисхемный эмулятор, поддерживающий прерывания по точкам останова, а также множество других полезных функций. Кроме того, для быстрого обновления программ в процессе разработки Holtek предлагает внутрисхемный программатор e-WriterPro, позволяющий в кратчайшие сроки создавать готовые продукты и запускать их в серийное производство.

Bourns анонсирует новые высокоэффективные мостовые диодные выпрямители для приложений с импульсным преобразованием энергии

Компания Bourns выпустила новую серию мостовых диодных выпрямителей, предназначенных для преобразования переменного тока в постоянный ток в силовых приложениях. Новая серия приборов для поверхностного монтажа, получившая обозначение CDTO269-BR1xL, отличается малыми потерями мощности, низким прямым напряжением, большой перегрузочной способностью и высоким пробивным напряжением. Повышенная эффективность, ставшая основным

требованием во многих конструкциях последних поколений, делает новые мостовые диодные выпрямители Bourns идеально подходящими для устройств преобразования энергии в различных импульсных источниках питания, мостовых двухполупериодных выпрямителях, электронных балластах осветительных приборов и зарядных устройствах.

Мостовые диодные выпрямители приобрели популярность благодаря высокой надежности, небольшим размерам и низкой цене, обеспечивающим множество преимуществ. По сравнению со стандартными выпрямительными диодами, выпускаемыми Bourns, новые устройства повышают эффективность выпрямления и коэффициент использования трансформатора, позволяя использовать более простые фильтры и силовые трансформаторы меньших размеров.



Электрические характеристики

- Максимальное повторяющееся пиковое обратное напряжение: 190 В и 380 В;
- Максимальный выходной выпрямленный ток: 1 А;
- Максимальное мгновенное прямое напряжение при прямом токе 1 А: 0.95 В;
- Пиковый прямой импульсный ток: 50 А;

- Диапазон рабочих температур: от -50°C до $+150^{\circ}\text{C}$;
- Корпус: TO-269AA ($4.7 \times 3.9 \times 1.6$ мм).

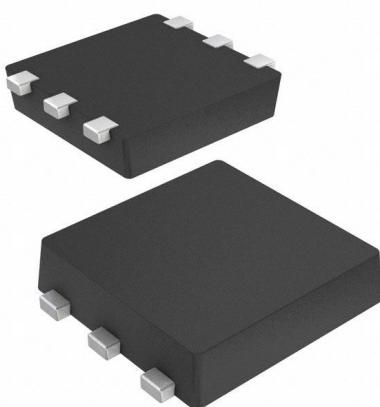
Цена и доступность

Отвечающие требованиям директивы RoHS приборы CDTO269-BR1xL выпускаются серийно. В партиях из 10,000 штук один выпрямитель стоит \$0.175.

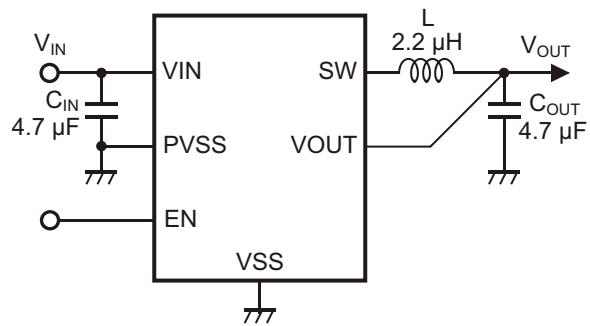
SII Semiconductor начала выпуск экономичных понижающих преобразователей для носимых и мобильных устройств

Собственный ток потребления синхронных понижающих импульсных стабилизаторов серии S-85S0A с выходным током до 50 мА не превышает 260 нА

Компания SII Semiconductor представила серию микросхем понижающих преобразователей S-85S0A, малый собственный ток потребления которых (260 нА) и быстрый отклик на переходные процессы обеспечиваются оригинальной технологией регулирования COT (Constant On-Time), основанной на управлении частотой следования рабочих импульсов фиксированной длительности. Микросхемы серии S-85S0A, имеющие высокий КПД в широком диапазоне токов нагрузки, обеспечивают надежную поддержку длительной эксплуатации мобильных и носимых устройств, оснащенных компактными батареями.



Для создания понижающего преобразователя на основе микросхемы серии S-85S0A достаточно всего трех внешних компонентов: дросселя и двух конденсаторов на входе и выходе. При использовании компонентов, рекомендуемых в техническом описании площадь, занимаемую преобразователем, можно

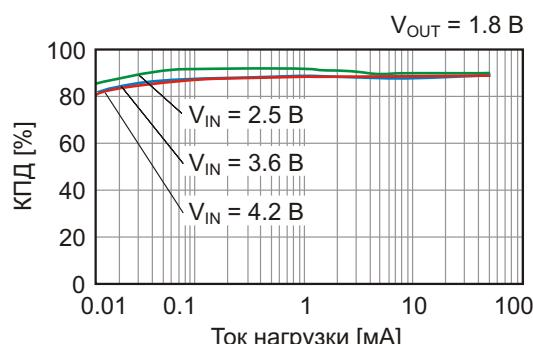


Типовая схема включения S-85S0A.

уменьшить до 6.9 mm^2 ($1.6 \text{ mm} \times 4.3 \text{ mm}$), что способствует миниатюризации электронного оборудования.

Особенности микросхем серии S-85S0A

- Ультранизкий собственный ток потребления: 260 нА;
- КПД (при токе нагрузки менее 100 мкА): 90.5%;
- Быстрый отклик на переходные процессы, обеспечиваемый технологией COT;



Зависимость КПД от тока нагрузки.

- Входное напряжение: от 2.2 В до 5.5 В;
- Шкала доступных выходных напряжений:
 - 0.7 В … 2.5 В с шагом 0.05 В,
 - 2.6 В … 3.9 В с шагом 0.1 В;
- Точность выходного напряжения:
 - $\pm 1.5\%$ (при выходном напряжении от 1.0 В до 3.9 В),
 - $\pm 15 \text{ мВ}$ (при выходном напряжении от 0.7 В до 1.0 В);
- Сопротивления каналов MOSFET
 - верхнего плеча: 420 мОм,
 - нижнего плеча: 320 мОм;
- Функция мягкого запуска: типовое время 1 мс;
- Блокировка при пониженном напряжении: 1.8 В (тип.);
- Блокировка при перегреве: типовое значение 135 °C (встроенный датчик);
- Ограничение тока: 300 мА (при индуктивности дросселя 2.2 мкГн);
- Автоматическое восстановление в «икающемся» режиме при срабатывании защиты от короткого замыкания;
- Возможность использования керамических конденсаторов на входе и выходе;
- Диапазон рабочих температур от -40°C до $+85^\circ\text{C}$;
- Не содержат галогенов и свинца (покрытие 100% оловом).

Области применения

- Носимые устройства;
- Устройства Bluetooth;
- Беспроводные сетевые датчики;
- Медицинское оборудование;
- Интеллектуальные счетчики;
- Портативные игровые устройства.

Vishay Intertechnology начала производство первых в отрасли высокочастотных силовых дросселей серии IHLP

Характеристики устройств IHLP-1616BZ-0H нормируются для частот до 10 МГц, а потери имеют наименьшие значения среди всех дросселей составной конструкции, предназначенных для частот 1 МГц и выше

Vishay Intertechnology представила первые низкопрофильные сильноточные дроссели для расширенного диапазона частот. Устройства серии IHLP-1616BZ-0H, характеристики которых нормируются для частот до 10 МГц, имеют наименьшие потери среди всех приборов с рабочими частотами от 1 МГц, предлагаемых на современном рынке. Используя IHLP-1616BZ-0H, разработчики могут повысить КПД и потенциально уменьшить размеры схем DC/DC преобразователей.

Типичными областями применения новых дросселей могут быть портативные и

настольные компьютеры, датчики, камеры, локализованные к нагрузке преобразователи и различные устройства с батарейным питанием, требующие одного или нескольких стабилизованных напряжений. При совместном использовании с микросхемами высокочастотных контроллеров IHLP-1616BZ-0H позволяют выбирать дроссели меньших размеров, чтобы снизить как потери на сопротивлении обмотки, так и высокочастотные потери в сердечнике. Таким образом можно уменьшить физические размеры используемых дросселей и одновременно увеличить КПД преобразования энергии.

Сопротивления постоянному току имеют типовые значения от 5.5 мОм до 26.6 мОм, в зависимости от номинальных индуктивностей, лежащих в диапазоне от 0.10 мкГн до 1.0 мкГн. IHLP-1616BZ-0H без насыщения сердечника выдерживают сильные броски тока до 45 А.

Дроссели выпускаются в не содержащих свинца экранированных корпусах, составная конструкция которых снижает слышимое жуж-



жение до ультранизких значений. Приборы отличаются высокой устойчивостью к тепловым перегрузкам, влажности и механическим ударам. Дроссели IHLP-1616BZ-0H не содержат галогенов и соответствуют требованиям директивы RoHS и экологической инициативы Vishay Green.

Технические характеристики

- Типоразмер: 1616;
- Высота: 2.0 мм;
- Диапазон индуктивностей: от 0.10 мГн до 1.0 мГн;
- Сопротивление постоянному току (типовое значение): от 5.5 мОм до 26.6 мОм;

- Сопротивление постоянному току (максимальное значение): от 5.9 мОм до 28.5 мОм;
- Допустимый постоянный ток (перегрев 40 °C): от 6.1 А до 14.0 А;
- Ток насыщения: от 13.0 А до 45 А;
- Частота собственного резонанса (типовое значение): от 91 МГц до 485 МГц;

В настоящее время доступны как единичные образцы, так и промышленные партии новых приборов. Срок выполнения заказов большого объема составляет от 10 до 12 недель.

Allegro MicroSystems анонсирует безындуктивный повышающе-понижающий стабилизатор с широким диапазоном входных напряжений

Выходное напряжение 5 В и ток нагрузки до 50 мА при входном напряжении от 3.5 В с защитой от замыкания кабельного жгута

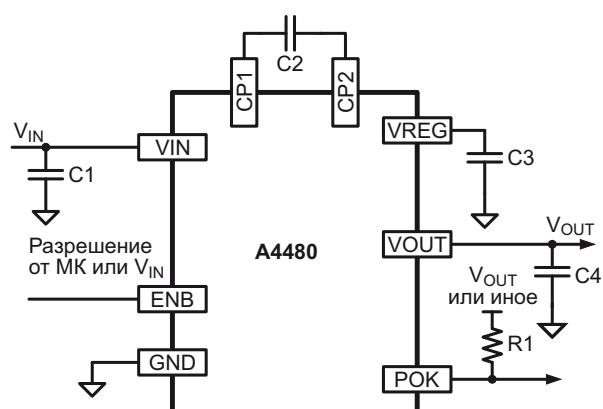
Allegro MicroSystems объявила о выпуске нового 5-вольтового стабилизатора с широким диапазоном входных напряжений, предназначенного для питания автомобильных датчиков и малопотребляющих микроконтроллеров. Помимо автомобильной электроники устройство может использоваться во множестве приложений, где входное напряжение может быть как выше, так и ниже 5 В.



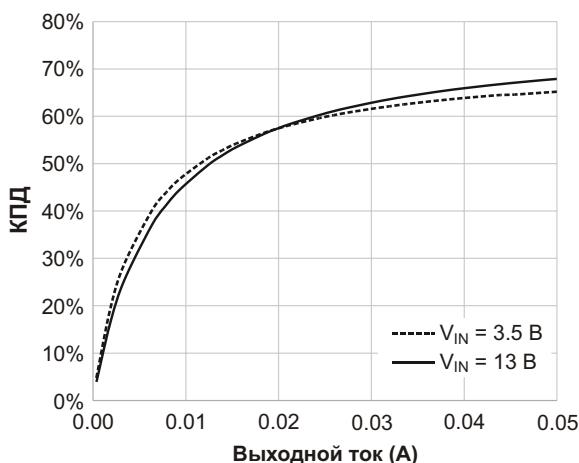
Микросхема A4480 содержит уникальный многорежимный предварительный регулятор на основе зарядового насоса с последующим 5-вольтовым LDO стабилизатором. Это позволяет поддерживать стабильное выходное напряжение 5 В в широком диапазоне входных напряжений от 3.5 В до 28 В с порогом защиты 40 В. По сравнению с обычными

LDO стабилизаторами, A4480 имеет более высокий КПД в диапазоне входных напряжений, а также способен работать при входных напряжениях меньших выходного. Кроме того, в отличие от традиционных импульсных стабилизаторов, этому простому, оптимизированному по минимуму компонентов решению не требуются ни внешний дроссель, ни диод, ни переключающий элемент.

Вывод разрешения (ENB) выдерживает напряжение до 40 В, что позволяет напрямую подключать его к входу стабилизатора V_{IN}, например, к автомобильной батарее. Микросхема имеет выход «Питание в норме» с



Типовая схема включения.



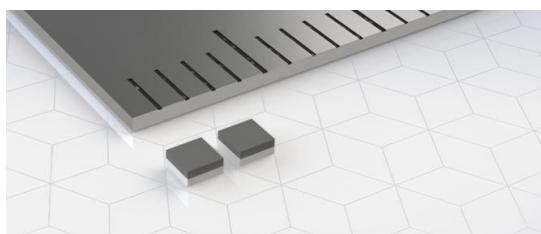
Типовая зависимость КПД от тока нагрузки.

открытым стоком, а в перечень функций безопасности входят блокировка при пониженном напряжении, прогрессирующее ограничение тока, защита от пониженного и повышенного выходного напряжения, а также отключение при перегреве. Кроме того, выход защищен от замыкания на аккумуляторную батарею, что крайне важно при подключении нагрузок жгутами проводов.

Микросхема A4480KLJTR-T доступна в 8-выводном корпусе eSOIC с теплоотводящим основанием, вскрытым для снижения теплового сопротивления. Микросхема не содержит свинца и имеет выводную рамку со стопроцентным покрытием матовым оловом.

Murata анонсирует выпуск сверхминиатюрной RAIN RFID метки для носимых и медицинских приложений

Компания Murata Manufacturing анонсирует выпуск новейшей RAIN RFID метки LXMSJZNCMF-198, предназначенный для встраиваемых приложений. Новый продукт производится серийно с августа 2017 года.



Осознание компаниями удобства отслеживания ресурсов и контроля продвижения товаров с помощью RAIN RFID увеличило скорость внедрения этой технологии, однако оставалась проблема идентификации малогабаритных потребительских товаров, обусловленная ограниченным местом для размещения меток. Murata, признанный лидер в области изготовления многослойных керамических подложек, интегрировав в один корпус крис-

талл RAIN RFID и антенну, создала законченную RFID метку, идеально подходящую для использования на небольших предметах. Квадратный корпус с размером стороны 1.25 мм и высотой всего 0.55 мм может прекрасно использоваться в очках, часах и других носимых аксессуарах, а также в медицинских приложениях, например, для идентификации пробирок с образцами.

Особенности

- Сверхмалые размеры: 1.25 мм × 1.25 мм × 0.55 мм;
- Антenna, интегрированная в многослойную керамическую подложку;
- Содержит кристалл микросхемы Monza R6 фирмы Impinj;
- Соответствует стандартам для RFID УВЧ диапазона ISO18000-63 и EPCGlobal Gen2v2;
- Поддерживает общемировые УВЧ диапазоны 865 МГц и 928 МГц.

STMicroelectronics представляет новый универсальный 8-битный микроконтроллер в дешевом и компактном корпусе

Расширяя свободу выбора для разработчиков, STMicroelectronics (ST) представила свой новый 8-битный бюджетный микроконтроллер STM8S001 в экономичном корпусе SO-8.

В отличие от большинства конкурирующих продуктов, STM8S001 имеет интерфейсы I²C, UART и SPI, предоставляя необычайно широкие возможности подключения. Благо-

STM8S general-purpose MCU Now available in 8-pin package



даря большой Flash-памяти 8 Кбайт, 1 Кбайт ОЗУ, 128 байт EEPROM и 3-канальному 10-битному АЦП, устройство в компактном корпусе с небольшим числом выводов обеспечивает все важнейшие функции микроконтроллера STM8S003 – самого популярного в линейке ST.

Дополнительно микроконтроллер имеет пять входов/выходов общего назначения, один 8-битный и два 16-битных таймера и внутренний RC-генератор, поддерживающий

тактовые частоты от 128 кГц до 16 МГц. Кроме того, для программирования и отладки в прибор встроен модуль однопроводного интерфейса SWIM (Single-Wire Interface Module).

Новый микроконтроллер с современным и эффективным ядром STM8, работающим на частоте 16 МГц, все параметры которого гарантируются в диапазоне температур от -40°C до 125°C , идеально подходит для промышленных устройств, таких как интеллектуальные датчики и системы управления освещением, а также для таких потребительских товаров, как игрушки, малая бытовая техника, персональная электроника, периферийные устройства ПК, зарядные устройства для аккумуляторов и многое другое.

STM8S001 выпускается серийно в 8-выводном корпусе SOIC. В партиях из 1000 приборов цена одного микроконтроллера начинается от \$0.20. В ближайшее время должен также появиться оценочный набор Discovery.

ISSI расширяет линейку FxLED программируемым драйвером RGB светодиодов для приложений Интернета вещей

Автономная работа с шаблонами RGB без обмена с процессором снижает потребление мощности

Компания Integrated Silicon Solution (ISSI) сообщила о пополнении инновационной линейки FxLED драйверов RGB светодиодов микросхемой IS31FL3194. Полностью про-

грамммируемый 3-канальный светодиодный драйвер IS31FL3194 поддерживает широкий спектр возможностей цветной визуализации для потребительских и промышленных приложений Интернета вещей.

Временные последовательности включения светодиодов и цветовая модель с гамма-коррекцией программируются по шине I²C, работающей на частоте 400 кГц. В каждом из трех светодиодных каналов независимо с 8-битной точностью устанавливаются уровни токов (максимальное значение 40 мА), смешение цветов, гамма-коррекция и временные последовательности. Этот большой набор программируемых параметров будет определять работу драйвера даже тогда, когда системный процессор находится в режиме ожидания, сокращая, тем самым, мощность, потребляемую системой.

IS31FL3194 поставляется в крошечном корпусе WCSP-8 с размерами 1.0 мм × 1.6 мм × 0.4 мм, являясь на современном рынке одним из самых миниатюрных



полностью программируемых решений для управления светодиодами. Гибкость программирования позволяет использовать RGB светодиоды в конфигурации одной группы RGB, одной группы RG+W или трех одиночных светодиодов в заранее установленном шаблоне. Низкое падение напряжения с типовым значением 150 мВ при токе 20 мА, собственный ток потребления 0.8 мА и ток покоя 1 мкА делают это прибор идеальным решением для маломощных приложений с батарейным питанием.

Драйвер светодиодов IS31FL3194 позволяет с помощью шаблонов формировать предварительно запрограммированные цве-

та, которые могут использоваться в качестве сигналов привлечения внимания или информировать о статусе носимых устройств, портативных медицинских приборов, оборудования умного дома и других новых приложений Интернета вещей.

Корпус и цена

IS31FL3194 рассчитана на работу в диапазоне температур от -40 °C до +85 °C. В партиях из 10,000 штук цена одной микросхемы начинается от \$0.33. Единичные образцы и промышленные партии уже можно заказать через глобальную сеть офисов продаж и дистрибуторских партнеров ISSI.

Nuvoton анонсирует новую серию микроконтроллеров M0564 с ядром ARM Cortex-M0

Тайваньская компания Nuvoton под брендом NuMicro анонсировала новую серию микроконтроллеров M0564 с ядром ARM Cortex-M0, тактовой частотой 72 МГц, Flash-памятью объемом 256 Кбайт и 20 Кбайт ОЗУ. Приборы серии M0564, совместимые по выводам с семейством M051, дают потребителям множество конкурентных преимуществ, таких как возможность подключения конфигурируемого последовательного интерфейса, точное управление с помощью ШИМ, работающего на частоте до 144 МГц, 20-канальный 12-битный АЦП и до трех наборов универсальных последовательных интерфейсов. Микроконтроллеры ориентированы на использование в системах промышленной автоматизации, интеллектуальных приборах учета и приводах двигателей.



Отладочная плата NT-M0564V.

Приборы серии NuMicro M0564 имеют уникальный по быстродействию модуль ШИМ, работающий на частотах до 144 МГц и предназначенный для особо точного управления, а также интегрированный аппаратный делитель, ускоряющий выполнение вычис-

лительных алгоритмов. Объем Flash-памяти до 256 Кбайт, три набора универсальных последовательных интерфейсов, а также устойчивость к электростатическим разрядам до 8 кВ и кратковременным броскам напряжения до 4 кВ идеально подходят для использования в интеллектуальных приборах учета. 12-разрядный ЦАП может иметь до 20 входных каналов и поддерживает скорости до 800 квыб/с. Возможность конфигурирования напряжений входов/выходов интерфейсных портов от 1.8 В до 5.5 В позволяет подключать M0564 к внешним компонентам с различными напряжениями питания без использования дополнительных схем сдвига уровня.

Кроме того, в приборы интегрируется ПЗУ системы безопасности, предоставляющее область безопасного выполнения программного кода для защиты интеллектуальной собственности разработчиков.

Приборы NuMicro серии M0564 поддерживают широкие диапазоны питающих напряжений (2.5 В ... 5.5 В) и рабочих температур (-40 °C ... 105 °C), содержат до 256 Кбайт Flash, до 20 Кбайт ОЗУ, а также 4 Кбайт ПЗУ с внутрисхемным программированием. Они также оснащены множеством периферийных устройств, таких как таймеры, сторожевые таймеры, часы реального времени, интерфейс смарт-карт, I²S, два набора SPI, два набора I²C, пять каналов PDMA, три набора USCI, три набора UART, аналоговый компа-

ратор, датчик температуры, низковольтная схема сброса, детектор провалов напряжения, уникальный 96-битный идентификатор устройства и уникальный 128-битный идентификатор пользователя. Микроконтроллеры M0564 выпускаются в корпусах LQFP48, LQFP64 и LQFP100.

Средства поддержки разработки

Для облегчения разработки Nuvoton предлагает разнообразные инструменты поддержки. Крошечные платы NT-M0564V для микроконтроллеров M0564 содержат встроенные отладчики реального времени. Кроме того, Nuvoton предоставляет такой инструментарий, как Nu-Link/Nu-Link-Pro с расши-

ренными функциями отладки, PinConfig для многофункционального конфигурирования входов/выходов общего назначения, PinView для отображения статуса входов/выходов в реальном времени, а также драйверы устройств и примеры программ. Отладка, трассировка и анализ программ, выполняемых на целевых платах, поддерживаются интегрированными средами разработки Keil MDK и IAR EWARM.

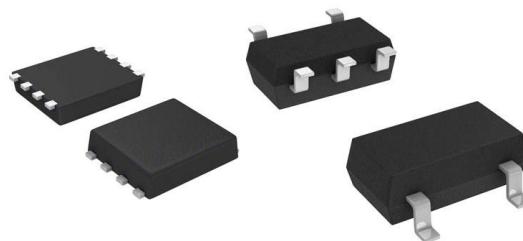
Доступность

В настоящее время уже доступны для приобретения как сами микросхемы M0564 в корпусах LQFP48, LQFP64 и LQFP100, так и все средства поддержки разработки.

Зарядовый насос SII Semiconductor запускает DC/DC преобразователь при ультразависком входном напряжении

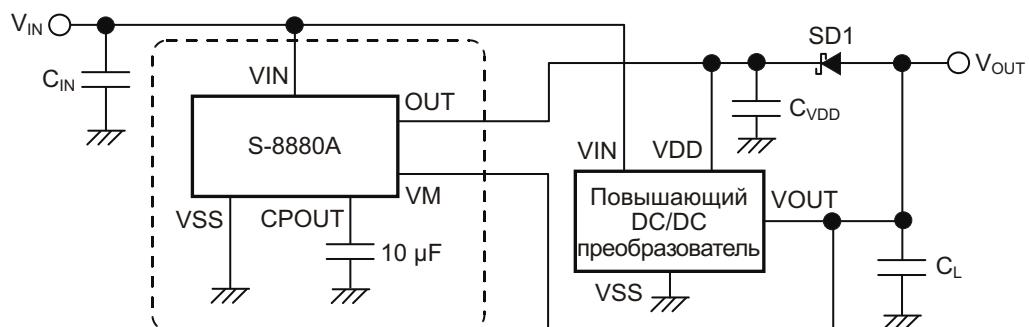
Выпущеная SII Semiconductor серия зарядовых насосов S-8880A предназначена для запуска повышающих DC/DC преобразователей и позволяет приложениям работать при сверхнизкой мощности и сверхнизком входном напряжении. Использование оригинальной схемотехники и технологии кремний-на-изоляторе позволили создать повышающий зарядовый насос с наименьшим в отрасли минимальным входным напряжением 0.35 В, добившись способности работать при ничтожной мощности 26 мкВт.

Энергия для запуска накапливается во внешнем конденсаторе, который начинает разряжаться, как только напряжение на его обкладках достигнет уровня начала разряда V_{CPOUT1} , отдавая при этом заряд повышающему DC/DC преобразователю. Благодаря



встроенной функции отключения, работа зарядового насоса прекращается, как только выходное напряжение повышающего DC/DC преобразователя превысит заданный порог, тем самым, обеспечивая значительную экономию энергии и снижение энергопотребления устройств.

Микросхема содержит встроенные переключаемые конденсаторы, что позволяет формировать цепи запуска повышающего



Типовая схема включения.

DC/DC преобразователя добавлением лишь одного внешнего конденсатора и способствует миниатюризации устройств.

Особенности серии S-8880A

- Ультранизкие рабочие напряжение и мощность: типовое значение входной мощности для запуска составляет 26 мкВт при входном напряжении 0.35 В, $V_{CROUT1} = 1.8$ В и температуре окружающей среды $T_a = +25$ °C;
- Минимальное рабочее входное напряжение:
 - 0.35 В ($V_{CROUT1} = 1.8$ В, $T_a = +25$ °C),
 - 0.39 В ($V_{CROUT1} = 1.8$ В ... 2.4 В, $T_a = -40$ °C ... +85 °C);
- Потребление тока во время работы: 75 мкА (тип.) при входном напряжении 0.35 В;

- Начальное напряжение разряда: $V_{CROUT1} = 1.8$ В ... 2.4 В (выбирается с шагом 0.2 В);
- Напряжение выключения: $V_{CROUT1} + 0.1$ В (внутренняя установка);
- Внешние компоненты: один запускающий конденсатор;
- Диапазон рабочих температур окружающей среды: от -40 °C до +85 °C;
- Не содержат галогенов и свинца.

Области применения

- Повышение напряжения низковольтных источников питания;
- Повышение напряжения внутреннего источника питания радиочастотных меток;
- Питание систем с прерывистым режимом работы;
- Сбор энергии.

Vishay Intertechnology расширила ассортимент ионисторов серии 220 EDLC ENYCAP

Конденсаторы, выпускаемые в силовой и накопительной версиях, имеют плотность энергии до 4.1 Вт ч/кг и емкость от 15 Ф до 60 Ф

Vishay Intertechnology сообщила о расширении серии 220 EDLC ENYCAP двухслойных электрохимических накопительных конденсаторов (ионисторов) для систем сбора энергии, устройств резервного энергоснабжения и источников бесперебойного питания. Устройства, предлагаемые Vishay BCcomponents в силовой и накопительной версиях, представлены широким диапазоном значений емкостей и выпускаются в миниатюрных корпусах восьми типов с размерами от 16 мм × 20 мм до 18 мм × 40 мм.

Полярные накопительные конденсаторы, предназначенные для рынков промышленного, телекоммуникационного и компьютерного оборудования, имеют плотность мощности, достигающую 4.1 Вт ч/кг, емкость от 15 Ф до 60 Ф и номинальное напряжение



2.7 В при температуре +65 °C. Устройства серии 220 EDLC ENYCAP отличаются очень низким внутренним сопротивлением и высокой скоростью заряда/разряда. Конденсаторы выпускаются в корпусах с длинными выводами для монтажа в отверстия и отвечают предписаниям директивы RoHS.

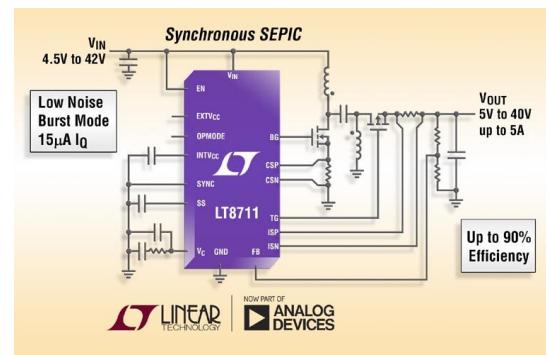
Характеристики ионисторов

Версия	Накопительные	Силовые
Емкость (Ф)	15...55	20...60
Максимальный пиковый ток при +65 °C (А)	25	25...35
Ток утечки через 0.5 ч (mA)	6...25	8...30
Запасенная энергия при +65 °C (Вт ч)	0.015...0.056	0.020...0.061
Удельная энергия при +65 °C (Вт ч/кг)	2.5...3.5	3.4...4.1

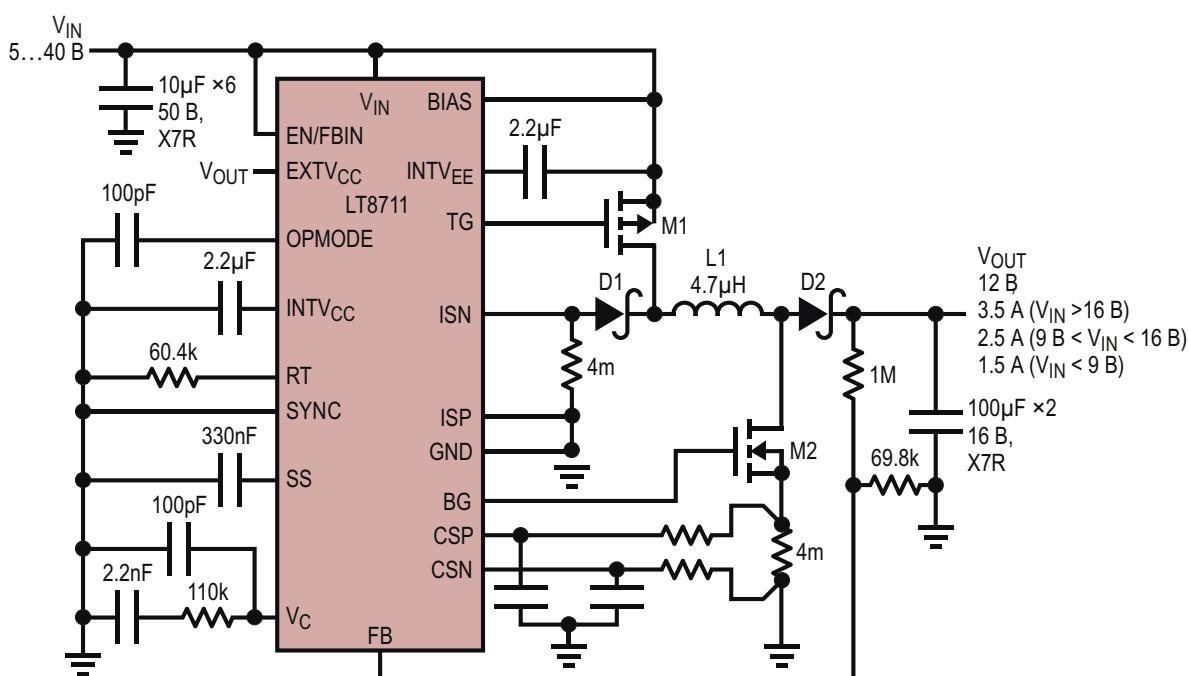
Analog Devices анонсировала универсальный 42-вольтовый контроллер, поддерживающий пять топологий DC/DC преобразователей

Analog Devices, недавно завершившая сделку по приобретению компании Linear Technology, анонсировала универсальный ШИМ контроллер LT8711 с управлением по току дросселя, который может быть легко сконфигурирован как синхронный понижающий, повышающий, SEPIC и ZETA DC/DC преобразователь, или как асинхронный повышающе-понижающий преобразователь. Это устройство заменяет выходной диод высокоэффективным р-канальным MOSFET, позволяя увеличить КПД и повысить максимальный выходной ток до 10 А, что делает контроллер LT8711 исключительно универсальным компонентом для широкого диапазона автомобильных, промышленных, солнечных и иных приложений.

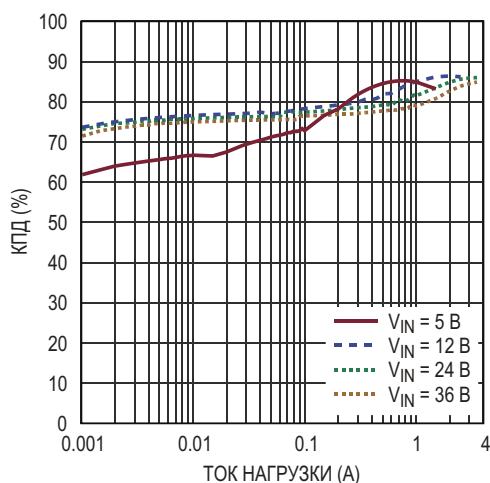
LT8711 работает в диапазоне входных напряжений от 4.5 В до 42 В, стабилизируя выходное напряжение, зависящее от выбора номиналов внешних компонентов. В отсутствие нагрузки микросхема продолжает регулировать выходное напряжение, потребляя при этом всего 15 мкА и увеличивая время работы устройств с батарейным питанием. Режим генерации пачек Burst Mode обеспечи-



вает высокий КПД при очень легких нагрузках, поддерживая низкий уровень пульсаций выходного напряжения. В конфигурации синхронного понижающего преобразователя LT8711 может работать с коэффициентом заполнения 100%, что является очень полезной возможностью в случаях, когда устройство должно питаться от разраженной батареи. В LT8711 появился инновационный вывод EN/FBIN схемы стабилизации входного напряжения, позволяющий избежать проседания таких высокоимпедансных входных источников, как, например, солнечные батареи. Этот вход используется также для установки порога блокировки при пониженном



Асинхронный повышающе-понижающий преобразователь с входным напряжением 5...40 В, выходным напряжением 12 В и рабочей частотой 400 кГц.



Зависимость КПД от тока нагрузки.

напряжении. Контроллер работает на фиксированной частоте от 100 кГц до 750 кГц, источником которой может быть как внутренний, так и внешний генератор. К дополнительным особенностям прибора относятся два входа питания драйверов затворов, вывод выбора топологии и регулируемые параметры мягкого запуска.

LT8711 выпускается в 20 выводном корпусе TSSOP и в 20 выводном корпусе QFN размером 3 мм × 4 мм. Микросхема предлагается в версиях для расширенного и промышленного диапазонов рабочих температур

перехода от -40°C до 125°C . В партиях из 1000 штук цена одной микросхемы начинается от \$2.30.

Сводка основных характеристик LT8711

- Поддерживаемые синхронные топологии преобразователя: понижающий, повышающий, SEPIC и ZETA;
- Асинхронная понижающе-повышающая топология;
- Широкий диапазон входных напряжений от 4.5 В до 42 В;
- Малошумящий режим генерации пачек;
- Низкий ток потребления (15 мкА) в режиме генерации пачек;
- Коэффициент заполнения до 100% в конфигурации понижающего преобразователя;
- Функция стабилизации входного напряжения для высокоимпедансных источников;
- 2-амперные драйверы затворов;
- Регулируемые параметры мягкого запуска;
- Рабочая частота, программируемая от 100 кГц до 750 кГц;
- Возможность синхронизации от внешнего генератора;
- 20-выводные корпуса TSSOP и QFN размером 3 мм × 4 мм.

Holtek начинает производство новых суперрегенеративных приемников амплитудно-манипулированных сигналов BC66F2430

Holtek приступила к производству новых систем на кристалле (СнК) BC66F2430, объединяющих малопотребляющий радиочастотный приемник, Flash-микроконтроллер и АЦП. СнК BC66F2430 предназначена для приема амплитудно-манипулированных сигналов в ISM диапазонах частот 315 МГц и



433 МГц, используемых в таких приложениях, как потолочные вентиляторы, беспроводные дверные звонки и элементы беспроводного управления Умного дома.

В СнК имеется Flash-память программ объемом 2K×16 бит и 128 бит памяти данных. EEPROM емкостью 64 байта может использоваться для неразрушающего хранения установочных параметров приложения. Микросхема содержит 10- и 16-разрядные модули таймеров, два источника системного времени, высокоточный полностью внутренний RC-генератор 16 МГц и 4-канальный АЦП с разрешением 12 бит. Устройство имеет также четыре выхода, предназначенных для управления ЖК-дисплеем, и детектор пониженного напря-

жения с функцией сброса процессора. Кроме того, имеется 17 входов/выходов общего назначения с функцией управления скоростью нарастания.

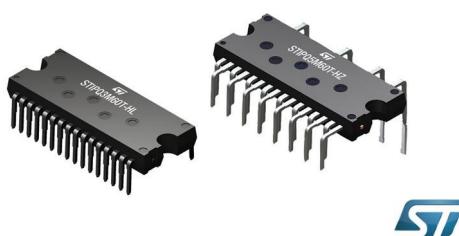
Интегрированные в микросхему малошумящий усилитель, генератор, управляемый напряжением и цифровой демодулятор упрощают конструкцию беспроводного приемника. Малопотребляющее устройство рассчи-

тано на работу при напряжении питания от 4.5 В до 5.5 В в промышленном диапазоне температур $-40^{\circ}\text{C} \dots 85^{\circ}\text{C}$. Чувствительность приемника достигает -97 дБм. СНК поставляется в 16-выводном корпусе NSOP-EP и 24-выводном корпусе SSOP-EP, высота которых отвечает требованиям, предъявляемым к толщине современных беспроводных продуктов и модулей.

600-вольтовые силовые модули STMicroelectronics упростят конструирование драйверов двигателей

Новая серия интеллектуальных силовых модулей SLLIMM-nano, выпущенная компанией STMicroelectronics (ST), расширяет список вариантов доступных корпусов и содержит дополнительные компоненты, ускоряющие разработку и упрощающие сборку драйверов двигателей в диапазоне от очень низких мощностей до 300 Вт.

Super-Junction MOSFET-based
600V intelligent power modules



В модули с выходными токами 3 А и 5 А интегрированы самые современные MOSFET с супер-переходом, увеличивающие КПД мощности в компрессорах, вентиляторах, насосах и другом оборудовании. Выбор между корпусами с линейным или зигзагообразным расположением выводов помогает оптимизировать использование пространства платы и обеспечить требуемое расстояние между выводами. Полукруглые выборки на торцах корпусов позволяют легко устанавливать дешевые теплоотводы. Кроме того, отдельные выходы открытых эмиттеров упрощают разводку печатной платы для вариантов с одним или тремя токоизмерительными резисторами.

Каждый модуль содержит трехфазный полумост, состоящий из шести MOSFET с драйверами затворов, реализованными на основе высоковольтных микросхем. Допол-

нительные встроенные функции, упрощающие защиту и предотвращение неисправностей, включают операционный усилитель для измерения токов, компаратор для быстродействующей защиты от повреждений и вход внешнего NTC термистора для контроля температуры. Для сокращения перечня внешних компонентов и упрощения разводки платы в модули также интегрирован бутстрепный диод. Интеллектуальная схема выключения защищает силовые ключи, а цепь блокировки при пониженном напряжении предотвращает сбои при низких уровнях V_{CC} или V_{BOOT} .

MOSFET с супер-переходом имеют низкие сопротивления каналов, не превышающие 1.0 Ом или 1.6 Ом при 25°C , а также низкие емкости и заряды затворов, минимизирующие потери проводимости и переключения. Это повышает КПД в режимах жесткого переключения схем, работающих на частотах до 20 кГц в различных промышленных драйверах, и позволяет исключить теплоотводы из конструкций маломощных приложений. Кроме того, оптимизированные скорости переключения токов и напряжений обеспечивают низкий уровень электромагнитных излучений и дополнительно упрощают схему и разводку печатной платы.

Новые модули рассчитаны на работу при температуре перехода до 150°C и отвечают требованиям стандарта UL 1557, обеспечивая минимальное напряжение изоляции 1500 В с.к.з.

Новые модули ST семейства SLLIMM-nano выпускаются серийно и продаются по ценам, начинающимся от \$6.40 за один 3-амперный прибор STIPQ3M60T-HL в корпусе с двухрядными выводами или STIPQ3M60T-HZ с зигзагообразным расположением выводов.

Texas Instruments представляет повышающе-понижающие контроллеры заряда аккумуляторов с поддержкой USB Type-C и USB PD

Новый алгоритм зарядки обеспечивает максимальной входной мощностью батареи с количеством элементов от 1 до 4

Texas Instruments (TI) представила пару гибких и универсальных однокристальных повышающе-понижающих контроллеров для зарядки аккумуляторных батарей с количеством элементов от одного до четырех. Синхронные контроллеры bq25703A и bq25700A поддерживают эффективную зарядку от USB Type-C и других портов USB в конечном оборудовании от ноутбуков и планшетов до внешних аккумуляторов, дронов и приложений Умного дома.

В микросхемах bq25703A и bq25700A, поддерживающих интерфейсы I²C и SMBus, реализован усовершенствованный алгоритм контроля батарей, обеспечивающий оценку емкости и полного заряда аккумулятора с помощью технологии слежения за точкой максимальной мощности. Уникальный алгоритм, основанный на оптимизации входного тока, автоматически определяет степень использования входной мощности и постоянно согласовывает ток, потребляемый системой, с током зарядки батареи для полного использования входной мощности.

Ключевые особенности и преимущества

• Гибкость выбора входных источников:

Совместимость устройств с USB Power Delivery обеспечивает поддержку входных напряжений от 3,5 В до 24 В, позволяя разработчикам использовать микросхемы в различных портах, включая USB 2,0, USB 3,0 и новейший стандарт USB Type-C.

• Широкая совместимость по выходу с USB OTG:

Новые контроллеры заряда поддерживают устройства с входными напряжениями от 5 В до 20 В и стабилизированный выход для USB OTG с программируемым регулированием тока.

• Компактное решение:

Новый алгоритм зарядки батарей и функции интеллектуального определения позволяют контроллерам заряда поддерживать широкие диапазоны входных и выходных напряжений, а разработчикам уменьшить размеры адаптеров.



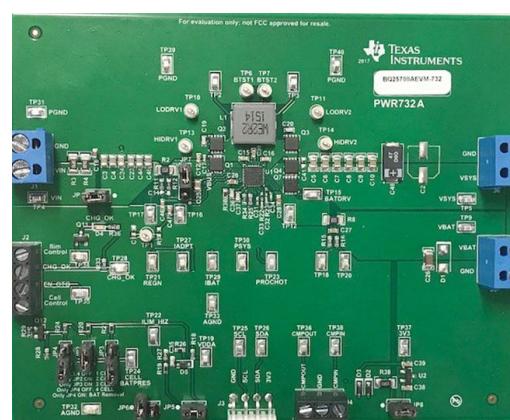
• Плавные переходы между различными режимами:

Устройства поддерживают аккумуляторы, имеющие от одного до четырех элементов, и эффективные переходы без каких-либо мертвых зон между понижающим и повышающим режимом.

bq25703A и bq25700A расширяют созданное TI лучшее в отрасли семейство решений для управления зарядкой батарей, содержащее множество импульсных и линейных устройств для широкого диапазона приложений и уровней мощности.

Средства поддержки разработчиков

Оценить возможности и характеристики новых устройств и ускорить вывод на рынок конечного продукта разработчикам поможет



BQ25700AEVM-732 – плата оценочного модуля понижающе-повышающего зарядного устройства на основе микросхемы bq25700A.

оценочный модуль bq25700A. На складах TI и авторизованных дистрибуторов компании имеются оценочные платы bq25703A EVM и bq25700A EVM, которые можно приобрести по цене \$149.00 за штуку. Для расчета КПД контроллера заряда аккумуляторов конструкторы могут воспользоваться бесплатным онлайн инструментом WEBENCH Battery Charger Designer.

Доступность, корпуса, цены

Контроллеры заряда bq25703A и bq25700A уже доступны для приобретения на складе TI и у авторизованных дистрибуторов компании. Приборы, выпускаемые в 32-контактных корпусах QFN размером 4 мм × 4 мм, продаются по цене \$2.20 за микросхему при объеме заказа от 1000 штук.

Приемопередатчик CAN компании Maxim исправляет ошибки монтажа

Защищенный от повреждений напряжениями до ±60 В приемопередатчик MAX14883E позволяет управлять полярностью подключения шины

Выпущенный компанией Maxim Integrated приемопередатчик CAN MAX14883E позволяет снизить количество ошибок при монтаже оборудования для отопления, вентиляции и кондиционирования и систем автоматизации зданий.



В настоящее время CAN широко используется в различных промышленных приложениях. При установке своих систем в экстремальных промышленных условиях операторы могут неправильно подключить линии CANH и CANL. В результате пользователи могут не только потратить ценнное время и деньги на выявление проблемы с неправильным монтажом, но и увеличить риск повреждения оборудования и нарушения связи.

Микросхема MAX14883E с возможностью выбора полярности и высокоскоростным приемопередатчиком CAN, оптимизированная для приложений промышленных сетей, снижает риск ошибок монтажа и повышает надежность связи. Имеющийся в устройстве вход выбора полярности (POL), меняющий местами входы/выходы CANH и CANL, позволяет программно исправлять ошибки подключения. Кроме того, MAX14883E защищена от

повреждения напряжениями до ±60 В, выдерживает электростатические разряды ±22 кВ и синфазные напряжения на линиях CANH и CANL до ±25 В. Приемопередатчик работает от одного источника питания 5 В на максимальных скоростях, предусмотренных стандартом CAN (до 1 Мбит/с в малых сетях), и имеет отдельный вывод питания 1.8 ... 5 В для подключения логического интерфейса. MAX14883E, выпускаемый в узком 8-выводном корпусе SOIC, рассчитан на работу в диапазоне температур от –40 °C до +125 °C.

Основные преимущества

• Интеллект:

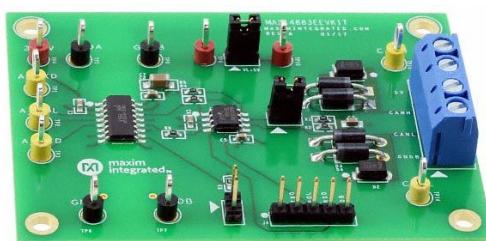
- о интегрированная схема смены полярности;

• Надежность:

- о защита от напряжений ±60 В,
- о защита от электростатических разрядов ±22 кВ (модель человеческого тела),
- о диапазон синфазных напряжений ±25 В;

• Гибкость:

- о упрощающий конструкцию логический интерфейс с диапазоном напряжений питания от 1.71 В до 5.5 В.



Оценочный набор MAX14883EEVKIT.

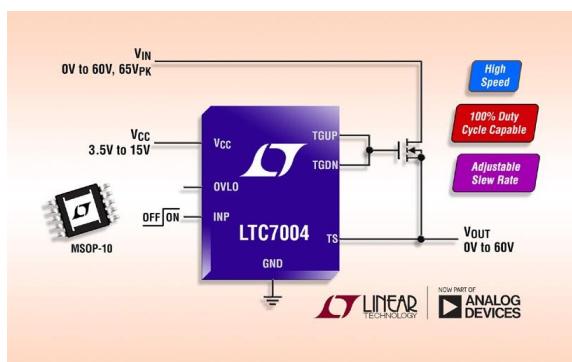
Доступность и цена

MAX14883E можно приобрести по цене \$1.36 за штуку (при размере партии не менее

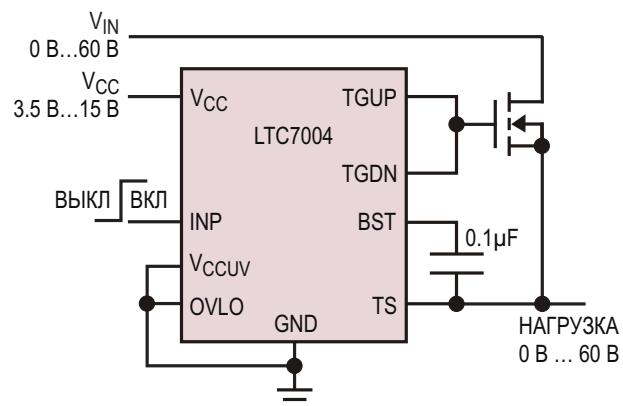
1000 приборов) на веб-сайте Maxim и у авторизованных дистрибуторов компании. Кроме того, за \$99 предлагается оценочный набор MAX14883EEVKIT.

Analog Devices анонсирует 60-вольтовый драйвер N-канального MOSFET верхнего плеча, способный работать при коэффициенте заполнения 100%

Analog Devices, недавно завершившая сделку по приобретению компании Linear Technology, анонсирует микросхему LTC7004 – высокоскоростной драйвер, предназначенный для управления N-канальным MOSFET верхнего плеча при напряжениях питания до 60 В. Внутренний зарядовый насос обогащает канал внешнего N-канального MOSFET, позволяя ему находиться во включенном состоянии сколь угодно долго. Мощный драйвер затворов LTC7004 с выходным сопротивлением 1 Ом и временем задержки распространения 35 нс, способный легко управлять MOSFET с большими емкостями затвора, одинаково хорошо подходит как для высокочастотных, так и для статических коммутационных приложений.



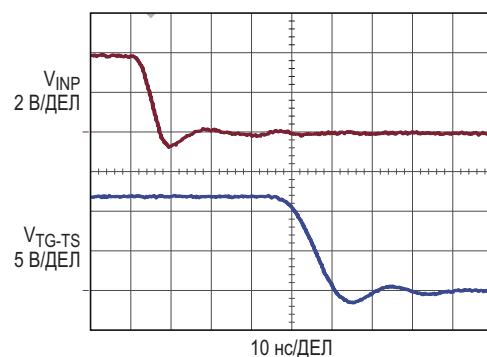
Драйвер рассчитан на прием привязанных к земле низковольтных цифровых входных сигналов и быстрого управления N-канальным MOSFET верхнего плеча, напряжение на стоке которого может находиться в диапазоне от 0 В до 60 В (абсолютное максимальное значение 65 В). LTC7004 работает при напряжении питания от 3.5 В до 15 В и имеет регулируемый порог блокировки при падении этого напряжения ниже допустимого уровня. Малые времена нарастания и спада, составляющие 13 нс при работе на емкостную нагрузку 1000 пФ, минимизируют потери переключения. В микросхеме предусмотрена воз-



Высоковольтный ключ верхнего плеча с коэффициентом заполнения 100%.

можность регулировки скорости нарастания при включении и порога блокировки при повышенном входном напряжении.

LTC7004 выпускается в корпусе MSOP-10 с расположением выводов, обеспечивающим повышенное напряжение изоляции. Доступны приборы для трех диапазонов рабочих температур перехода: для расширенного и промышленного диапазона от -40°C до 125°C , высокотемпературная автомобильная версия для диапазона от -40°C до 150°C и военная версия для температур от -55°C до 150°C . В партиях из 1000 штук цена одной микросхемы начинается от \$2.05.



Драйвер LTC7004, управляющий емкостью нагрузки 1 нФ.

Сводка основных характеристик LTC7004

- Широкий диапазон входных напряжений: от 0 В до 60 В (абсолютный максимум – 65 В);
- Внутренний зарядовый насос, обеспечивающий возможность работы с коэффициентом заполнения 100%;
- Возможность подключения подтягивающих резисторов к шинам земли (1 Ом) и питания (2.2 Ом) для ускорения включения и выключения;

- Малая задержка распространения: 35 нс;
- Регулируемая скорость нарастания при включении;
- Напряжение питания драйвера затвора от 3.5 В до 15 В;
- Регулируемый порог блокировки при пониженном напряжении питания драйвера V_{CC} ;
- Регулируемый порог блокировки при повышенном входном напряжении V_{IN} ;
- Совместимые с КМОП входы.

Intersil представляет 15-амперный силовой модуль с наивысшей в отрасли плотностью мощности

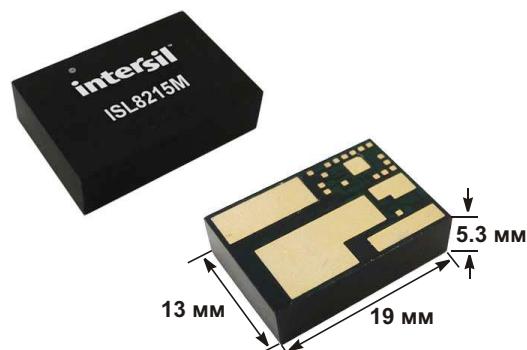
Обеспечивая высокие значения плотности мощности и КПД, ISL8215M упрощает разработку промышленного, медицинского и коммуникационного оборудования

Компания Intersil, подразделение корпорации Renesas Electronics, анонсировала выпуск первого 42-вольтового одноканального DC/DC понижающего силового модуля, способного отдавать в нагрузку непрерывный ток до 15 А. Широкий диапазон входных напряжений ISL8215M включает промышленные стандарты промежуточных шин питания 12 В, 18 В и 24 В. Модуль, допускающий регулировку выходных напряжений от 0.6 В до 12 В, при размерах корпуса 13 мм × 19 мм обеспечивает наивысшую в отрасли плотность мощности 60 мА/мм². Достигающий 96.5% пиковый КПД устройства позволяет использовать модуль для питания ПЛИС, сигнальных процессоров и микроконтроллеров в промышленных, медицинских и коммуникационных приложениях, а также в портативном оборудовании, использующем литий-ионные батареи.



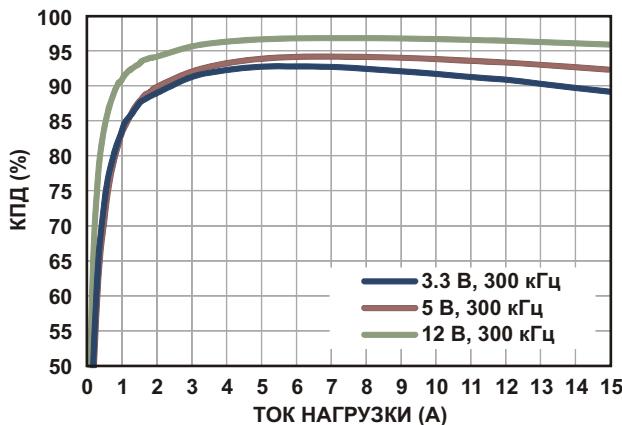
ISL8215M представляет собой законченный DC/DC преобразователь, содержащий внутри одного герметичного корпуса контрол-

лер, силовые MOSFET, дроссель и пассивные компоненты. Запатентованный Intersil корпус модуля с однослойной проводящей подложкой, обладающий непревзойденными электрическими и тепловыми характеристиками, снижает индуктивность выводов и отводит тепло непосредственно в системную плату. Компоненты ISL8215M монтируются на медной выводной рамке, позволяющей модулю при полной нагрузке работать без воздушного охлаждения или теплоотводов и еще больше сократить размеры и цену конечного решения.



ISL8215M отличается быстрой реакцией на переходные процессы и отличной устойчивостью контура регулирования, а равное 40 нс типовое минимальное время включения позволяет при низком коэффициенте заполнения работать с большим коэффициентом понижения. Устройство дает возможность выбирать режимы с высоким КПД при легких нагрузках, увеличивая время работы приложений с питанием от литий-ионных батарея и поддерживая продукты, отвечаю-

щие требованиям стандарта энергоэффективности Energy Star. Модуль имеет цепи защиты по напряжению, температуре и току, обеспечивающие безопасную работу в аварийных режимах. В ISL8215M предусмотрен также автоматический перезапуск после устранения неисправностей.



Зависимость КПД ISL8215M от тока нагрузки.

Основные особенности и характеристики ISL8215M

- Законченный 15-амперный одноканальный источник питания, содержащий контроллер, силовые MOSFET, дроссель и пассивные компоненты;
- Широкий диапазон входных напряжений от 7 В до 42 В;
- Выходное напряжение, регулируемое от 0.6 В до 12 В с точностью $\pm 1.5\%$ во всех диапазонах входных напряжений, токов нагрузки и температур;
- Время включения 40 нс, позволяющее работать с низкими коэффициентами заполнения;
- Пиковый КПД, достигающий 96.5%;
- Частота переключения, регулируемая в диапазоне от 300 кГц до 2 МГц (по умолчанию 300 кГц);

- Возможность синхронизации внешним сигналом с частотой до 1 МГц;
- Выбор при легких нагрузках режимов PSM/DEM (эмulação диода или пропуска импульсов) с высоким КПД увеличивает ресурс батарей;
- Безопасная работа, гарантированная блокировкой при пониженном входном напряжении, защищенной от перегрева, программируемой защитой от перегрузки по току и напряжению и управляемыми характеристиками включения;
- Мягкий запуск с программируемыми параметрами снижает броски пускового тока;
- Отдельный вход разрешения и флаг «Питание в норме» упрощают управление последовательностью включения нескольких источников.

Цены и доступность

Силовой модуль ISL8215M выпускается в корпусе HAD с размерами 19 мм × 13 мм × 5.3 мм, и в партиях из 1000 приборов продается по цене \$13.90 за штуку. Оценочную плату ISL8215MEVAL1Z можно приобрести за \$69.



Оценочная плата ISL8215MEVAL1Z.

ISL8215M пополнил большое семейство аналоговых и цифровых силовых модулей, поддерживающих выходные напряжения от 1 В до 80 В и токи нагрузки от 3 А до 80 А в широком диапазоне приложений.

Holtek расширяет семейство Flash-микроконтроллеров в миниатюрных корпусах

Компания Holtek сообщила об очередном расширении семейства малоыходовых Flash-микроконтроллеров. Особенностями нового устройства HT68F001 являются отличное

соотношение цена/производительность, низкое напряжение питания, малое потребление мощности и высокая точность внутреннего таймера. Микроконтроллер подходит для



использования в таких приложениях управления, которым требуется сочетание простоты и высокой точности источника времени. Устройство предназначено в первую очередь для систем с батарейным питанием, а также для бытовых приборов, таких как фильтры для воды, электрические зубные щетки, светодиодные лампы, тостеры и подобные им продукты. Другими областями использования микроконтроллера могут быть приложения управления производственными объектами,

требующие источников точного времени, в частности, переключатели замедленного действия, охранные извещатели или иные устройства с управляемым временем включения/выключения.

HT68F001 работает от источника питания 1.8 В ... 5.5 В, потребляя 3 мА при напряжении 3 В. Объем флеш-памяти программ микроконтроллера равен 0.5КЧ12, а для хранения данных имеется ОЗУ емкостью 16 байт. Устройство содержит также 8-битный таймер и источник системного времени. Внутренний высокочастотный RC-генератор 32 кГц с погрешностью $\pm 1\%$ может использоваться в качестве системных часов микроконтроллера, обеспечивая его более точной синхронизацией при меньших значениях рабочих напряжений и токов. Микросхема поставляется в 8-выводном корпусе SOP.

Vishay выпускает выпрямительные диоды Шоттки с улучшенными тепловыми и электрическими характеристиками

Устройства с рабочими токами 20 А, 35 А, и 40 А высотой 1.3 мм и прямыми напряжениями от 0.44 В

Развивая технологию TMBS (Trench MOS Barrier Schottky), Vishay Intertechnology выпустила новое семейство выпрямителей eSMP в корпусах для поверхностного монтажа SlimDPAK (TO-252AE). При лучших тепловых характеристиках и меньшей высоте, чем у корпусов DPAK (TO-252AA), изготавливаемые подразделением Vishay General Semiconductor выпрямители eSMP, выдерживающие обратные напряжения от 45 В до 150 В, отличаются низким прямым падением напряжения и самыми большими в отрасли допустимыми токами.

Сочетающие технологию TMBS с корпусом SlimDPAK сорок новых выпрямителей Шоттки рассчитаны на прямые токи до 35 А для однокристальных конфигураций, и до 40 А для двухкристальных конфигураций с центральным выводом от общего катода. Новые устройства в корпусах, совместимых по посадочным размерам с DPAK, но имеющих высоту на 43% меньше, позволяют создавать ультратонкие промышленные и потребительские электронные устройства. Кроме того, на 14% увеличена площа-



дящей площадки, благодаря чему тепловое сопротивление снизилось на 1.5 °C/Вт.

Благодаря падению напряжения, равному всего 0.44 В при прямом токе 20 А, 0.46 В при 35 А и 0.49 В при 40 А, выпрямители позволяют сократить потери мощности в DC/DC преобразователях, а также в обратных и защитных диодах. Для автомобильных приложений выпускаются версии, прошедшие тесты на соответствие требованиям стандарта AEC-Q101.

Новые выпрямители работают при температурах перехода до +175 °C, имеют первый уровень чувствительности к влажности и допускают пайку оплавлением при темпера-

туре +260 °C согласно стандарту J-STD-020. Приборы полностью подходят для автоматической установки на плату, не содержат галогенов и соответствуют требованиям директивы RoHS.

В настоящее время доступны как единичные образцы, так и промышленные партии новых выпрямителей TMBS. Крупные заказы на поставку приборов выполняются за 12 недель.

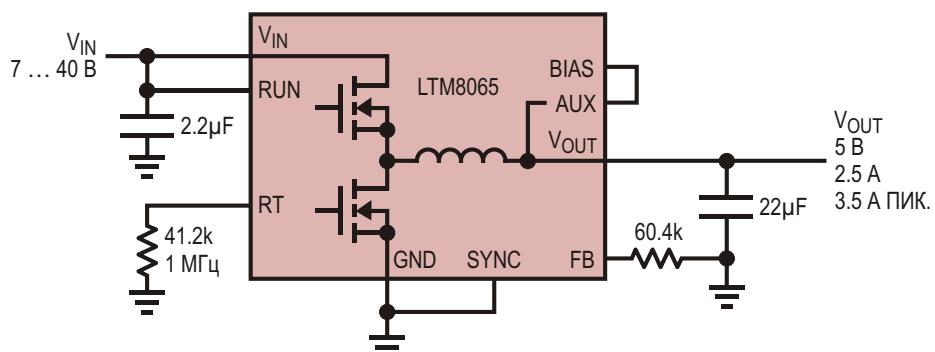
Analog Devices разработала 2.5-амперный микромодуль повышающего преобразователя в корпусе 6.25 мм × 6.25 мм

Analog Devices, недавно завершившая сделку по приобретению компании Linear Technology, пополнила семейство силовых модулей μModule новым повышающим DC/DC преобразователем LTM8065. Устройство, рассчитанное на входное напряжение до 40 В (абсолютный максимум 42 В), может работать от нестабилизированных источников напряжения, меняющегося от 12 В до 36 В, в насыщенных шумами средах, в частности, в промышленных роботах, контрольно-измерительном оборудовании, медицинских приборах, средствах автоматизации производства и системах авионики. Патентованная архитектура Silent Switcher минимизирует уровень электромагнитных излучений, обеспечивая соответствие LTM8065 Классу В стандарта электромагнитной совместимости CISPR 22, позволяющего использовать устройство в чувствительных к шумам приложениях обработки сигналов, включая технические средства визуализации и радиочастотные системы. Небольшой корпус BGA размером 6.25 мм × 6.25 мм × 2.32 мм вместил в себя контроллер импульсного преобразователя, силовые ключи, дроссель и другие поддерживающие компоненты. Вместе с двумя конденсаторами типо-



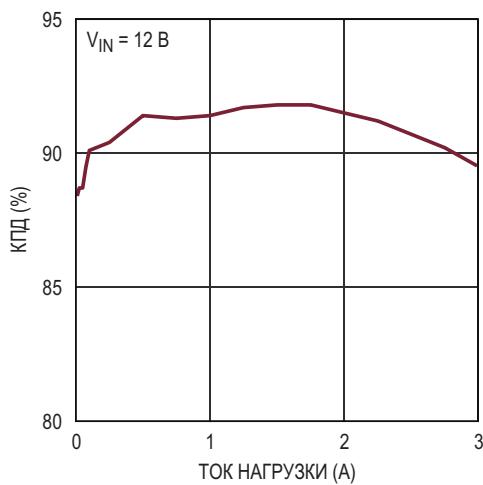
размера 0805 и двумя резисторами типоразмера 0603 LTM8065 образует законченный источник питания площадью около 100 мм², что примерно вдвое меньше решений, основанных на силовых модулях эквивалентной мощности.

При входном напряжении 12 В LTM8065 может отдавать в 5-вольтовую нагрузку непрерывный ток 2.5 А (3.5 А пиковый), не нуждаясь в теплоотводе или воздушном охлаждении до температур окружающей среды 85 °C. Выходное напряжение устанавливается одним резистором в диапазоне от 0.97 В до 18 В. Широкий диапазон выходных напряжений обеспечивает универсальность устройства, позволяя использовать один



ВЫВОДЫ, НЕ ИСПОЛЬЗОВАННЫЕ В ЭТОЙ СХЕМЕ: TR/SS, PG

Повышающий преобразователь с диапазоном входных напряжений от 7 В до 40 В и выходным напряжением 5 В.



Зависимость КПД от тока нагрузки.

модуль для системных шин с напряжениями 3.3 В, 5 В, 12 В и 15 В. Частота переключения в диапазоне от 200 кГц до 3 МГц задается либо одним внешним резистором, либо внешним генератором. LTM8065 имеет четыре режима работы: пульсирующий (Burst Mode), пропуска импульсов, пропуска импульсов с модуляцией шумоподобным сигналом и режим внешней синхронизации. Собствен-

ный ток потребления модуля равен 8 мкА, делая его идеальным устройством для систем с батарейным питанием.

LTM8065 рассчитан на работу в диапазоне температур окружающей среды от -40°C до 125°C . В партиях из 1000 приборов цена одного модуля начинается от \$7.75.

Сводка основных характеристик LTM8065

- Широкий диапазон входных напряжений: от 3.4 В до 40 В;
- Широкий диапазон выходных напряжений: от 0.97 В до 18 В;
- Непрерывный выходной ток 2.5 А, пиковый – 3.5 А;
- Выбираемая частота переключения: от 200 кГц до 3 МГц;
- Внешняя синхронизация;
- Низкий собственный ток потребления: 8 мкА;
- Миниатюрный низкопрофильный корпус BGA с размерами 6.25 мм × 6.25 мм × 2.32 мм, отвечающий требованиям директивы RoHS.

Broadcom выпускает первый в мире двухчастотный потребительский приемник ГНСС сантиметровой точности

Сенсорный хаб ГНСС следующего поколения позволяет мобильным устройствам определять местоположение автомобиля с точностью до полосы

Компания Broadcom сообщила о выпуске на рынок первого в мире массового двухчастотного устройства приема сигналов ГНСС (глобальной навигационной спутниковой системы), предназначенного для повышения эффективности сервисов определения местонахождения в приложениях мобильных телефонов, планшетных компьютеров и ноши-

мых устройств для фитнеса. Микросхема BCM47755, вобравшая в себя все инновационные решения в области ГНСС, при минимальном потреблении энергии и минимальных размерах способна обеспечить сантиметровую точность, позволяя создать совершенно новый набор приложений высокоточных геофизических сервисов, включая навигацию транспортных средств на уровне разделительных полос и мобильные устройства расширенной реальности.

До настоящего времени мобильные приложения определения местоположения опирались на одночастотные приемники ГНСС в условиях строгих ограничений, накладываемых емкостью аккумулятора и площадью печатной платы. Расширенная доступность полос L1/E1 и L5/E5 в спутниковых группировках позволяет использовать две частоты для более точного определения положения,



как в условиях городской застройки, так и на открытом пространстве. Этот повышенный уровень точности геолокации BCM47755 обеспечивает при строгом соблюдении требований, предъявляемых к батарейному питанию и размерам мобильных телефонов.

Точность BCM47755 позволяет приложениям, основанным на определении местоположения, существенно повысить уровень потребительского сервиса. Например, знание положения транспортного средства с точностью до полосы значительно улучшает качество пошаговой навигации. Кроме того, объединение информации о точном местоположении со схемой движения транспорта дает потребителям намного лучшую оценку времени прибытия в пункт назначения. Аналогичным образом можно улучшить приложения общественного транспорта, предоставляя водителю и пассажирам более точную информацию об их текущем положении.

По сравнению с чипами ГНСС предыдущего поколения, мощность, потребляемая BCM47755, снижена более чем на 50%. Поскольку приложения ГНСС находятся в постоянно включенном состоянии, эта энергоэффективность пропорционально влияет на срок службы батарей мобильных устройств. Таким образом, используя BCM47755, потреби-

тели получат и выигрыш в качестве навигационного сервиса, и увеличение срока службы батарей.

Основные характеристики прибора

- Двухчастотный приемник ГНСС с расширенными возможностями обработки спутниковых сигналов в частотных диапазонах L1/E1 и L5/E5 обеспечивает повышенную точность определения местоположения;
- Содержит новый малопотребляющий радиоприемник ГНСС и двухъядерный сенсорный узел на основе ядра ARM CM4-CM0;
- По сравнению с приемниками ГНСС предыдущего поколения мощность потребления снижена более чем на 50%;
- Предоставляет необработанные результаты измерений сдвига кода и фазы несущей для расширенных приложений геолокации.

Доступность

В настоящее время в рамках раннего доступа Broadcom поставляет образцы двухчастотного приемника BCM47755 своим партнерам и клиентам. По вопросам приобретения и цен следует обращаться в торговые представительства Broadcom.

Откуда появились базовые схемы преобразователей



Часть 1

Александр Русу, Одесса, Украина

Знакомство с импульсными преобразователями электрической энергии обычно начинается с изучения трех схем DC/DC конвертеров, называемых «базовыми»: понижающей, повышающей и инвертирующей. Эти схемы содержат одинаковое количество компонентов (Рисунок 1), имеют одинаковый принцип работы и отличаются только функционалом.

Еще одной популярной схемой является обратноходовой преобразователь. В число базовых схем он не входит, поскольку большинство специалистов считают его усложненной версией инвертирующего преобразователя. Действительно, инвертирующая и

обратноходовая схемы работают аналогично и отличаются тем, что последняя за счет использования многообмоточного дросселя может обеспечить гальваническую развязку и несколько изолированных выходов с различным напряжением.

Когда я только знакомился с импульсным принципом преобразования, у меня возник вопрос: почему базовых схем три, а, например, не пять? Со временем этот вопрос трансформировался следующим образом: существует ли некая одна универсальная схема, модифицируя которую можно получить базовые схемы преобразователей?

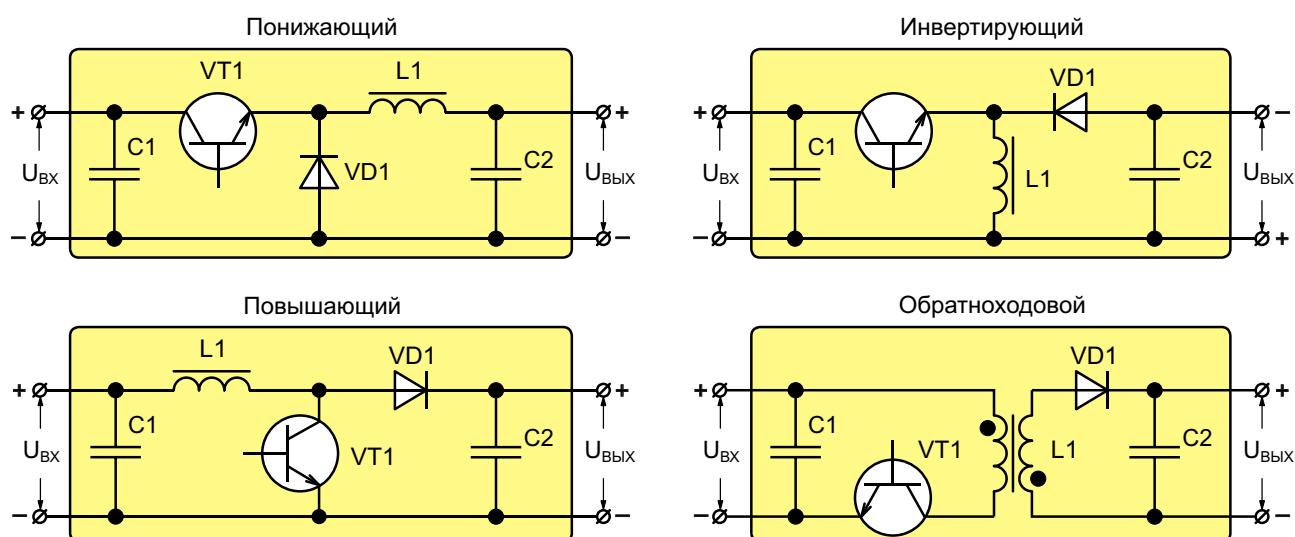


Рисунок 1. Базовые схемы преобразователей.

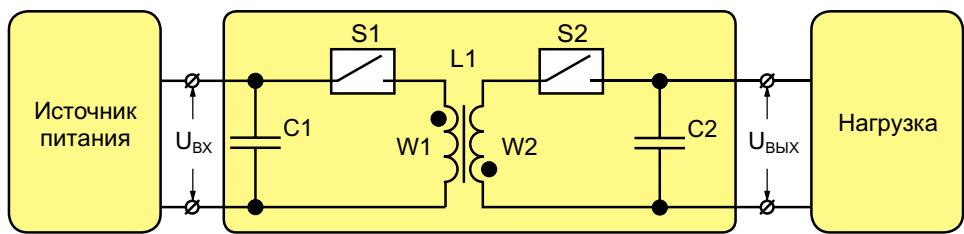


Рисунок 2. Идеализированная схема обратноходового преобразователя.

В свое время внятного ответа на эти вопросы ни в литературе, ни от коллег я не получил. Тогда я еще не знал, что самостоятельный поиск займет не один год и потребует до мельчайших деталей разобраться в тонкостях импульсного преобразования электрической энергии. Сегодня ответ получен, и, я надеюсь, подробно описан в этой статье.

Принцип импульсного преобразования

Детальное описание процесса импульсного преобразования электрической энергии приведено в работах [1, 2]. Оттуда взяты все формулы, использованные в статье. При желании изучить вопрос более досконально, читатель может самостоятельно ознакомиться с этими материалами.

Рассмотрим работу обратноходового преобразователя. Для того чтобы не отвлекаться на второстепенные, хотя и не менее важные процессы, используем его идеализированную модель. Будем считать, что магнитопровод дросселя L_1 перемагничивается без потерь и имеет 100% связь со всеми обмотками, имеющими нулевое активное сопротивление. Управляемые силовые ключи S_1 и S_2 переключаются мгновенно, их сопротивление в проводящем состоянии равно нулю, а в непроводящем – бесконечности. Конденса-

ры C_1 и C_2 могут работать при любой полярности напряжения, а их емкость достаточна для того, чтобы поддерживать напряжение приблизительно постоянным как минимум на протяжении одного цикла преобразования.

При таких допущениях схема обратноходового преобразователя принимает вид, показанный на Рисунке 2. Сразу отметим ее толерантность к полярности напряжений $U_{вх}$ и $U_{вых}$, а также отсутствие у силовой части ярко выраженного входа и выхода. На Рисунке 2 и левая (по схеме), и правая пара зажимов может выступать как в роли входа, так и в роли выхода. Для определенности будем считать, что левая пара является входом и подключается к источнику электрической энергии (источнику питания) с напряжением $U_{п}$, а правая – к потребителю (нагрузке) с напряжением $U_{н}$.

Каждый цикл преобразования должен содержать два обязательных этапа. На одном из них дроссель L_1 , выполняющий функцию промежуточного хранилища энергии, с помощью ключа S_1 и обмотки W_1 должен обменяться энергией с конденсатором C_1 , а на другом – с помощью ключа S_2 и обмотки W_2 с конденсатором C_2 .

Рассмотрим случай, когда энергия передается только в одном направлении: от источника питания в нагрузку. Он является типичным для DC/DC конверторов и порой,

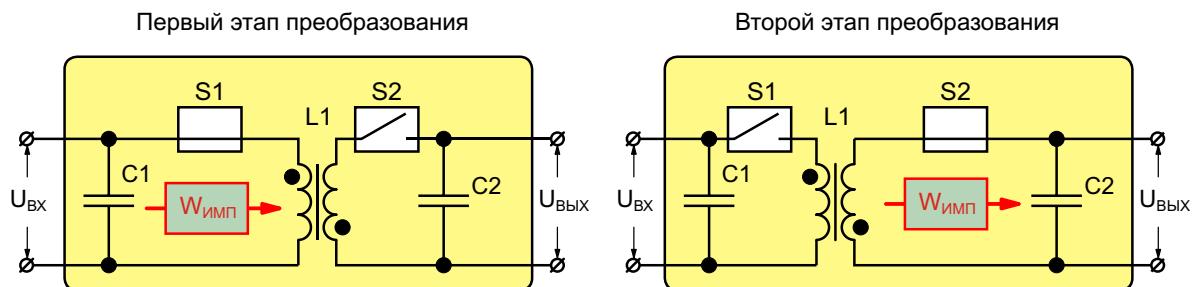


Рисунок 3. Преобразование постоянного тока.

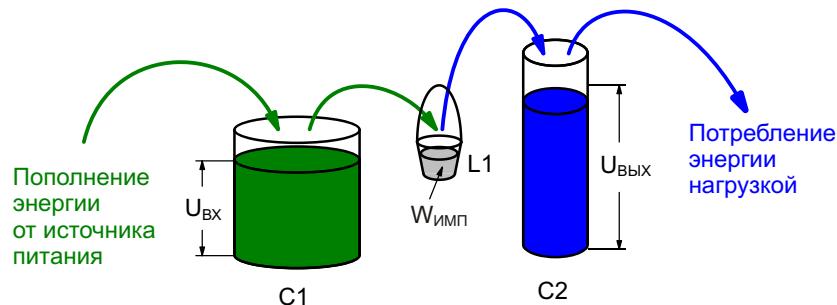


Рисунок 4. Процесс импульсного преобразования энергии.

при использовании в качестве ключа S_2 полупроводникового диода, вообще единственно возможным. При таком режиме преобразования на первом этапе порция энергии (импульс) величиной $W_{\text{имп}}$ передается из конденсатора C_1 в дроссель L_1 , а на втором это же количество энергии $W_{\text{имп}}$ из дросселя L_1 передается в конденсатор C_2 (Рисунок 3).

Этот процесс аналогичен переливанию воды (энергии) небольшим ведром (дросселем L_1) из одной бочки (конденсатора C_1) в другую (конденсатор C_2) (Рисунок 4). Какое количество воды необходимо набирать в ведро каждый раз? Очевидно, что это значение должно быть не меньше чем скорость вытекания воды из бочки C_2 (скорость потребления энергии нагрузкой), деленное на количество переливаний. Скорость потребления энергии нагрузкой не что иное, как ее мощность P_H , а количество переливаний – частота преобразования $f_{\text{пр}}$. Следовательно, количество энергии $W_{\text{имп}}$, преобразуемой за один раз, определяется формулой:

$$W_{\text{имп}} = \frac{P_H}{f_{\text{пр}}} \cdot t. \quad (1)$$

Зная размер импульса $W_{\text{имп}}$, можно определить и «размер ведра» – необходимую энергетическую емкость дросселя $W_{\text{др}}$, которая должна быть не меньше, чем $W_{\text{имп}}$ ($W_{\text{др}} \geq W_{\text{имп}}$).

От чего зависит энергетическая емкость дросселя

Производители электронных компонентов в документации на дроссель обязательно указывают его индуктивность L и максимальный ток I_{MAX} , с помощью которых можно легко определить энергетическую емкость $W_{\text{др}}$:

$$W_{\text{др}} = \frac{I_{\text{MAX}}^2 L}{2}. \quad (2)$$

Формула (2) хороша при использовании промышленных дросселей, на которые имеется техническая документация. Но если мы хотим понять суть процесса импульсного преобразования или проектируем дроссель самостоятельно, то, если вспомнить, что энергия в индуктивных элементах хранится в магнитном поле, энергетическую емкость дросселя можно определить по формуле:

$$W_{\text{др}} = \frac{B_{\text{MAX}}^2}{2} S l_{\text{CP}}, \quad (3)$$

где

B_{MAX} – максимальная индукция;

$\mu_0 = 1.257 \cdot 10^{-6}$ Гн/м – магнитная проницаемость вакуума;

l_{CP} – эквивалентная магнитная проницаемость магнитопровода, учитывающая все особенности его конструкции;

S – соответственно, средняя длина магнитной линии и площадь поперечного сечения магнитопровода.

Поскольку для большинства готовых магнитопроводов произведение $l_{\text{CP}} S$ приблизительно равно их объему V , соотношение (3) принимает вид:

$$W_{\text{др}} = \frac{B_{\text{MAX}}^2}{2} V. \quad (4)$$

Формула (4), на мой взгляд, является одной из самых важных в понимании работы импульсных преобразователей, поэтому внимательно ее проанализируем. Величина μ_0 не изменяется, поскольку это константа нашей Вселенной. Максимальное значение индукции B_{MAX} зависит от материала, из которого изготовлен магнитопровод, и ограничено индукцией насыщения B_{HAC} ($|B_{\text{MAX}}| < B_{\text{HAC}}$).

Эквивалентную магнитную проницаемость $\mu_{\text{экв}}$ можно регулировать, например, вводя немагнитный зазор. Уменьшение $\mu_{\text{экв}}$ приводит к уменьшению необходимого объема магнитопровода, и, теоретически, максимальную энергетическую емкость имеет дроссель без сердечника (кстати, с неограниченной максимальной индукцией). Однако от величины $\mu_{\text{экв}}$ зависит также и площадь поперечного сечения обмотки $S_{\text{обм}}$:

$$S_{\text{обм}} = \frac{B_{\text{MAX}}}{\mu_{\text{экв}} J}, \quad (5)$$

где J – плотность тока в проводе обмотки.

Поскольку при уменьшении $\mu_{\text{экв}}$ уменьшаются размеры магнитопровода, но одновременно увеличиваются размеры обмотки, на практике для дросселей используют магнитопроводы с компромиссным (оптимальным) значением эквивалентной магнитной проницаемости, находящейся в диапазоне 20...150.

Таким образом, единственным способом увеличения энергетической емкости дросселя остается увеличение объема магнитопровода. Выразив эту величину из формулы (4) с учетом (1), запишем:

$$V = \frac{2}{f_{\text{пр}} B_{\text{MAX}}^2} P_{\text{H}}. \quad (6)$$

Формула (6) позволяет нам сделать, возможно, интуитивно понятный вывод: размеры дросселя прямо пропорциональны скорости прохождения через него энергии P_{H} и обратно пропорциональны частоте преобразования $f_{\text{пр}}$.

Обратите внимание, что требуемый объем магнитопровода не зависит от количества витков, сечения проводов, индуктивности и прочих характеристик обмоток. Действительно, если энергия хранится в магнитном поле, то параметры обмоток – связующих звеньев между электрической схемой и магнитным полем – на энергетическую емкость влиять никак не должны. Однако они влияют на режимы работы, как дросселя, так и преобразователя в целом. Выбор индуктивности, при которой магнитный поток имеет ярко выраженный прерывистый (разрывный) или непрерывный (безразрывный) характер, может существенно снизить количество энергии, передаваемой дросселю в конкретной схеме и потребует дополнительного увеличения объема магнитопровода. Формула (6) дает оценку минимально необходимого объема, то есть использовать дроссель с магнитопроводом, объем которого меньше этого значения, нельзя. А вот чтобы выйти в формуле (6) на знак равенства, дроссель должен работать в конкретном режиме, анализ и описание которого выходят за рамки данной статьи. **РЛ**

Список источников

- Кадацкий А.Ф., Русу А.П. Анализ принципов построения и режимов работы импульсных преобразователей электрической энергии // Практическая силовая электроника. – 2016. – №2(62). – с.10-24.
- Кадацкий А.Ф., Русу А.П. Анализ электрических и магнитных процессов в дросселях импульсных преобразователей электрической энергии // Технология и конструирование в электронной аппаратуре (ТКЭА) – 2016. – №6. – с.17-29.

Окончание в следующем номере

Цифровые потенциометры против механических: специфика разработки высококачественных систем

Joseph Creech и David Rice, Analog Devices

В статье обсуждаются особенности совместного использования цифровых потенциометров с другими компонентами. Особое внимание будет уделено значению учета технических характеристик для каждого конкретного варианта устройства, дающего гарантию, что разработчик получит систему с наилучшими возможными параметрами. Будут рассмотрены важные конструктивные соображения и характеристики, которые необходимо принимать во внимание при объединении цифровых потенциометров с другими элементами схемы, такими как операционные усилители, для создания гибких многоцелевых систем. Будет также уделено внимание достоинствам и недостаткам цифровых потенциометров в сравнении с традиционными электромеханическими приборами. Приведены многочисленные примеры практического применения цифровых потенциометров, показывающие возможность значительного улучшения систем по сравнению с традиционными альтернативными решениями. Например, использование цифрового потенциометра в качестве резистора обратной связи операционного усилителя позволяет изменять коэффициент усиления в зависимости от амплитуды входного сигнала.

Цифровые потенциометры – это переменные резисторы с цифровым управлением, которые можно использовать вместо функционально эквивалентных механических аналогов. Если функциональность цифровых и механических переменных резисторов сопоставима, то технические характеристики, надежность и воспроизводимость оборудования с цифровыми потенциометрами в большинстве случаев намного выше. Изменяя величину сопротивления потенциометров, можно регулировать величину напряжения или тока в устройстве. В сочетании с другими компонентами, такими как операционные усилители (ОУ), с их помощью можно управлять уровнем сигнала или коэффициентом усиления. Использование цифровых потенциометров в качестве регулировочных компонентов позволяет разработчикам создавать гибкие и многофункциональные

системы. Например, замена цифровым потенциометром резистора обратной связи ОУ дает возможность изменять коэффициент усиления в соответствии с амплитудой входного сигнала. Конструктор получает преимущество работы с максимальным числом типов входных сигналов при минимальном количестве компонентов (таких, как операционные усилители) и меньшей площади печатной платы. При малых размерах цифровой потенциометр обеспечивает большую функциональность.

Сравнение цифровых и механических потенциометров

Цифровые и механические потенциометры имеют общие черты, позволяющие им быть взаимозаменяемыми во многих приложениях. Оба типа выпускаются в широком

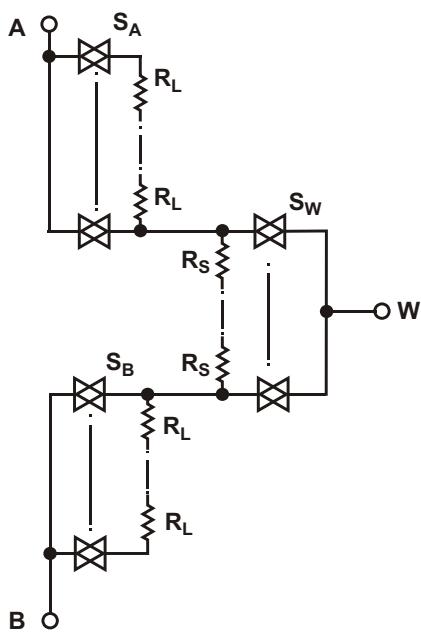


Рисунок 1. Внутренняя структура цифрового потенциометра.

диапазоне сопротивлений и удовлетворяют потребности пользователей в регулируемых сопротивлениях. Некоторыми преимуществами механических потенциометров являются способность выдерживать большие напряжения и токи и рассеивать большую мощность. Однако из-за особенностей конструкции характеристики и надежность механических потенциометров со временем ухудшаются. Механические потенциометры более чувствительны к ударам и вибрации, а сопротивление подвижного контакта со врем-

нем может изменяться из-за окисления, старения и износа, что уменьшает срок их службы. Цифровой потенциометр состоит из нескольких КМОП переключателей (Рисунок 1). Отсутствие механических элементов делает его устойчивым к ударам, износу, старению и контактным шумам.

Что необходимо учитывать при выборе цифрового потенциометра

Как и в случае с другими компонентами вашего приложения, при выборе цифровых потенциометров необходимо учитывать некоторые факторы. Степень важности каждого параметра будет зависеть от конкретных характеристик и особенностей разрабатываемой системы.

Наиболее важные параметры цифровых потенциометров:

- Напряжение входного сигнала
- Максимальный ток и мощность
- Полное сопротивление
- Точность и температурный коэффициент
- Разрешение
- Число каналов в корпусе
- Линейность
- Состояние при включении
- Наличие памяти
- Интерфейс
- Размеры

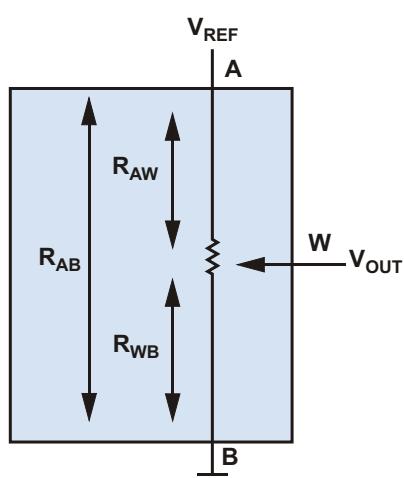
Лучший способ разобраться в этих параметрах – определить степень влияния каждого из них на выбор цифрового потенциометра для конкретного приложения.

В качестве примера рассмотрим два приложения, в которых обычно используются цифровые потенциометры:

- Аттенюаторы сигналов постоянного и переменного тока;
- Регуляторы усиления схем на основе ОУ.

Цифровые потенциометры в качестве аттенюаторов

В этом режиме цифровой потенциометр аналогичен цифроаналоговому преобразователю (ЦАП) с низким разрешением. Схема включения, а также некоторые часто используемые обозначения и передаточная функция приведены на Рисунке 2. Сопротивление между крайними выводами А и В потенцио-



$$V_{OUT} = \frac{R_{WB}}{R_{AB}} \times V_{REF}$$

Рисунок 2. Цифровой потенциометр как ЦАП с низким разрешением.

метра обозначается R_{AB} . Сопротивления между концами потенциометра и его движком обозначаются R_{AW} и R_{WB} .

Чтобы правильно выбрать цифровой потенциометр для этой схемы, необходимо в первую очередь оценить его три ключевых параметра: диапазон напряжений питания, разрешение и линейность.

Наиболее важными параметрами являются напряжение питания (1) и разрешение (2), поскольку они определяют рабочий диапазон входных напряжений и количество различных уровней сопротивления, которые можно получить с помощью потенциометра. Для характеристики линейности цифровых потенциометров используются те же параметры, что и для ЦАП: интегральная и цифровая нелинейность. Интегральная нелинейность определяет максимальное отклонение передаточной характеристики цифрового потенциометра от идеальной прямой линии, проведенной из начала координат в точку полной шкалы. Цифровая нелинейность характеризует разницу между реальной и идеальной передаточными функциями для последовательных кодов.

Для приложений переменного тока, кроме перечисленных параметров (диапазон питающих напряжений, разрешение и линейность), необходимо также учитывать общий коэффициент нелинейных искажений и ширину полосы пропускания.

Регулировка коэффициента усиления ОУ с помощью цифрового потенциометра

Цифровые потенциометры очень удобны для управления усилением ОУ. С помощью цифрового потенциометра можно точно устанавливать соотношение R_b/R_a , определяющее усиление схемы. Подобные усилители широко используются для регулировки громкости, калибровки датчиков, управления яркостью и контрастностью ЖК экранов. При этом нельзя упускать из виду целый ряд важных характеристик цифровых потенциометров.

При потенциометрическом включении цифрового потенциометра необходимо помнить о том, что сопротивления его верхнего и нижнего плеч изменяются от нуля до максимального значения. Поскольку сопротивление R_{AW} увеличивается, а R_{BW} уменьшается, передаточ-

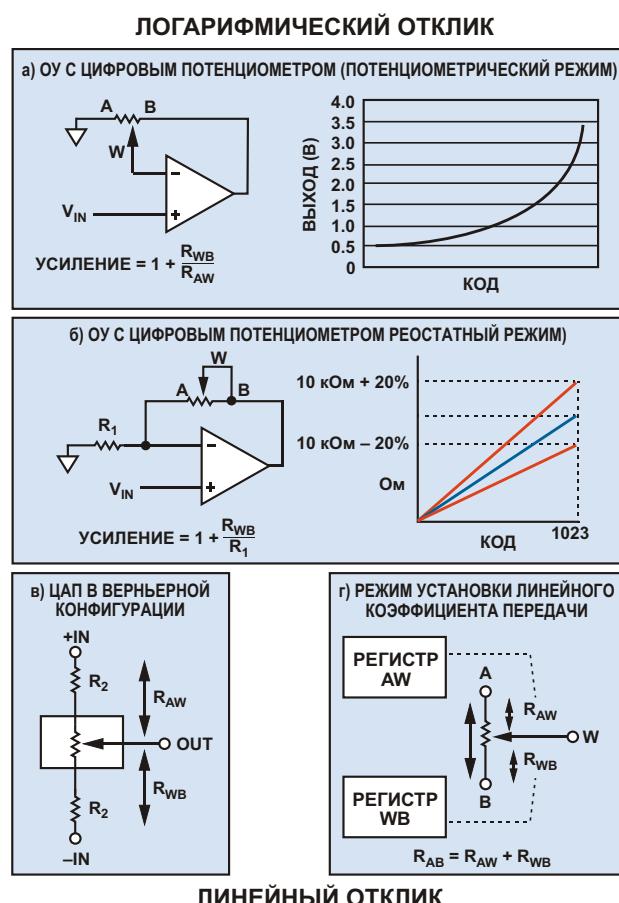


Рисунок 3. Схемы включения цифрового потенциометра.

ная функция принимает логарифмический характер (Рисунок 3а), наилучшим образом соответствуя особенностям зрительного и слухового восприятия человека.

Если требуется линейный характер регулировочной функции, цифровой потенциометр можно включить в режиме реостата (Рисунок 3б), в режиме ЦАП с верньером (Рисунок 3в) или в режиме установки линейного коэффициента передачи – специфической функции, доступной только в приборах семейства digiPOT+ компании ADI, например, в AD5144 (Рисунок 3г).

Реостатный режим с дискретным резистором

При использовании цифрового потенциометра в реостатном включении с последовательным постоянным резистором (Рисунок 3б) регулировочная характеристика усилителя может быть линеаризована. Эта схема проста, но требует учета ряда особенностей, обеспечивающих необходимую точность системы.

Сопротивления как механических, так и цифровых потенциометров по разным причинам отклоняются от своих номинальных значений. Допуск сопротивлений механических потенциометров определяется сложностью достижения воспроизведимости в условиях массового производства. Отклонение сопротивлений цифровых потенциометров также связано с особенностями технологического процесса, но в сравнении с механическими приборами повторяемость его значений намного выше.

Отклонение сопротивления дискретного резистора для поверхностного монтажа может быть меньше 1%, но разброс сопротивлений между концами некоторых цифровых потенциометров иногда достигает 20%. Именно это несоответствие может привести к потере разрешения и стать серьезной проблемой, особенно в приложениях без обратной связи, где использование управления для компенсации ошибки нецелесообразно. Там, где контроль возможен, присущая цифровым потенциометрам гибкость позволяет с помощью простейшей процедуры калибровки установить движок в нужное положение и компенсировать любое смещение.

В номенклатуре цифровых потенциометров Analog Devices имеются приборы с допусками от 20% до 1%, отвечающие самым строгим требованиям повторяемости и точности. Для некоторых цифровых потенциометров, таких как AD5258/AD5259, выполняются заводские измерения величины погрешности, результаты которых сохраняются в доступной пользователю памяти, и могут служить для согласования резисторов при производстве.

Режим установки линейного коэффициента передачи

Последним способом является режим установки линейного коэффициента передачи – эксклюзивная функция семейства digiPOT+ компании ADI. Каким образом эта патентованная архитектура позволяет независимо программировать сопротивления каждого плеча R_{AW} и R_{WB} , показано на Рисунке 3г. Этот режим дает возможность обеспечить линейную передаточную характеристику, зафиксировав сопротивления одного плеча (R_{WB}) и изменяя сопротивление другого (R_{AW}). Такой режим аналогичен реостатному включению потенциометра с дискретным

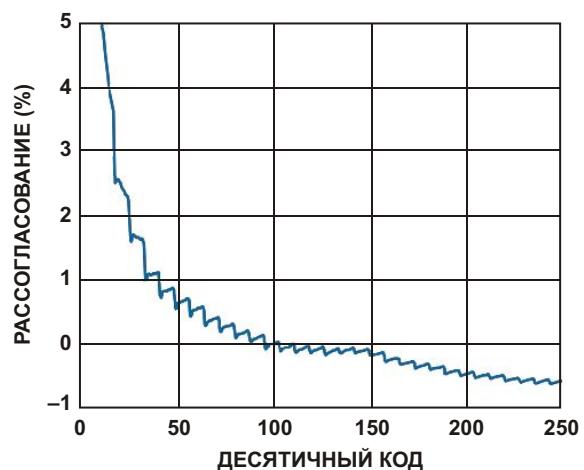


Рисунок 4. Ошибка рассогласования для цифрового потенциометра с сопротивлением 10 кОм.

резистором, однако общая погрешность допуска в этом случае меньше 1%, даже без использования каких-либо комбинаций дополнительных последовательных или параллельных резисторов.

Это связано с тем, что погрешность сопротивлений одинакова для резисторных цепочек обоих плеч потенциометра, и поэтому может не учитываться. Рисунок 4 показывает, что ошибка рассогласования минимальна при больших значениях кода. В первой четверти шкалы рассогласование превышает ±1% из-за дополнительных ошибок, вносимых сопротивлениями внутренних КМОП переключателей, которые нельзя игнорировать.

Почему для вашего приложения важна память

При использовании цифровых потенциометров для программирования уровней в схемах, калибровки датчиков и задания коэффициентов усиления от их состояния при включении питания зависят скорость и точность установки конфигурации устройства. Выпускается много видов цифровых потенциометров, различающихся вариантами задания пользовательской установки состояния при включении. Основных категорий цифровых потенциометров существует две:

- Энергонезависимые, содержащие на кристалле элемент памяти, в которой хранится положение движка при включении питания;
- Энергозависимые, не имеющие программируемой памяти, в которых движок, в зависимости от конфигурации, при

включении питания устанавливается в нулевое, среднее или максимальное положение. Конкретные особенности каждого прибора описаны в технической документации.

Энергонезависимые потенциометры дополнительно классифицируются по типу памяти:

- EEPROM;
- Однократно программируемые (OTP);
- Многократно программируемые.

Широкий ассортимент видов памяти позволяет подобрать цифровой потенциометр наиболее подходящий для конкретной системы. Например, в устройствах, требующих постоянной регулировки, могут использоваться энергозависимые цифровые потенциометры. Для систем с однократной заводской калибровкой лучше подойдут потенциометры с OTP памятью. Цифровые потенциометры с EEPROM сохраняют положения движка, так что после включения питания они возвращаются в последнее состояние и могут продолжать регулироваться по мере необходимости.

Заключение

Как было показано выше, цифровые потенциометры могут применяться при создании простых в использовании регулиру-

емых сигнальных цепей, заменяя в них механические потенциометры, улучшая таким образом характеристики и надежность системы и сокращая площадь печатной платы. Учет вышеизложенных соображений позволит упростить разработку систем и улучшить их характеристики.

Примечания

1. Амплитуда сигнала, передаваемого через цифровой потенциометр, ограничена его минимальным и максимальным напряжением питания. Если сигнал выходит за эти пределы, он будет ограничен внутренними защитными диодами. Для сигналов переменного тока необходимо использовать потенциометры с двуполярным питанием или, при однополярном питании, добавлять к сигналу постоянную составляющую.
2. Так же, как и в случае ЦАП, разрешение определяется количеством положений движка. При типичных значениях 128 или 256 у некоторых приборов этот параметр может достигать 1024. **РЛ**

Материалы по теме

1. [Datasheet Analog Devices AD5144](#)
2. [Datasheet Analog Devices AD5258](#)
3. [Datasheet Analog Devices AD5259](#)



Развитие и продукты завода «Самсунг Электроникс Рус Калуга»

Юрий Петровавловский

Предприятие по производству телевизоров и стиральных машин Samsung Electronics Rus Kaluga (SERK, официальное название ООО «Самсунг Электроникс Рус Калуга», Рисунок 1) в настоящее время обеспечивает рынок ЖК-телевизоров, мониторов и стиральных машин под брендом Samsung в России на 100%. Предприятие также осуществляет поставки продукции в республики бывшего СССР и Монголию, а стиральных машин – и в страны Европы. Однако прежде чем начать рассказ о предприятии, коротко остановимся на истории и особенностях Индустриального парка «Ворсино», в котором оно расположено.

Инициаторами создания индустриального парка вблизи села Ворсино в Боровском районе Калужской области стали губернатор

Анатолий Артамонов и областное правительство. Общая площадь выделенных для парка земель составляет 1610.6 га. Строительство в парке началось в 2006 году с создания инфраструктуры (газ, вода, электроэнергия, дороги, связь и т. д.); статус индустриального парка присвоен 1 апреля 2008 года. Первым застройщиком стала компания «Нестле» (Швейцария, фабрика по производству кормов для животных Purina). К настоящему времени резидентами «Ворсино» являются более 25 компаний, в том числе L'Oréal (Франция, с 2010 года, шампуни, краски для волос), «НМЛК-Калуга» (электрометаллургический прокат), Medena (Швейцарская фармацевтика), MANLE (Германия, поставщик мирового уровня для автомобильной промышленности).

В мае 2017 года дан старт строительству нового фармзавода компании ООО «Нова-Мелика» (Инвестиционный проект «РОСНАНО»). Инвестор проекта – американская компания Pfizer, предоставляет новому заводу лицензии на производство современных медицинских препаратов, многие из которых в России не производятся.

«Ворсино» располагает таможней и железнодорожной станцией; грузовые поезда уже ходят в Китай, осваиваются и другие маршруты «Нового Шелкового пути» (Индия, Европа). Резидентам «Ворсино» предоставляется 3-летнее освобождение от налогов.

Документ о создании завода SERK был подписан в июле 2007 г., закладка первого



Рисунок 1. Одно из зданий завода SERK.



Рисунок 2. Церемония открытия завода SERK.

камня состоялась в сентябре, а менее чем через год было запущено основное производство телевизионной техники и печатных плат. Торжественное открытие завода состоялось 4 сентября 2008 года. На Рисунке 2 церемония открытия SERK с участием вице-президента и исполнительного директора Samsung Electronics г-на Юн Ву Ли, посла Республики Корея в России г-на Ли Гю Хен и губернатора Калужской области Анатолия Артамонова.

Знаменательные вехи в дальнейшем развитии завода:

- в 2009 году состоялось открытие цеха «Touch of Color»,
- в 2010 году открыт склад для хранения комплектующих,
- в 2011 году собран 10-миллионный телевизор,
- в 2012 году запущена линия по производству стиральных машин,
- в 2013 году собран 5-миллионный монитор,
- в 2014 году завершен крупнейший инфраструктурный проект – открыты собственные очистные сооружения.



Рисунок 3 Телевизор Samsung UE40EH6037K.

Основными видами продуктов завода до 2012 года были ЖК-телевизоры и мониторы, а также плазменные панели (PDP). В эксплуатации у автора находятся мониторы и телевизоры, выпущенные на заводе SERK в 2011-2013 годах. Мониторы находятся в эксплуатации с 2011 года (ежедневная работа по 6-12 часов), отказов и нареканий нет.

Телевизор высокой четкости 6-й серии с диагональю 40 дюймов Samsung UE40EH6037K (Рисунок 3) активно эксплуатируется с 2012 года (аналогичные модели с другими диагоналями – UE32EH6037K, UE46EH6037K). Телевизор обеспечивает разрешение до 1920×1080/50i/60p и поддержку 3D изображений, при этом используется активный беспроводной канал связи со стереоскопическими очками. Телевизор также обеспечивает прием сигналов цифрового эфирного ТВ DVB-T2, используемого в России, и сигналов цифрового кабельного телевидения DVB-C. Интерфейсы/разъемы: 2 входа HDMI, USB, COMMON INTERFACE, LAN, оптический выход звука, компонентные входы видео, SCART.

В пользовательской инструкции телевизора относительно устройств, подключаемых к USB разъему, приведены ограничения – ток не более 500 мА и отсутствие поддержки внешних жестких дисков. Однако по факту телевизор отлично управляет с дисками Seagate 1D8AP1-500 (500 Гбайт/0.5 А) и Transcend TS1TSJ25A3K (1 Тбайт/1 А), обеспечивая как воспроизведение, так и перемотку.



Рисунок 4. Стереоочки Active Glasses SSG-4100GB/GBW.

Для просмотра 3D контента используются очки 3D Active Glasses SSG-4100GB/GBW (вид сзади на Рисунке 4), управляемые по радиоканалу на частоте 2.4 ГГц. Питание очков обеспечивает стандартная батарея CR2025 на напряжение 3 В; ток потребления 0.85 мА (150 часов работы). Коммутация поляризации стекол очков с частотой полей 120 Гц осуществляется после проведения

процедуры синхронизации с телевизором при поднесении очков на расстояние 50 см; дальность действия 2-6 м.

Другой телевизор высокой четкости Samsung UE32F5020AK (аналогичные модели с другими диагоналями – UE39F5020AK, UE42F5020AK, UE46F5020AK, UE50F5020AK) эксплуатируется с 2013 года. Кроме диагонали 32 дюйма аппарат отличается отсутствием поддержки 3D и увеличенной частотой (100 Гц) интерполяции полей при движении (технология Clear Motion Rate – CMR); другие характеристики и функциональные возможности такие же, как у описанного выше UE40EH6037K. Упомянутые жесткие диски также без проблем читаются при подключении через порт USB, несмотря на предупреждение в руководстве пользователя о невозможности использования внешних жестких дисков.

Оба рассмотренных телевизора имеют светодиодную заднюю подсветку ЖК-матриц, что дало основание в обиходе и в торговле называть их LED телевизорами.

Существует распространенное мнение об «отверточном» характере производства телевизоров в России, то есть установке готовых плат и узлов в корпуса и их упаковке. Однако на заводе SERK локализация производства весьма значительна. Уже к 2010 году SMD отдел предприятия располагал четырьмя производственными линиями поверхностного монтажа компонентов на печатные платы с использованием самого современного японского оборудования – установщиков компонентов, устройств селективной пайки и других. Одна линия может устанавливать на платы с обеих сторон до двух миллионов компонентов в сутки. К настоящему времени на заводе работают 12 линий по монтажу печатных плат, что полностью удовлетворяет



Рисунок 5. В отделе печатного монтажа завода SERK.



Рисунок 6. Сборка телевизоров.

потребности предприятия и российских сервисных центров. (На Рисунке 5 отдел печатного монтажа SERK).

Более крупные детали и узлы на платы устанавливают вручную, затем готовые платы поступают на сборочный конвейер (Рисунок 6). Шесть основных производственных линий завода выпускают более 100 моделей телевизионной техники, включая телевизоры высокой четкости Full HD, сверхвысокой четкости UHD/4K и модели с изогнутым экраном. На Рисунке 7 показана линия по контролю ЖК-панелей. Все выпускаемые модели телевизоров и мониторов проходят климатические испытания в специальных шкафах на воздействие изменений температуры окружающей среды в диапазоне $-10\ldots+40^{\circ}\text{C}$, а также на воздействие вибраций и ударов при падении аппаратов (в упаковке).



Рисунок 7. Контроль ЖК-панелей.

По производственным показателям SERK занимает одно из ведущих мест среди всех предприятий Samsung Electronics по всему миру. Завод SERK является единственным в мире подразделением Samsung, у которого есть собственные цеха производства пластмассовых изделий. В них производятся как корпуса и подставки для телевизоров, так и



Рисунок 8. Термопластиковые автоматы.

все другие необходимые для производства пластмассовые детали и узлы. (На Рисунке 8 цех термопластиковых автоматов). При производстве используются самые современные технологии, в том числе Touch or Color (ToC) и Hot Stamping.

Черные глянцевые корпуса телевизоров и мониторов, выполненные по технологии ToC («Прикосновение цветов»), по краям обрамлены тонкими цветными полосками, придающими своеобразный внешний вид аппаратам (окантовка обычно красная, янтарная или синяя). Горячее тиснение (Hot Stamping) заключается в нанесении фольги или окрашенной пленки на пластик штампованием под воздействием высокой температуры и давления

С сентября 2012 года в рамках программы диверсификации производства на заводе запущена линия по производству стиральных машин – первых изделий, относящихся к категории бытовой техники. На первом этапе комплектующие для сборки поставлялись с других предприятий Samsung, однако вследствие локализации производства превысила 75% благодаря расширению цеха и уста-



Рисунок 9. В цехе стиральных машин завода SERK.

новке дополнительного оборудования. (На Рисунке 9 цех стиральных машин).

В рамках программы импортозамещения налажены поставки от российских компаний стальных основ для передней и задней частей корпусов машин, резиновых уплотнителей-манжетов для дверец, противовесов, белых МДФ-панелей для верхних крышечек, локальных панелей серебристого цвета, шарикоподшипников, хромотитановых дверец, дверных петель и приводных валов. На самом заводе налажено производство дренажных насосов, задних и сливных шлангопроводов, машинных барабанов из нержавеющей стали (из сырья российских поставщиков). В число поставщиков входят такие компании, как ОАО «НМЛК» (Липецкая обл.), ГК ООО «СЭД-Сызрань», ООО «Русслитье» (Владимирская обл.), ГК «Евродизайн», ГК «Полипластик» (Московская обл.) ООО «Донг Чжин Корус» (Калужская обл.) и ряд других.



Рисунок 10. Стиральная машина AssWash.

С сентября 2016 года SERK начал поставки стиральных машин в 20 стран Западной и Восточной Европы, в том числе в Австрию, Италию, Данию и Швецию, а также начал производство уникальной серии стиральных машин AddWash, оснащенными дополнительными миниатюрными дверцами для добавления забытых вещей или моющих средств прямо во время стирки (Рисунок 10). Следует отметить, что контроль качества производимой продукции на всех этапах осуществляется в реальном времени, причем не только на самом заводе, но и в центральном подразделении Samsung Electronics в Сеуле, поэтому качество продуктов компании мало зависит от места или страны их производства.



Рисунок 11. Грузораспределительный комплекс.

На территории завода расположен масштабный логистический центр Samsung Russia Distribution Center, являющийся главным складским центром для всей продукции Samsung, импортируемой и производимой в России. (Рисунок 11). Погрузочно-разгрузочные работы на складах центра в значительной степени механизированы и автоматизированы, поэтому не требуют большой численности персонала (Рисунок 12).



Рисунок 12. Складское помещение завода SERK.

Наличие на территории «Ворсино» таможни и грузового железнодорожного центра «Freight Village Ворсино» позволило компании Samsung Electronics создать грузораспределительный комплекс, обеспечивающий поставки комплектующих и материалов не только для SERK, но и для других заводов корпорации, находящихся в Венгрии, Словакии и Польше. При этом для поставок был наложен новый, значительно более короткий маршрут – сначала из Кореи морем до китайского города Далянь, затем по Китайско-Восточной железной дороге до Забайкальска, а далее по Транссибирской магистрали по территории России до «Ворсино» (Рисунок 13). Первый поезд из Даляня по «Ново-



Рисунок 13. Маршрут «Новый Шелковый путь».

му Шелковому пути» прибыл в «Ворсино» 5 февраля 2016 года (отправление из Даляня 27 января). Доставка грузов из Кореи морем через Суэцкий канал занимает 50 суток, через Находку и Транссиб 30 суток, по «Новому Шелковому пути» 20 суток.



Рисунок 14. Демонстрационный зал систем B2B.

В 2014 году на заводе был организован отдел по развитию продаж коммерческой продукции (B2B) и введен в эксплуатацию демонстрационный зал новейших B2B решений для образования, здравоохранения, транспорта, промышленности, телекоммуникаций, ЖКХ и других профессиональных приложений ЖК-панелей (Рисунок 14).



Рисунок 15. Партнёры завода SERK в Калужской области.

Инвестиции Samsung Electronics в калужское подразделение превысили 270 млн долларов, что делает компанию крупнейшим инвестором в области. Расширяя производство, Samsung привлекает и другие компании, в том числе корейские. В рамках мероприятий по локализации производства в Калужской области открыты четыре предприятия партнера для производства комплектующих (Рисунок 15). Выпуск продукции SERK стабилен на протяжении нескольких последних лет (выручка 45 млрд руб./2015, 53.7/2014, 56.7/2013), а производственные мощности завода позволяют добиться выпуска до 10 миллионов единиц готовой техники в год.

Завод SERK играет важную роль не только в экономике Калужской области, но и в социальной сфере. Численность персонала завода увеличилась с 1000 человек в 2010 году до более 1500 человек в настоящее время, средний возраст сотрудников предприятия 31 год. Социальные гарантии и достойная оплата труда являются ключевыми факторами ростами благосостояния сотрудников завода. Политика компании направлена на обучение и развитие молодых специалистов, им предоставляется возможность обучения иностранным языкам и стажировка на предприятиях Samsung в других странах мира. На заводе на высоком уровне организовано питание сотрудников, оборудованы специальные рабочие места для людей с ограниченными возможностями, установлены специальные информационные стенды, налажена система диалога персонала с руководством предприятия. Создан совет трудового коллектива – SMS комитет, работа которого направлена на улучшение условий труда, повышения его производительности, решения текущих вопросов.

Вне предприятия жизнь коллектива интересна и разнообразна. Для удобства работников созданы условия для занятий спортом, спортивные площадки, оборудованы тренажерные залы, проводятся корпоративные турниры, конкурсы и культурно-массовые мероприятия. Компания принимает активно участие в общественной жизни региона, поддерживает различные экологические, спортивные, социальные и образовательные проекты. По словам гендиректора SERK Ан Юн Сунна (Рисунок 16), основными принципами работы компании являются достижение наи-



Рисунок 16. Генеральный директор завода SERK (до 2016 г.).

высшего качества на всех этапах производства, сокращение затрат за счет постоянных инноваций, внедрение рационализаторских предложений, повышение уровня знаний и благосостояния работников.

В июне 2016 года генеральным директором SERK назначен г-н Ли Хван Кюн (Lee Hwong Kyun), начавший свою деятельность в Samsung в 1990 году, а до своего назначения возглавлявший завод Samsung в Индонезии. Ли Хван Кюн является признанным экспертом компании Samsung Electronics в области визуальных технологий (Visual Display) и логистики.

В марте 2017 года на заводе SERK запущено производство QLED-телевизоров нового поколения (Рисунок 17). Эти телевизоры позволяют воспроизводить 100% цветовой палитры (в LED телевизорах 70%) за счет применения в системах обратной подсветки ЖК-экрана квантовых точек (Quantum Dots). Кроме того, изображения QLED-телевизоров можно наблюдать под любыми углами.



Рисунок 17. Сборка телевизоров QLED.

Квантовые точки представляют собой нанокристаллы, которые в зависимости от размеров могут светиться различными цветами, в том числе красным, зеленым и синим, необходимыми для получения белого света. Первые квантовые точки получил советский физик Алексей Екимов в 1981 году, а первый экран с квантовыми точками представила компания Samsung Electronics в 2011 году.

В QLED-панелях между светодиодами обратной подсветки и ЖК-матрицей вместо слоя светофильтров расположен слой с квантовыми точками, переизлучающими свет синих светодиодов подсветки в чистые красный, зеленый и синий цвета, сумма которых и дает особо чистый белый свет. В результате QLED-экран обеспечивает очень точную цветопередачу и широкий цветовой охват. При обычной светодиодной подсветке теряется масса деталей на самых ярких и самых темных участках изображения. QLED-экраны лишены этого недостатка, поэтому легко обеспечивают изображение высокой четкости и поддерживают 10-разрядные видеосигналы HDR. Тут следует заметить, что все перечисленные преимущества реализуются только при соответствующем качестве исходного изображения, в противном случае разницы не увидеть, а доступного контента нужного качества в настоящее время весьма мало.



Рисунок 18. Стиральная машина WW4000.

В каталоге Samsung 2017 года представлены QLED-телевизоры с изогнутым экраном с диагоналями от 49 дюймов (Q7C4K Curved Smart/139,990 руб. на 19.08.2017) до 75 дюймов (Q8C4K Curved Smatr QLED TV/ 549,990 руб. на 19.08.2017).

В июле 2017 года SERK запустил производство обновленных стиральных машин серий WW3000, WW4000 (Рисунок 18), WW5000 (рекомендованная цена 22,000-30,000 руб.). Новые модели узких стильных машин с загрузкой 6-7 кг оснащены инновационными инверторными моторами, генераторами Ecobubble, функциями Суперполоскания+ и стирки с паром. **РЛ**

Гигантская солнечная станция в тунисской пустыне будет обеспечивать электроэнергией Европу

Megan Darby

Climate Home

Разработчик TuNur подал заявку на разрешение построить гигантскую солнечную станцию на краю тунисской Сахары, соединенную подводными кабелями с Европой



TuNur планирует установить ряд концентрирующих солнечных электростанций, подобных испанской Gemasolar.

В течение многих лет идут разговоры о том, что в пустыне Сахара пропадают огромные солнечные ресурсы, достаточные для того, чтобы годами питать Европу, однако до сих пор не появилось практически ничего, что было бы можно пощупать руками.

Нашумевшая в свое время инициатива Desertec с бюджетом 400 миллиардов евро, задуманная 19 акционерами, потерпела крах

на фоне политической нестабильности в Северной Африке и опасений за сохранность вложений.

Теперь же появилась надежда, что грандиозный проект в Тунисе станет первым проектом, сделавшим экспорт солнечной энергии реальностью. Разработчик TuNur обратился в Министерство энергетики с запросом на получение разрешения на строительство станции мощностью 4.5 ГВт возле Rjim Maatoug в юго-западной части страны.

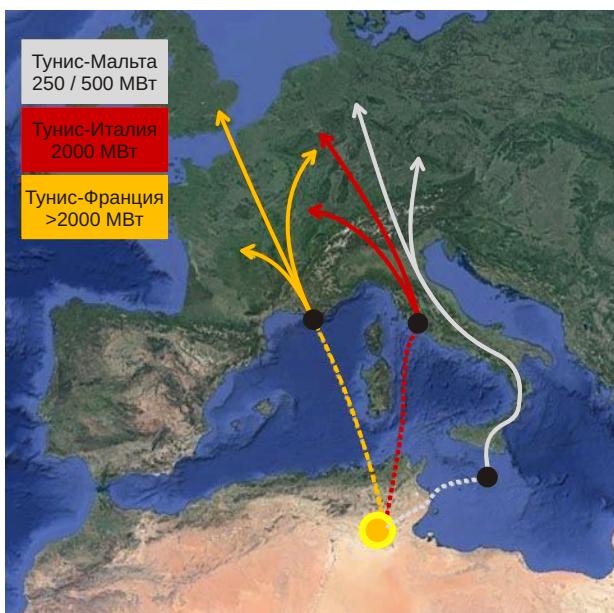


Производимое электричество по проложенным по дну моря кабелям будет поставляться в Италию, Францию и на Мальту.

Если все пойдет гладко, то, как сообщил в интервью порталу Climate Home исполнительный директор TuNur Кевин Сара (Kevin Sara), первая фаза работ с ожидаемым объемом инвестиций €1.6 млрд может быть закончена к 2020 году подключением к Мальте линии мощностью 250 МВт.

Экономическое обоснование проекта опирается на обилие солнца в Тунисе, которого там на 20% больше, чем в лучших местах Европы, и на огромные площади необрабатываемых земель. Кроме того, проект лежит в русле политики ЕС в отношении климата и чистой энергии.

TuNur планирует использовать технологию концентрации в центральной башне солнечной энергии, отраженной массивом установленных на земле зеркал. Гибкость генерации мощности будет обеспечиваться накопителями энергии с расплавленными солями в качестве основного теплоносителя. Даже после завершения строительства первой очереди мощностью 250 МВт, станция уже будет одним из крупнейших тепловых солнечных объектов на земле.



Первая фаза проекта TuNur.

В случае полной реализации проекта, коллекторы солнечной энергии займут 25,000 гектар, что примерно втрое превышает площадь Манхэттена. «Здесь так много абсолютно маргинальной земли, которая не подходит для сельского хозяйства, – сказал Сара. – Она тут просто простирается, и местные жители будут рады, если мы придем и что-нибудь сделаем с ней».

В 2014 году Тунис сал третьей страной мира, включившей статью о защите климата в свою конституцию. Вслед за этим последовало принятие в 2015 году закона о возобновляемой энергии.

Однако остаются политические препоны. TuNur активно лobbировала включение пункта об экспорте в законодательство о чистой энергии, выступая против государственной монополии на электроэнергию. Похоже, ей удалось достичь определенного успеха.

На просьбу о комментарии, посланную по электронной почте, тунисское Министерство энергетики не ответило.

«Создание отрасли экспорта возобновляемой энергии действительно было решением парламента, – сказал Сара. – Мы испытываем осторожный оптимизм».

50% проекта TuNur принадлежит британской компании Nur Energie, и 50% – инвесторам из Туниса и Мальты.

Это предприятие вызывает беспокойство у некоторых североафриканских стран. Критикуя в 2015 году инициативу Desertec в журнале *New Internationalist*, алжирский активист Хамза Хамучен (Hamza Hamouchene) обвинил ее сторонников в неоколониализме.

«Сахара описывается как обширная, пустынная, малонаселенная земля, дающая прекрасную возможность обеспечивать Европу энергией, чтобы она могла продолжать свой сумасбродный потребительский образ жизни и расточительное потребление энергии», – писал он.

«Это тот же язык, который использовался колониальными режимами для оправдания своей цивилизаторской миссии, и я, как африканец, не могу не испытывать настороженности в отношении к подобным мегапроектам и их "благородным целям", мотивы которых зачастую оказываются просто сахарной глазурью, используемой для прикрытия жестокой эксплуатации и обычного грабежа».

«Экспортный проект TuNur обсуждался в то самое время, когда Тунис столкнулся с перебоями в подаче электроэнергии и был вынужден импортировать ее из соседнего Алжира», – добавил он.

Но Сара говорит, что люди в регионе поддерживают этот проект. По сути, он утверждает, что создание отрасли солнечной промышленности поможет устранить неравенство между богатыми прибрежными городами Туниса и слаборазвитыми внутренними районами. «То, что мы хотим сделать – это действительно создать сектор [солнечного экспорта] и увлечь за собой других людей».

В пресс-релизе, сообщающем о заявлении правительства, цитируется Мохамед Ларби Бен Сайд (Mohamed Larbi Ben Said), председатель правления общины El Ghrib, владеющей этой землей: «Этот проект обеспечивает экономическое развитие, необходимое нашему региону и нашему сообществу. Он даст возможность извлекать реальную пользу из этих квази-пустынных земель, не нарушая их экологии».

TuNur был связан с промышленной инициативой Desertec, но Сара выразил уверенность в том, что теперь он не повторит его судьбы: «То, что мы создали тогда [с Desertec], было большим консорциумом компаний, ищущих возможности для бизнеса, но без планов и без проектов. Вот в чем проблема. Теперь же мы были сосредоточены на вполне конкретном проекте в вполне конкретном месте». **РЛ**

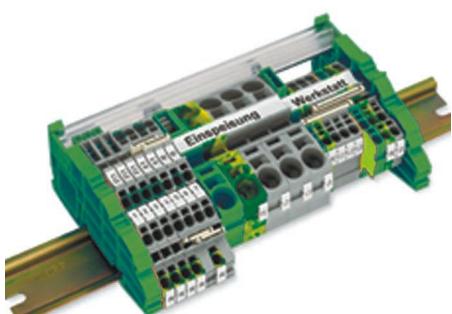
настоящее немецкое качество



контрольно-измерительное оборудование



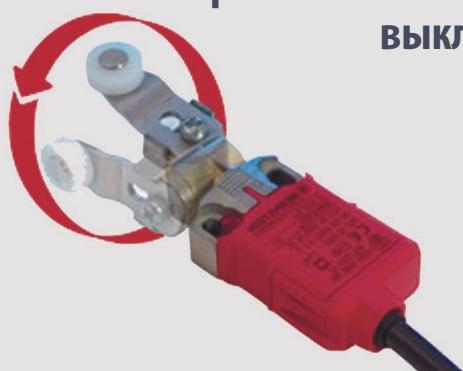
инструмент для разделки кабеля и снятия изоляции



клеммы на DIN рейку и для печатных плат



промышленные корпуса выключатели датчики



ДЕЦИМА

ПОСТАВКА ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ

ДИСТРИБЬЮТОР В РОССИИ



МОСКВА, ЗЕЛЕНОГРАД, +7(495) 988-4858

WWW.DECIMA.RU



Формирование дифференциального сигнала с помощью трансформатора и сплиттера

Raymond Ho

Electronic Design

У большинства функциональных генераторов и анализаторов цепей выходной сигнал выводится на один порт. Если понадобится дифференциальный сигнал, вам придется за огромные деньги покупать анализатор цепей с двумя портами. Но есть и альтернативные решения, позволяющие сформировать дифференциальные сигналы без покупки дорого оборудования. Два самых популярных решения основаны на использовании трансформатора или разделителя сигналов (сплиттера).

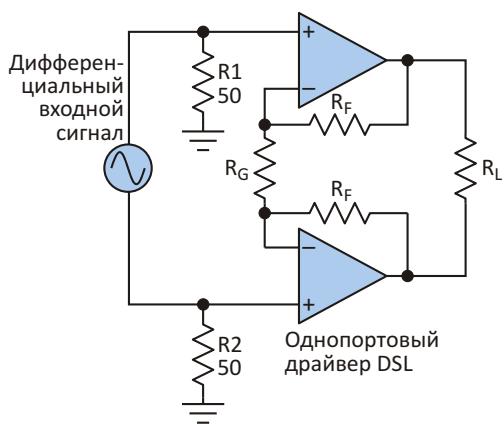


Рисунок 1. Большой размах выходного напряжения можно с минимальными затратами получить с помощью двух операционных усилителей. Размах выходного напряжения может быть почти в два раза больше, чем у схемы, использующей один источник питания 12 В, что очень удобно для драйверов xDSL.

Зачем нам может потребоваться дифференциальный сигнал? К примеру, в конструкции драйвера xDSL два операционных усилителя можно сконфигурировать так, чтобы, не меняя напряжения питания, увеличить размах выходного сигнала (Рисунок 1). Если напряжение питания усилителей равно +12 В, размах сигнала на одном выходе будет ограничен напряжением шин питания (10 В пик-пик), в то время как выходной сигнал, снимаемый дифференциально, может быть почти вдвое больше (18 В пик-пик). Обратите внимание, что речь идет о выходе, а не о входе. Входной сигнал, формируемый сплиттером, должен быть в коэффициент усиления раз меньше.

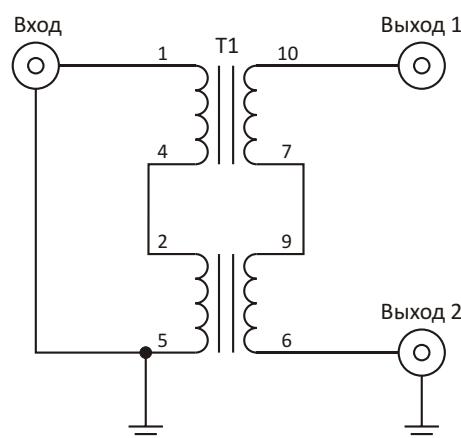


Рисунок 2. Для дифференциальной схемы на Рисунке 1 нужен трансформатор. Это самый дешевый способ получения от этой схемы дифференциального выходного напряжения.

Таблица 1. Сравнение решений, основанных на использовании трансформатора и разделителя сигналов

Источник дифференциального сигнала	Изготовитель	Модель	Соотношение витков	Полоса пропускания		Цена
				Из документации	Измеренная	
Трансформатор 1	Coev Magnetics	C1216	1:1	—	До 5 МГц (-3 дБ)	\$2
Трансформатор 2	Pulse	BX4240LNL	1:2.5	—	До 35 МГц (-3 дБ)	\$2
Разделитель сигналов	Mini-Circuits	ZSCJ-2-2	—	0.01...20 МГц	До 55 МГц (-3 дБ)	\$60

Дешевле всего сформировать дифференциальный сигнал можно с помощью трансформатора (Рисунок 2). Одним из важных аспектов является измерение полосы пропускания трансформаторов, поскольку мы хотим, чтобы полоса пропускания измерительной установки была не меньше, чем у усилителя. На Рисунке 3 показаны частотные характеристики двух трансформаторов с разными полосами пропускания. Из графи-

ков хорошо видно, что обеспечить измерения в полосе частот 30 МГц способен только трансформатор 2, тогда как полоса трансформатора 1 ограничена значением 4 МГц. Альтернативный способ формирования дифференциального сигнала основан на использовании разделителя сигналов. Таблица 1 позволяет сравнить решения, базирующиеся на трансформаторе и сплиттере.

Одним из преимуществ использования разделителя сигналов является то, что не требуется изготовление печатной платы. В отличие от простого кабельного подключения сплиттера, на разводку печатной платы понадобится дополнительное время. Конечно же, разделители сигналов дороже, чем трансформатор и печатная плата.

Это классическая альтернатива «время- деньги». Если кто-то готов потратить \$60, я рекомендовал бы в качестве источника дифференциального сигнала использовать разделитель. Разделитель сигналов может обеспечить гарантированную полосу пропускания, а полосу пропускания трансформатора пользователь должен проверять экспериментально. Но в любом случае однопортовый анализатор цепей теперь сможет иметь два порта, созданных с помощью трансформатора или разделителя сигналов. **РЛ**

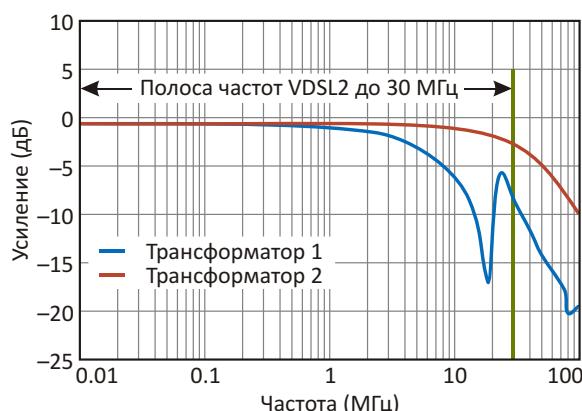


Рисунок 3. Для правильного возбуждения пары линий xDSL важен выбор трансформатора с подходящей частотной характеристикой. Нетрудно видеть, что частотная характеристика трансформатора 2 лучше, чем у трансформатора 1.

Пассивный тонкомпенсированный регулятор громкости с НЧ коррекцией



Часть 1

Алексей Кузьминов, Москва

В статье приводятся принципиальные схемы, варианты разводки плат и фотографии готовых устройств пассивных тонкомпенсированных регуляторов громкости (ТКРГ) с НЧ коррекцией. Применение двух резонансных контуров, настроенных на частоты 20 Гц и 20 кГц, позволило существенно приблизить АЧХ ТКРГ (также приведенные в статье) к линиям равной громкости, а использование первичной обмотки малогабаритных трансформаторов ТОТ-ХХ индуктивностью в единицы генри в контуре 20 Гц и индуктивности для поверхностного монтажа в контуре 20 кГц, не требующих утомительных ручных моточных работ, – получить недорогое миниатюрное устройство с простейшей схемой.

Тонкомпенсированные регуляторы громкости (ТКРГ), основанные на RC-цепочках [3], обеспечивают недостаточный диапазон регулировки громкости (не более 20 дБ) и, кроме того, их АЧХ существенно отличаются от кривых равной громкости (Флетчера-Мэнсона, Робинсона-Дадсона, ГОСТ Р ИСО 226-209 и т.п.). Для экономии места в статье график кривых равной громкости приведен в дополнительных материалах к статье, размещенных на сайте журнала.

ТКРГ, в котором АЧХ при регулировке громкости более приближены к кривым равной громкости, был опубликован в работе [4] (2003 г.). Этот регулятор основан на резонансном контуре, настроенном на частоту 20 Гц. Снижение добротности контура позволило получить кривые резонанса, которые, по мнению автора [4], проходят близко от кривых равной громкости. Однако в связи с тем, что частота резонанса $F_{РЕЗ}$ очень низкая (20 Гц), для создания подобного резонансного контура требуется

очень большие номиналы емкости конденсатора и индуктивности дросселя (например, $L = 3.2 \text{ Гн}$, $C = 20 \text{ мкФ}$), что нетрудно подсчитать, учитывая, что $F_{РЕЗ} = 1/(2\pi\sqrt{LC})$. В связи с этим автором [4] вместо индуктивности был использован так называемый гиратор, т. е. схема на ОУ, моделирующая индуктивность. Однако сложность схемы, масса дополнительных регулировок, недостаточная коррекция (менее 30 дБ), существенное отклонение АЧХ от кривых равной громкости в области ВЧ, а главное, применение дополнительного ОУ, который неизбежно будет «шуметь», вызывают сомнения в высоком качестве подобного регулятора громкости.

В более новой статье за 2015 г. [5] ее автор использовал тот же принцип (резонансный), но только подошел в прямом и переносном смысле «с другого конца». А именно, использовал резонансный контур, настроенный на частоту 20 кГц, т. е. частоту другого конца звукового диапазона частот.

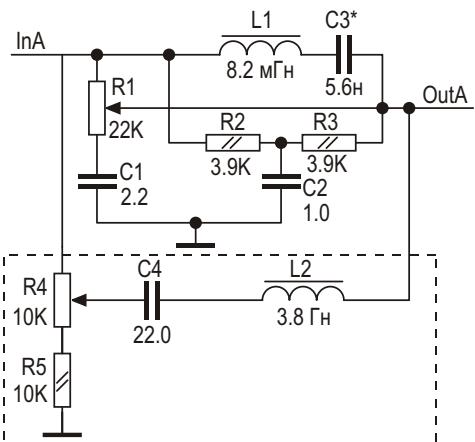


Рисунок 1. Упрощенная схема ТКРГ с НЧ коррекцией.

В верхней части Рисунка 1 (исключая пунктирный прямоугольник) показана схема одноканального ТКРГ, описанного в [5]. Хотя, как видно из схемы, она проста до примитивности, существенное приближение АЧХ такого ТКРГ к кривым равной громкости, а также кардинально больший диапазон регулировки уровня звукового давления (до 60 дБ) в подобном устройстве послужили причиной, побудившей сделать такой регулятор и попробовать его в работе. Результаты такой пробы просто ошеломили автора: высокие частоты (ударные) явно прослушивались при самом малом уровне громкости, а средние частоты не затмевали ни НЧ, ни ВЧ. Что касается низких частот, то они также были почти в норме, если не считать самых низких частот (от 100 до 20 Гц). В этом диапазоне частот АЧХ этого регулятора, судя по таблицам из [5], имеют отклонения от кривых равной громкости, т.е. идут ниже: на 4 дБ на частоте 100 Гц, на 10 дБ на частоте 50 Гц и на 28 дБ на частоте 20 Гц. На слух этот недостаток воспринимается только при некотором положении регулятора громкости и при воспроизведении музыкальных файлов, в которых содержится достаточно большая доля низкочастотных составляющих (низкие басовые ноты, барабаны типа «бочка» и т. п.).

Автор задался вопросом: а нельзя ли, не трогая уровни СЧ и ВЧ, поднять исключительно уровень НЧ с помощью цепочки L2C4, показанной в пунктирном прямоугольнике на Рисунке 1? Причем, поскольку это резонансная цепь, то, настроив ее на частоту 20 Гц, можно существенным образом поднять

самые низкие частоты и, таким образом, скорректировать вышеуказанный недостаток. Правда, очень большая индуктивность L2 в 3.2 Гн вызывала у автора сомнение. На первый взгляд, кажется, что это огромный дроссель весом в несколько килограмм. Однако автору попалась статья из старого журнала Радио за 1974 г. [2], в которой приводится схема регуляторов тембров, основанная также на резонансных контурах, один из которых настроен на частоту около 70 Гц. В этом регуляторе используется индуктивность 2.7 Гн. Для получения такой индуктивности автор [2] использовал ферритовое кольцо 2000 НМ K20×12×6 ($\mu = 2000$, размер 20×12×6 мм), на которое было намотано 2000 витков, да еще проводом ПЭВ-2 0.08! Перспектива, конечно, не совсем приятная, однако современные ферритовые материалы имеют магнитную проницаемость μ кардинально большую, чем 2000. Например, у ферритов CF199 (Ferroxcube) и T38 (Epcos) $\mu = 10000$, у X46 (Epcos) $\mu = 15000$, поэтому количество витков можно существенно уменьшить.

Вначале автор попробовал кольцо из материала CF199 размером 20×10×10 мм с коэффициентом начальной (одновитковой) индуктивности $A_L = 12.4 \text{ мкГн/вит}^2$ (T2010CF199) производства компании Ferroxcube. Нетрудно подсчитать, что, если на такое кольцо намотать $W = 500$ витков, то можно получить индуктивность $L = A_L \times W^2 = 12.4 [\text{мкГн/вит}^2] \times 500^2 [\text{вит}^2] = 3.1 \text{ Гн}$. Для получения индуктивности 3.2 Гн на таком кольце было намотано 530 витков проводом ПЭПШО 0.08. Сопротивление обмотки составило 44 Ом.

В то же время существуют и менее габаритные кольца, чем кольцо T2010CF199. Это кольца R16×9.6×6.3 (размер 16×9.6×6.3 мм) из новейшего (2016 г.) материала 3Е12 (TX16/9.6/6.3-3Е12, $\mu = 12000$, $A_L = 7 \times 73 \text{ мкГн/вит}^2$) производства компании Ferroxcube. При намотке 700 витков на таком кольце расчетом можно получить $L = 7.73 [\text{мкГн/вит}^2] \times 700^2 [\text{вит}^2] = 3.77 \text{ Гн}$ (поскольку значение $A_L = 7.73 \text{ мкГн/вит}^2$ в справочном листке приводится с погрешностью $\pm 30\%$, то и полученная индуктивность имеет такую же погрешность). Реально на таком кольце было намотано 710 витков провода ПЭЛ-0.15. Измеренная индуктивность составила 3.1 Гн, сопротивление обмотки оказалось равным 14 Ом.

В качестве индуктивности L1 автор использовал достаточно распространенное кольцо Epcos R6.30×3.80×2.50 из материала N87 с магнитной проницаемостью $\mu = 2200$ (B64290P0037X087) с $A_L = 0.56 \text{ мкГн/вит}^2$. Индуктивность такого кольца легко подсчитать: $L = A_L \times W^2$, где W – количество витков. Если, например, W = 100, то L = 5.6 мГн. Измерения RLC-метром показали, что для получения индуктивности около 8 мГн на кольцо R6.30×3.80×2.50 N87 требуется намотать 114...115 витков проводом ПЭЛ-0.12 или ПЭПШО-0.08.

Пробы с кольцами T2010CF199, TX16/9.6/6.3-3E12 (в качестве L2) и B64290P0037X087 (L1) по схеме Рисунок 1 показали (см. далее), что НЧ-коррекция, добавленная в пунктирном прямоугольнике на Рисунке 1, существенным образом поднимает самые низкие частоты (вплоть до 20 Гц), однако несколько часов, потраченных автором на намотку колец L2, а также некоторое время (хоть и существенно меньшее), потраченное на намотку колец L1, заставили автора задаться вопросом: а нельзя ли вообще обойтись без моточных работ, купив что-либо готовое с соответствующей индуктивностью?

Что касается L1, то в продаже можно найти недорогую (около 20 руб. за штуку) готовую

катушку индуктивности 8.2 мГн в корпусе для поверхностного монтажа размером 1812 (CM565050 822J). А вот дроссель индуктивностью в районе 3 Гн малого размера автору найти не удалось. В продаже можно найти достаточно дорогие дроссели с такой индуктивностью, но их размер (более 3×3×3 см) автора не устроил (да и цена тоже).

Однако автору попались интересные трансформаторы TOTXX (TOT – сокращение от Трансформатор Оконечный Транзисторный) размером всего 15×15×14 мм [6]. Индуктивность первичной обмотки трансформаторов TOT15 – TOT21 составляет 2.0 Гн с омическим сопротивлением в 624 Ом. У TOT22 – TOT28, соответственно, 3.8 Гн и 880 Ом. Вторичная обмотка этих трансформаторов занимает, как правило, не более 10% от объема всего трансформатора и, если ее не использовать, то в качестве дросселя L2 (Рисунок 1) вполне можно использовать первичную обмотку. Подобные трансформаторы уже достаточно давно (с конца 1980 годов) выпускаются нашей промышленностью (и продолжают выпускаться до сих пор). Цены на эти трансформаторы 1990-х годов выпуска не превышают 50-60 руб. за штуку. Кроме того, они достаточно распространены, а потому широкодоступны.

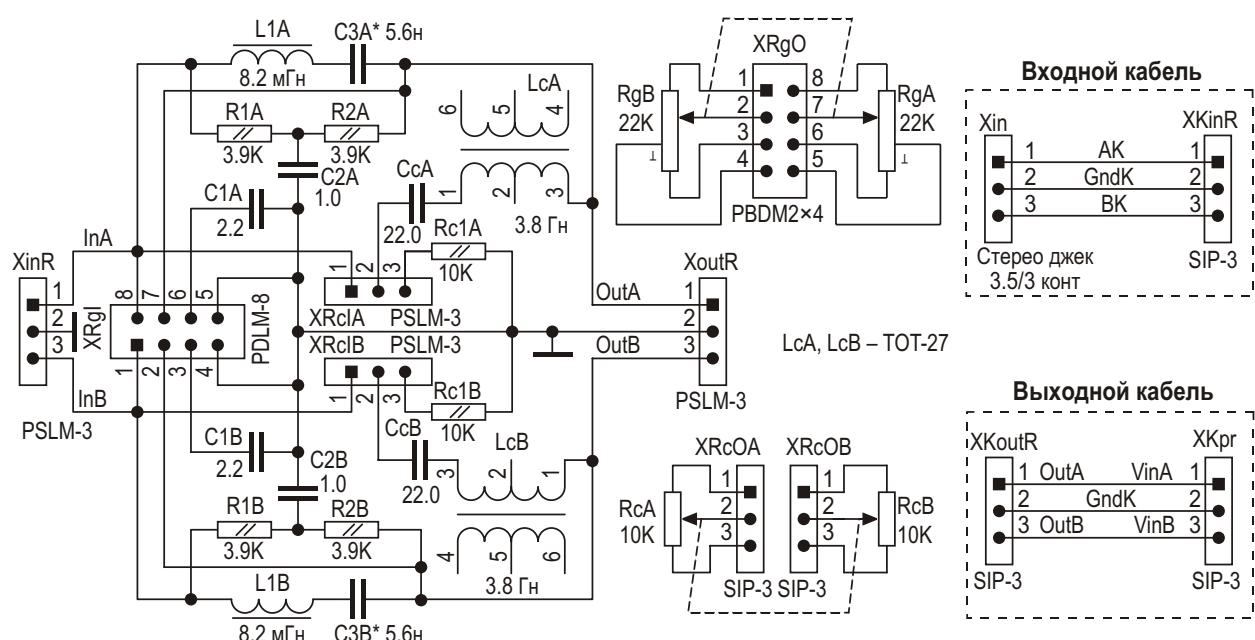


Рисунок 2. Принципиальная схема двухканального ТКРГ на основе трансформатора TOT27.

Автором были приобретены трансформаторы TOT27 и TOT28, а также (на пробу) TOT18.

Схема двухканального ТКРГ (Рисунок 2) на базе первичной обмотки TOT27 (LcA, LcB) и индуктивности 8.2 мГн для поверхностного монтажа CM565050 822J (L1A, L1B) достаточно проста и построена на основе схемы Рисунок 1.

Оба входных сигнала (InA и InB) подаются на входной разъем XinR, представляющий собой 3-контактные цанговые штыри с шагом 2.54 мм (PLSM-3), а оба выходных сигнала (OutA и OutB) выведены на такой же разъем XoutR. Резистор регулировки громкости подключается к 8-контактному разъему XRgI, представляющему собой четыре двухрядных цанговых штыря с шагом 2.54 мм (PDLM-8). Резистор НЧ-коррекции (RcA-RcB) подключается к двум 3-контактным разъемам XRcIA и XRcIB (PSLM-3).

Номиналы резисторов Rc1A, Rc1B (10 кОм), соответствующие резистору R5 схемы на Рисунке 1, и номиналы резисторов RcA-RcB (также 10 кОм), соответствующие резистору R4, выбраны не случайно. Дело в том, что ни расчетами, ни моделированием эти значения не получить, поскольку их воздействие на АЧХ ТКРГ зависит от множества факторов, которые необходимо учитывать. Однако, как будет видно из дальнейшего изложения, значения номиналов этих резисторов очень просто получить опытным путем, сняв реальные АЧХ ТКРГ. Для этого автором вместо двух резисторов R4 и R5 (Рисунок 1) был установлен один переменный резистор номиналом 20 кОм (т.е. почти равный R1). Сняв АЧХ ТКРГ по схеме на Рисунке 1 при отключенной цепочке L2C4 и добившись аналогичного АЧХ вращением движка переменного резистора 20 кОм при включенной цепочке L2C4, автор получил, что при среднем положении этого резистора АЧХ в обоих случаях идентичны. Другими словами, при нижнем положении резистора R4 (Рисунок 1) АЧХ этого ТКРГ соответствует АЧХ при отключенной цепочке L2C4 (то есть, при отсутствии НЧ коррекции).

Сдвоенный переменный резистор регулировки громкости RgA-RgB соответствующим кабелем соединяется с разъемом XRgO, представляющим собой двухрядные 4-

контактные цанговые гнезда с шагом 2.54 мм (PBDM2×4). Сдвоенный переменный резистор НЧ-коррекции RcA-RcB двумя кабелями соединяется с двумя 3-контактными разъемами XRcOA и XRcOB, представляющими собой два 3-контактных цанговых гнезда с шагом 2.54 мм (SIP-3).

Входной кабель, показанный в пунктирном прямоугольнике в верхней правой части схемы, представляет собой экранированный кабель с двумя 3-контактными разъемами на концах: Xin (стерео джек 3.5 мм) и XKinR (SIP-3). Разъем Xin вставляется в соответствующее гнездо, предназначенное для подключения наушников, телефона, планшета, плеера или компьютера. Если компьютер стационарный, то это гнездо салатового цвета, установленное на передней панели системного блока; в ноутбуке такое же гнездо установлено на задней стенке. Разъем XKinR кабеля подключается к входному разъему XinR платы ТКРГ. Сам кабель пропущен через резиновую втулку, установленную на корпусе усилителя (либо через пластмассовый кабельный ввод).

Выходной кабель (показанный в пунктирном прямоугольнике в нижней правой части схемы), также представляет собой экранированный кабель; он подключается к разъему XoutR с помощью 3-контактного разъема из цанговых гнезд SIP3 (XKoutR). На втором конце этого кабеля расположен точно такой же разъем SIP3 (XKrg), который подключается к входному разъему предварительного усилителя (например, описанного в статье автора [1]).

Остальные компоненты схемы в связи с ее простотой, на взгляд автора, в комментариях не нуждаются.

Все постоянные резисторы – для поверхностного монтажа размером 0603. Все конденсаторы керамические, также для поверхностного монтажа. Конденсаторы C2A, C2B, C3A и C3B имеют размер 0603 и максимальное напряжение 50 В; C1A и C1B – 0805, 25 В; CcA и CcB – 1206, 25 В. Переменный резистор RgA-RgB – сдвоенный потенциометр СП3-33-25 с функциональной характеристикой «В» (показательная или обратнологарифмическая, русская буква В). Переменный резистор RcA-RcB – импортный сдвоенный потенциометр 16T1-B10K или L15KC, 10 кОм с линейной функциональной характеристикой (латинская буква В). Кабели, соединяю-

щие переменные резисторы с соответствующими разъемами, могут быть либо плоскими, либо, что лучше, экранированными, с подключением экрана к «земле».

РЛ

Литература

1. Кузьминов А. Применение инструментального усилителя в усилителе низкой частоты. – Современная электроника, 2016, № 6, с. 46 – 51.
2. Стародуб Д. Блок регуляторов тембра высококачественного усилителя НЧ. – Радио, 1974, № 5, с. 45, 46.
3. Шихатов А. Тонкомпенсированные регуляторы громкости. – Радио, 2000, № 10, с. 12, 13.
4. Пахомов А. Тонкомпенсированный регулятор громкости с активной бас-коррекцией. – Радио, 2003, № 6, с. 12 – 14.
5. Демченко Б. Тонкомпенсированный регулятор громкости с переменным резистором без отводов. – Радио, 2015, № 12, с. 11 – 13.
6. Сидоров И. Н., Мукосеев В. В., Христинин А. А. Малогабаритные трансформаторы и дроссели. Справочник. – Радио и связь. 1985.
7. Елютин А., Ефремов Н. Let's Test! АвтоЗвук, 2002., № 7.

Загрузки

[Дополнительные материалы к статье](#)



Окончание в следующем номере

Исключение термо-ЭДС из результатов низкоомных измерений

John Wynne

EDN

Если два проводника из разнородных металлов соединить в петлю, и температура одного контакта будет выше, чем другого, через петлю потечет электрический ток. Величина этого тока зависит от типа металлов и разности температур в точке соединения. При размыкании такой петли на ее концах появится термоэлектрическое напряжение. И, опять же, величина этого напряжения зависит от типа металлов и разности температур. Соединение двух металлов образует термопару,

поэтому термоэлектрическое напряжение представляет собой напряжение термопары.

Когда вы пытаетесь измерять малые напряжения или низкие сопротивления, термо-ЭДС могут вызывать ошибки в показаниях. Стандартный способ, которым решают эту проблему изготовители цифровых мультиметров, заключается в двукратном измерении со сменой полярности тока возбуждения. Переключение полярности тока, возбуждающего низкоомный резистор или спай термо-

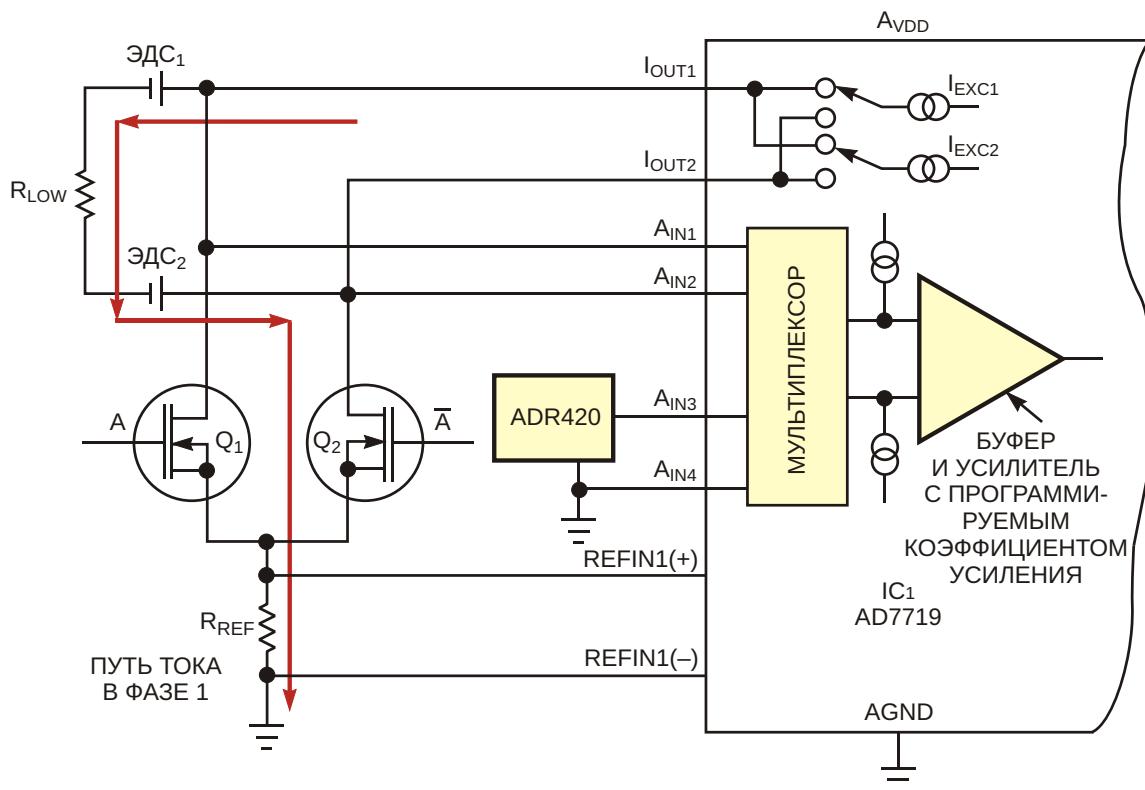


Рисунок 1. В такой конфигурации ток возбуждения течет через R_{LOW} сверху вниз.

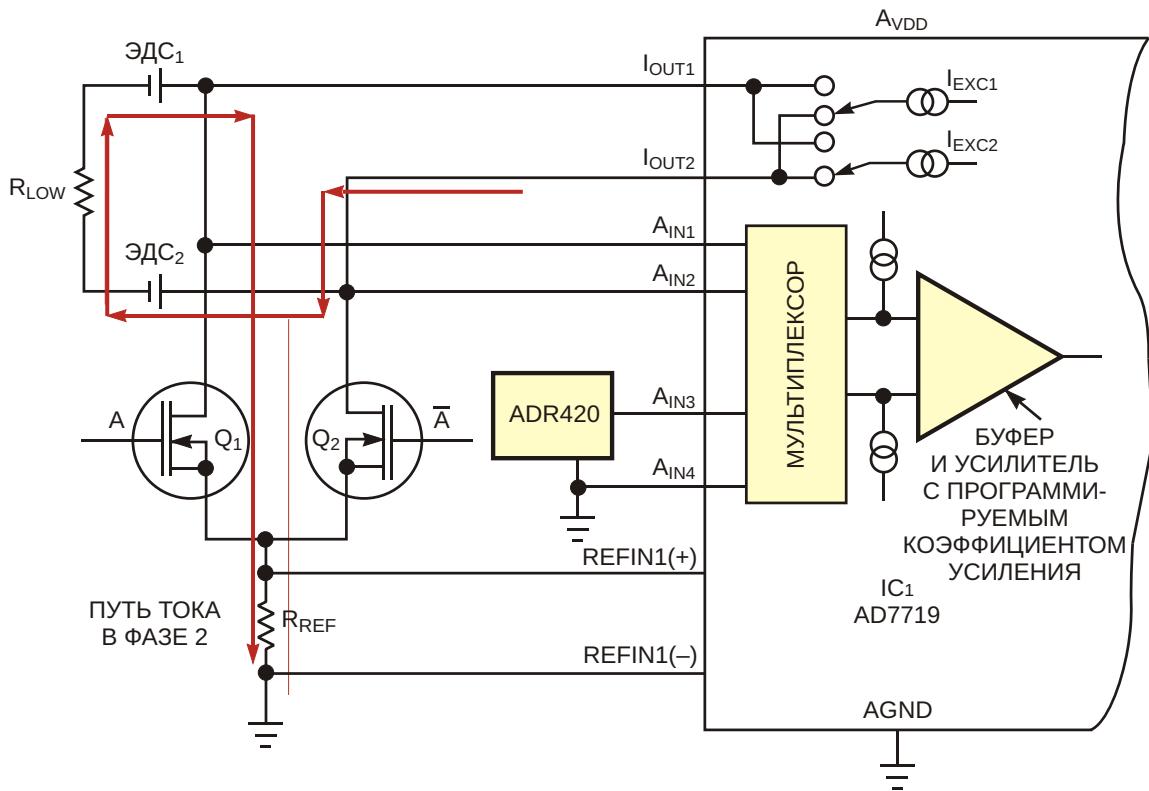


Рисунок 2. В такой конфигурации ток возбуждения меняет направление и течет от нижнего вывода R_{LOW} к верхнему.

пары, изменяет полярность полезного сигнала, но не влияет на полярность нежелательных термо-ЭДС. Последующее усреднение двух измерений исключает термо-ЭДС из конечного результата [1]. На Рисунке 1 показано измерение низкоомного резистора R_{LOW} с помощью микросхемы АЦП AD7719. На схеме также показаны две термо-ЭДС – ЭДС₁ и ЭДС₂, – представляющие собой суммы всех термо-ЭДС на пути АЦП и резистора. При однократном измерении эти термо-ЭДС обычно вызывают ошибку.

Однако вы можете программно переключать каждый из двух источников тока AD7719 – I_{EXC1} и I_{EXC2} – на выводы I_{OUT1} и I_{OUT2}. Эта возможность позволяет реверсировать направление тока возбуждения, идущего через низкоомный резистор. Таким образом вы можете сделать два измерения и исключить эффекты ЭДС₁ и ЭДС₂. Чтобы увеличить ток возбуждения и тем самым повысить чувствительность измерений, два внутренних тока возбуждения по 200 мкА могут параллельно выводиться на один выход. Таким образом можно получить один источник тока 400 мкА, который и используется в предлагаемой схеме в качестве тока возбуждения I_{EXC}. Транзисторы Q₁ и Q₂ переключают ток возбужде-

ния таким образом, что, независимо от его направления, через эталонный резистор R_{REF} он всегда течет в одну сторону. Транзисторами противофазно управляют выходы портов P1 и P2 микросхемы AD7719 (на рисунке не показаны). Подходящим для резистора R_{REF} будет сопротивление 6.8 кОм, при котором опорное напряжение имеет типичное для логометрических измерений значение 2.5 В.

Пути токов для каждой фазы измерений показаны на Рисунках 1 и 2. Во время Фазы 1 ток возбуждения выходит из вывода I_{OUT1}, а затем через R_{LOW}, Q₂ и R_{REF} уходит в землю. В Фазе 2 ток возбуждения вытекает из I_{OUT2} и идет в землю через R_{LOW}, Q₁ и R_{REF}. Во время Фазы 1

$$V_{\text{РАЗН(ФАЗА1)}} = V_{\text{AIN1}} - V_{\text{AIN2}} = V_{\text{ЭДС1}} - V_{\text{ЭДС2}} + I_{\text{EXC}} \times R_{\text{LOW}}$$

Теперь вы переключаете источники тока. В Фазе 2

$$V_{\text{РАЗН(ФАЗА2)}} = V_{\text{AIN1}} - V_{\text{AIN2}} = V_{\text{ЭДС1}} - V_{\text{ЭДС2}} - I_{\text{EXC}} \times R_{\text{LOW}}$$

Далее вы программно объединяете два измерения, чтобы исключить составляющую термо-ЭДС:

$$V_{\text{РАЗН}} = V_{\text{РАЗН(ФАЗА1)}} - V_{\text{РАЗН(ФАЗА2)}} = I_{\text{EXC}} \times R_{\text{LOW}}$$

И, наконец, логометрический результат измерений нужно преобразовать в абсолютный. Этот результат вы получили путем измерения известного напряжения с использованием «неизвестного» логометрического опорного напряжения. На основе этих результатов, полученных при измерении известного напряжения, но с неизвестным опорным напряжением, можно сделать вывод о величине опорного напряжения, и, следовательно, об абсолютном значении $V_{\text{РАЗН}}$ на выводах $A_{\text{IN}1}$ и $A_{\text{IN}2}$. Известное напряжение, скажем 2.048 В, можно получить с помощью

такой микросхемы опорного источника, как ADR420. Оно подключается ко второй паре дифференциальных входов $A_{\text{IN}3}$ и $A_{\text{IN}4}$ и мультиплексируется на вход основного канала 24-битного АЦП.[РЛ](#)

Ссылки

1. Low Level Measurements, Fifth Edition, Keithley.

Материалы по теме

1. [Datasheet Analog Devices AD7719](#)
2. [Datasheet Analog Devices ADR420](#)

Сборщики энергии окружающей среды обеспечивают безбатарейное питание беспроводных датчиков

Jim Drew, Linear Technology

Design Note 483

Введение

Последние достижения в области микроконтроллеров с ультранизким потреблением мощности позволили создать устройства с беспрецедентными соотношениями уровней интеграции и потребления. Это системы на кристалле с уникальными функциями энергосбережения, такими как отключение питания для перевода устройства в неактивный режим. К сожалению, батареи требуют регулярной замены, что делает техническое обслуживание проекта дорогим и неудобным. Более эффективным решением для питания беспроводных устройств может быть сбор механической, тепловой или электромагнитной энергии из среды, окружающей датчик.

Показанная на Рисунке 1 микросхема LTC3588-1 представляет собой законченное решение для сбора энергии, оптимизированное для высокоимпедансных источников, таких, например, как пьезоэлектрические преобразователи. Микросхема содержит полномостовой выпрямитель с низкими потерями и высокоеффективный синхронный понижающий преобразователь, передающий энергию от входного накопительного устройства на регулируемый выход и способный

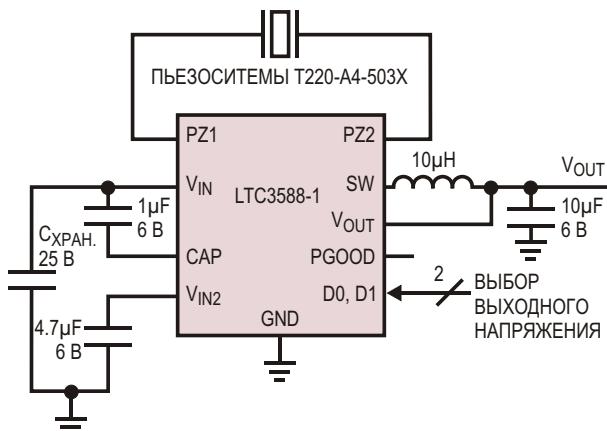


Рисунок 1. Законченное решение для сбора энергии, оптимизированное для таких высокоимпедансных источников, как пьезоэлектрические преобразователи.

отдавать в нагрузку ток до 100 мА. LTC3588-1 выпускается в 10-выводных корпусах MSE или DFN размером 3 мм × 3 мм.

Источники окружающей энергии

К источникам окружающей энергии относятся свет, разность температур, вибрация, передаваемые радиочастотные сигналы и все другое, что способно с помощью соответ-

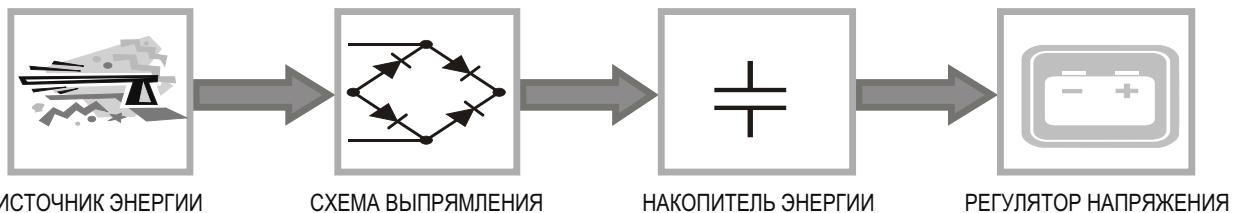


Рисунок 2. Компоненты системы сбора энергии.

тствующего преобразователя вырабатывать электрический заряд. Например:

- Небольшие солнечные панели, уже долгие годы пытающие портативные электронные устройства, могут отдавать сотни мВт/см² при прямом солнечном освещении и сотни мкВт/см² при отраженном свете.
- Термоэлектрические устройства преобразуют тепловую энергию в электрическую везде, где имеется градиент температур. Диапазон источников тепловой энергии варьируется от человеческого тела, способного производить десятки мкВт/см², до вытяжной трубы печи, температура поверхности которой может обеспечить мощность до десятков мВт/см².
- Пьезоэлектрические устройства вырабатывают энергию либо при их сжатии, либо при изгибе. Пьезоэлементы, в зависимости от размеров и конструкции, могут вырабатывать мощность до сотен мкВт/см².
- Радиочастотную энергию можно собирать с помощью антенны, получая до сотен мВт/см².

Для успешного конструирования полностью автономных систем беспроводных датчиков требуются энергосберегающие микро-

контроллеры и преобразователи, потребляющие минимальную электрическую энергию, получаемую из маломощных окружающих источников. Теперь, когда доступны и те, и другие, недостающим звеном остается высокоэффективная схема, способная превращать выходную энергию преобразователя в полезное напряжение.

На Рисунке 2 изображена система сбора энергии, содержащая источник/преобразователь энергии, элемент накопления энергии и средства преобразования накопленной энергии в полезное стабилизированное напряжение. В некоторых случаях между преобразователем и накопительным элементом может потребоваться выпрямитель для защиты преобразователя от обратного поступления энергии, или, в случае использования пьезоэлектрического устройства, для выпрямления переменного напряжения.

Примеры практических схем

Для нормальной работы LTC3588-1 необходимо, чтобы выходное напряжение преобразователя энергии было выше предельного порога блокировки при пониженном напряжении для конкретного выходного напряжения, установленного на входных контактах D0 и D1. Для переноса максимального количества энергии напряжение холостого хода преобразователя должно вдвое превышать входное рабочее напряжение, а ток короткого замыкания должен вдвое превышать требуемый входной ток. Для того, чтобы подача энергии на выход не прерывалась, эти требования должны выполняться при минимальной мощности возбуждения источника.

Пьезоэлектрический преобразователь энергии

На Рисунке 3 изображена пьезоэлектрическая система, способная при размещении ее на пути воздушного потока вырабатывать до

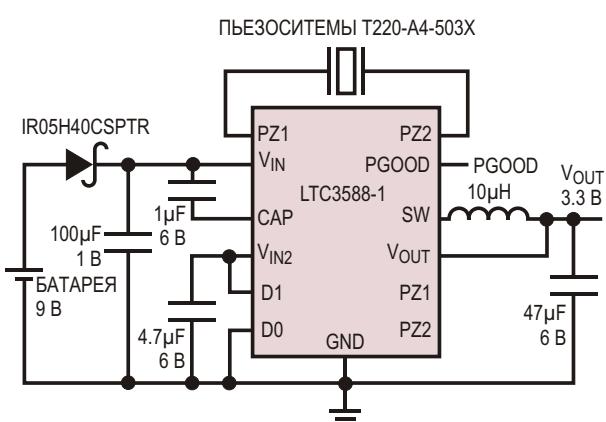


Рисунок 3. Пьезоэлектрический сборщик энергии.

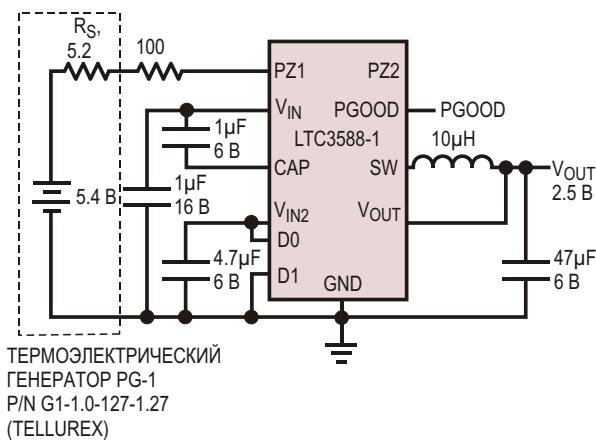


Рисунок 4. Термоэлектрической сборщик энергии.

100 мкВт при напряжении 3.3 В. Изгиб пьезоэлемента составляет 0.5 см при частоте 50 Гц.

Термоэлектрический преобразователь энергии

На Рисунке 4 показана система сбора энергии, использующая термоэлектрический генератор, выпускаемый фирмой Tellurex. Разность температур создает выходное напряжение, позволяющее обеспечивать выходную нагрузку мощностью 300 мВт. Подключение преобразователя к входу PZ1 защищает его от протекания обратных токов, идущих из термогенератора при удалении источника тепла. Резистор 100 Ом ограничивает ток для защиты входного моста микросхемы LTC3588-1.

Сбор энергии из электромагнитного поля, создаваемого стандартной люминесцентной лампой

Это приложение требует некоторого нестандартного подхода. Рисунок 5 демонстрирует пример системы, собирающей энергию из электрического поля, окружающего высоковольтные люминесцентные лампы.

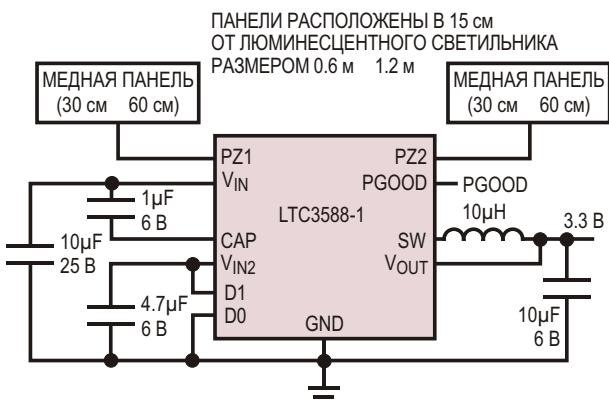


Рисунок 5. Сборщик энергии электрического поля.

Две медных панели размером 30 см × 60 см размещаются в 15 см от потолочного люминесцентного светильника площадью 0.6 м × 1.2 м. Через емкостную связь панели извлекают из окружающих электрических полей мощность до 200 мкВ, а LTC3588-1 преобразует ее в стабилизированное выходное напряжение.

Заключение

Собирая энергию из окружающей среды, LTC3588-1 обеспечивает удаленные датчики безбатарейным питанием. Микросхема содержит все важнейшие блоки, необходимые для управления питанием: мостовой выпрямитель с малыми потерями, высокоэффективный понижающий регулятор, детектор пониженного напряжения, включающий и выключающий преобразователь, и выход статусного сигнала PGOOD («Питание в норме»), позволяющий пробуждать микроконтроллер при доступности питания. Для поддержки нагрузок с током до 100 мА LTC3588-1 требуется всего пять внешних компонентов.**РЛ**

Материалы по теме

1. [Datasheet Linear Technology LTC3588-1](#)
2. [Datasheet International Rectifier IR05H40CSPTR](#)

ОКО Архив АВТО GPS/GSM

специализированный видеорегистратор для автотранспорта
надежно схорхняет 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>

Фотоэлектрический выключатель гасит неиспользуемые светодиоды

Lance McBride

EDN

Во многих приложениях желательно отключать светодиоды, используемые для индикации статуса системы. Существуют различные способы реализации этой функции, включая использование механических выключателей, MOSFET, работающих в обогащенном и обедненном режимах, и полевых транзисторов с р-п переходом. Схема на Рисунке 1 автоматически выключает светодиоды, когда крышка механического корпуса закрывает плату схемы, не допуская напрасного расхода энергии, если светодиоды случайно были оставлены включенными. Основная коммутирующая часть схемы образована микросхемой, состоящей из фотогальвани-

ческого элемента (фотодиода) и усилителя, и маломощных п-канальных MOSFET. Усиленный сигнал фотодиода управляет затворами MOSFET, включая их при наличии достаточного количества света. Поскольку фотодиод сам вырабатывает энергию из окружающего света, в конфигурации с единственным усилителем микросхема потребляет лишь микроватты.

Первоначально я рассматривал вариант с использованием цепочки фотодиодов для прямого управления затвором MOSFET. Но потом удалось найти интегральную схему OPT101, объединяющую фотодиод и транс-импедансный усилитель, способную обеспечить надежную работу в различных условиях

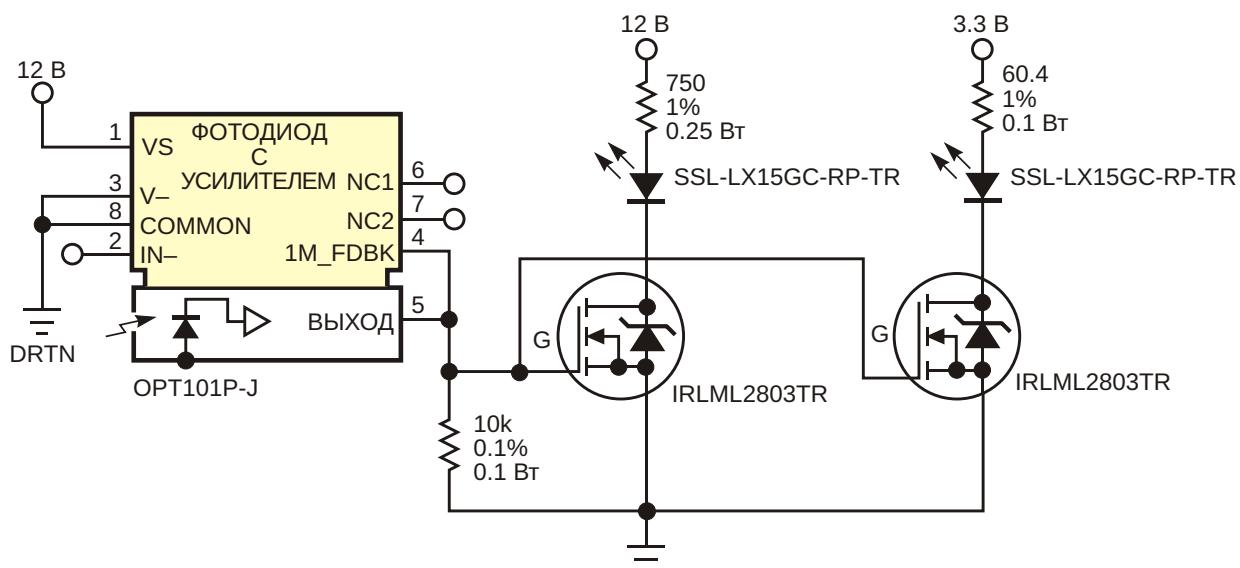


Рисунок 1. Эта схема в темноте выключает ненужные светодиоды.

освещения. Если подобрать соответствующий коэффициент усиления, схема сможет работать как при ярком, так и при слабом освещении. Для каждого диапазона я использовал отдельный MOSFET. В конструкциях с несколькими напряжениями источников питания эта мера предосторожности очень важна. К примеру, если для управления светодиодами вы используете только один MOSFET, в схеме, питающейся напряжениями 3.3 В и 12 В, при выключении транзистора обратное напряжение на светодиоде 3.3 В будет равно 8.7 В. Это значение превосходит абсолютный максимум, допустимый для многих светодиодов. Если вам нужно управлять светодиодом

статуса с помощью микроконтроллера или иного устройства с логическими уровнями сигналов, добавьте еще один MOSFET между светодиодом и схемой светового выключателя. Такая конфигурация позволяет световому выключателю выполнять основную управляющую функцию, а логическое устройство при этом используется для вторичного управления включением/выключением.[РЛ](#)

Материалы по теме

1. [Datasheet Texas Instruments OPT101](#)
2. [Datasheet Lumex SSL-LX15GC-RP-TR](#)
3. [Datasheet Infineon IRLML2803TR](#)

Недорогое и надежное устройство зарядки никель-кадмийевых аккумуляторов

Abel Raynus

EDN

Никель-кадмиеевые (NiCd) аккумуляторы широко используются в потребительских устройствах из-за высокой плотности энергии, большого срока службы и малого тока саморазряда. В рамках одного проекта мне потребовалось разработать недорогое и надежное зарядное устройство для аккумуляторной сборки, состоящей из двух NiCd элементов типоразмера AA емкостью 1200 мА ч. Для этого было необходимо решить две основные задачи: установить необходимый зарядный ток и остановить процесс зарядки,

когда аккумулятор будет полон. В статье описан способ решения обеих задач.

Большинство NiCd аккумуляторов можно заряжать двумя способами, существенно различающимися величинами зарядных токов. Это либо быстрая зарядка большим током, либочная зарядка низким током. Независимо от скорости зарядки, в аккумулятор должен поступать устойчивый постоянный ток, а суммарное количество энергии, закачанной в аккумулятор, должно превышать его номинальную емкость для компен-

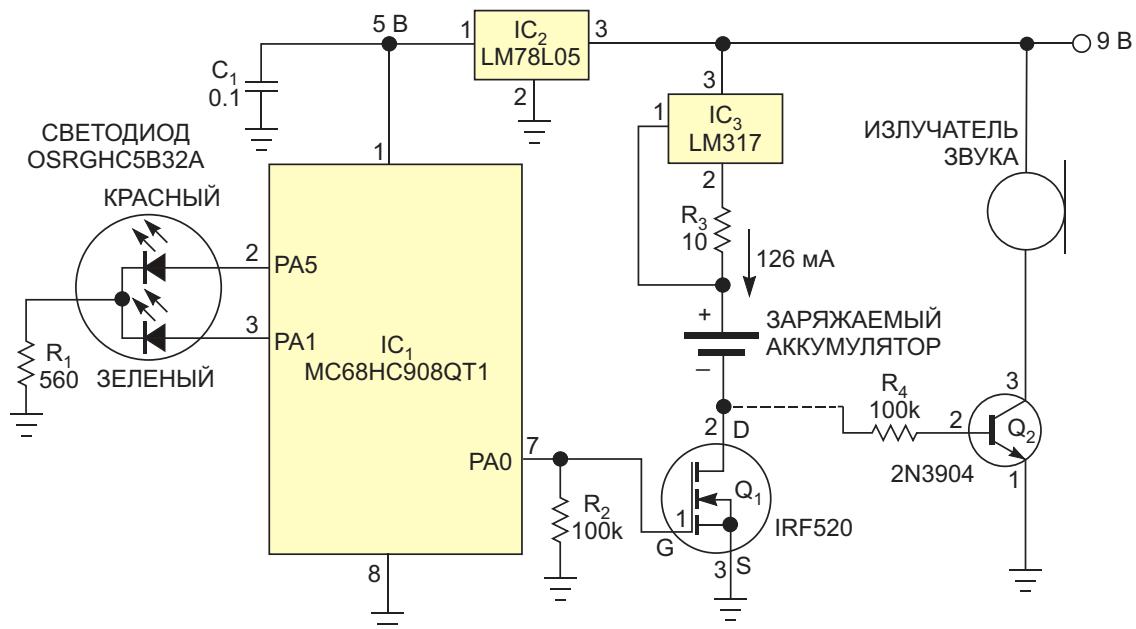


Рисунок 1. MC68HC908QT1 выполняет здесь функцию 16-часового таймера. LM317 и резистор R3 образуют генератор тока.

сации энергии, потерянной в виде тепла. Дешевле и безопаснее всего заряжать NiCd аккумулятор током, равным 10% от nominalной емкости, в течение 16 часов. Это значит, что аккумулятор емкостью 1200 мАч должен заряжаться током 120 мА. Такой подход не требует датчика окончания зарядки и гарантирует, что аккумулятор будет заряжен полностью.

Схема зарядного устройства изображена на Рисунке 1. Регулируемый стабилизатор LM317 (IC_3) и резистор R_3 образуют генератор постоянного тока. Сопротивление резистора R_3 выбрано равным 10 Ом – ближайшим в стандартном ряду к значению 1.25 В/120 мА. Все необходимые функции – задержку на 16 часов и индикацию статуса зарядки на светодиодах – выполняет программа микроконтроллера IC_1 . Программа предельно проста; ее ассемблерный код можно скачать по ссылке внизу статьи.

В этом проекте может использоваться любой низкоуровневый микроконтроллер. Для данной схемы выбран недорогой и легко доступный 8-выводной микроконтроллер

MC68HC908QT1, выпускаемый фирмой NXP. Статус зарядки индицирует двухцветный светодиод OSRGHC5B32A фирмы OptoSupply. Красный цвет означает, что аккумулятор находится в процессе зарядки, зеленый – зарядка завершена. Если вы хотите, чтобы по окончании зарядки прозвучал аудио сигнал, добавьте в схему звуковой излучатель.

При соответствующем выборе сопротивления резистора R_3 схема может использоваться для зарядки любых аккумуляторов. Максимальный зарядный ток ограничен значением, предельно допустимым для LM317 – 1.5 А. Если входное напряжение схемы существенно превышает 9 В, фактором, ограничивающим зарядный ток, становится мощность, рассеиваемая на LM317. **РЛ**

Материалы по теме

1. [Datasheet NXP MC68HC908QT1](#)
2. [Datasheet Texas Instruments LM317](#)
3. [Datasheet Texas Instruments LM78L05](#)
4. [Datasheet OptoSupply OSRGHC5B32A](#)
5. [Datasheet Vishay IRF520](#)

Загрузки

[Ассемблерный код программы микроконтроллера MC68HC908QT1](#)



Диод компенсирует нелинейность усилительного каскада

S. Chekcheyev

EDN

Усилитель напряжения на Рисунке 1 вносит существенно меньшие нелинейные искажения, чем обычный усилитель, изображенный на Рисунке 2.

Присущие n-p-n транзистору искажения компенсируются диодом D₁. Коэффициент усиления напряжения усилителя с общим эмиттером зависит от крутизны транзистора. Крутизна биполярного транзистора выражается следующей формулой:

$$S = \frac{eI}{k(273 + T^{\circ}\text{C})} \propto nl,$$

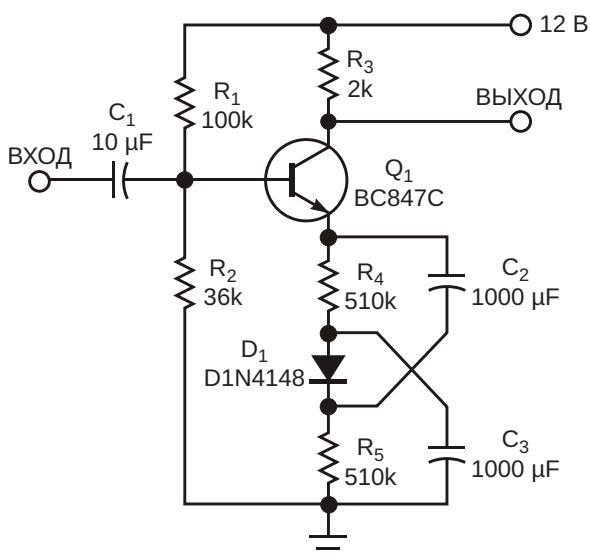


Рисунок 1. Добавление простого диода в эмиттер схемы делает выходной сигнал симметричным (осциллограмма на Рисунке 4).

где

e – заряд электрона,

k – постоянная Больцмана (приблизительно 1.38×10^{-23} Дж/К),

$T^{\circ}\text{C}$ – температура в градусах Цельсия,

I – ток эмиттера, $n = e/[k(273 + T^{\circ}\text{C})]$.

Таким образом, крутизна пропорциональна току эмиттера. Следовательно, мгновенный коэффициент усиления напряжения обычного усилителя с общим эмиттером пропорционален мгновенному значению эмиттерного тока. В результате отрицательные полуволны выходного сигнала оказываются усиленными больше, чем положительные (Рисунок 3).

Динамическое сопротивление диода D₁ в схеме на Рисунке 1 обратно пропорционально мгновенному значению тока. Это динамическое сопротивление входит составной час-

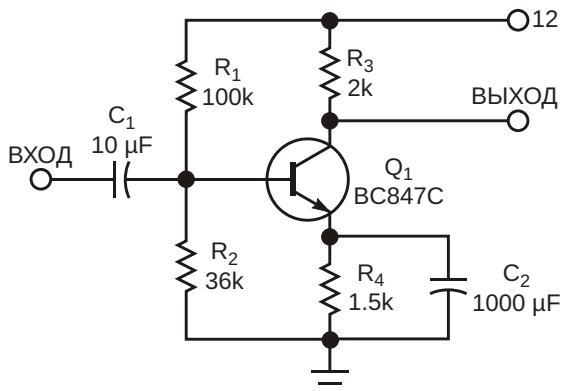


Рисунок 2. Этот усилитель вносит нелинейные искажения (осциллограмма на Рисунке 3).

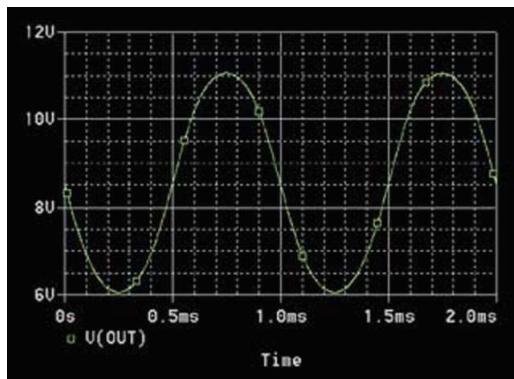


Рисунок 4. Осциллограмма наглядно демонстрирует благоприятное влияние отрицательной обратной связи, вносимой диодом, добавленным в схему на Рисунке 1.

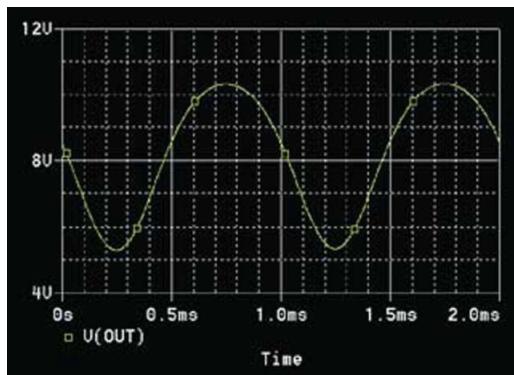


Рисунок 3. Эти искажения сигнала обусловлены нелинейностью крутизны транзистора Q_1 .

тью в цепь отрицательной обратной связи усилителя. Средний ток диода D_1 равен среднему току эмиттера транзистора Q_1 . Однако при увеличении мгновенного тока эмиттера Q_1 мгновенный ток D_1 становится меньше, а

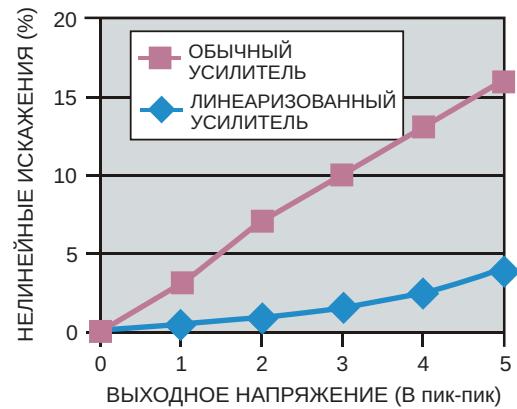


Рисунок 5. Нелинейные искажения линеаризованного усилителя уменьшаются более чем втрое по сравнению с обычным усилителем.

мгновенное динамическое сопротивление D_1 становится больше, и наоборот. Поэтому во время отрицательных полуволн выходного сигнала глубина отрицательной обратной связи увеличивается. В результате выходной сигнал усилителя становится более симметричным (Рисунок 4). Средние коллекторные токи и сопротивления нагрузки схем на Рисунках 1 и 2 одинаковы.

На Рисунках 3 и 4 показаны результаты моделирования в PSpice. При входных синусоидальных сигналах частотой 1 кГц амplitуды выходных сигналов в обоих случаях равны 5 В пик-пик. Хорошо видно положительное влияние линеаризации усилителя на симметрию выходного сигнала. Количественные результаты моделирования приведены на Рисунке 5. Уменьшение нелинейных искажений происходит из-за подавления четных гармоник на выходе линеаризованного усилителя. **РЛ**

Нейтрализация шумов для улучшения работы RFID

Rex Niven

EDN

RFID – замечательная технология, однако зашумленное питание и иные артефакты могут существенно испортить заявленные характеристики устройства. RFID-считыватели, использующие низкочастотные сигналы (около 130 кГц), такие, например, как рабочая лошадка RI-RFM-007B, в этом частотном диапазоне, конечно же, весьма чувствительны к шумам. Поскольку в этом диапазоне импульсные источники питания часто бывают очень шумны, для получения максимальной чувствительности часто приходится использовать громоздкие и дорогие линейные регуляторы питания.

Однако рабочий цикл считывателя RFID состоит из нескольких фаз, лишь одна из которых чувствительна к шумам. Это следующие фазы: большая мощность (передача, 10 Вт в течение 50 мс), низкая мощность (прием в течение 18 мс), ожидание (до 33 мс, в зависимости от прошивки). Проблема шумов актуальна только в течение короткой фазы приема.

В этой статье представлена схема, которая отключает импульсный источник питания в фазах приема и ожидания, давая модулю возможность «отдохнуть» за счет использования энергии, накопленной в конденсаторе C2 (Рисунки 1 и 2).

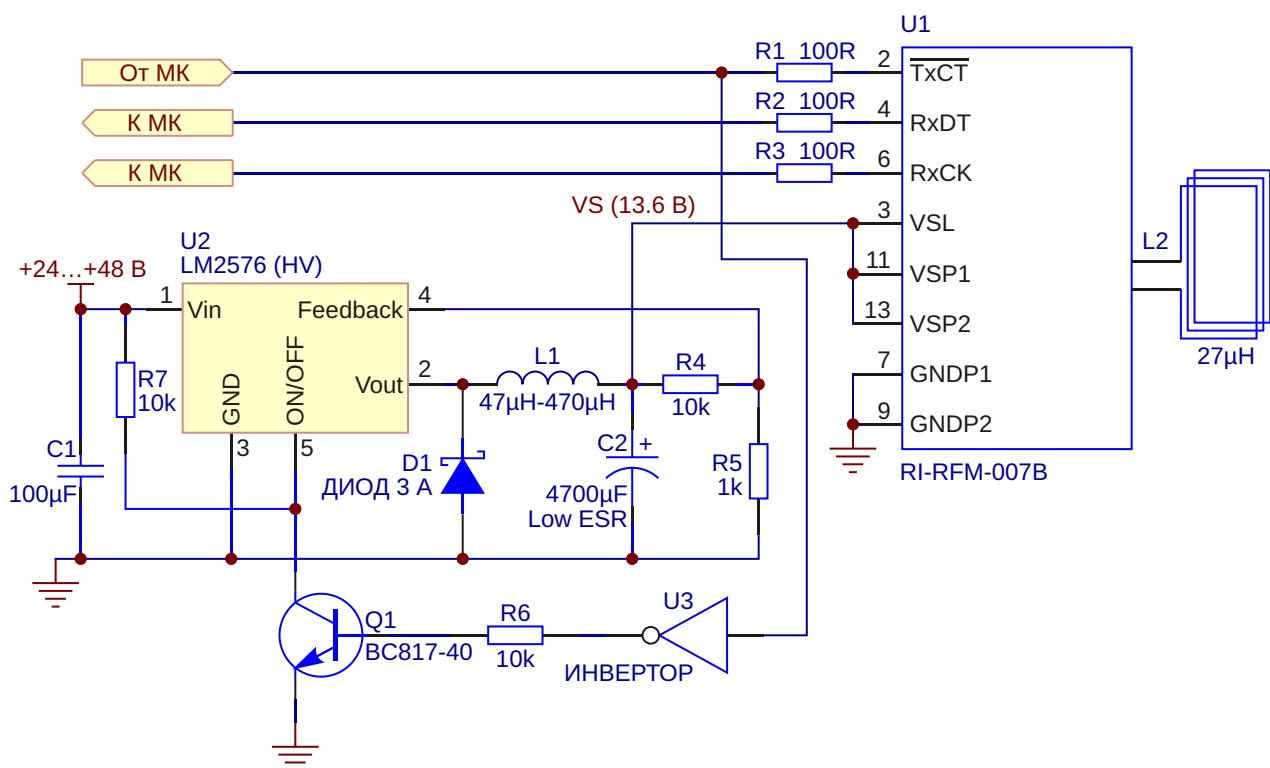


Рисунок 1. Считыватель RFID с селективным отключением источника питания.

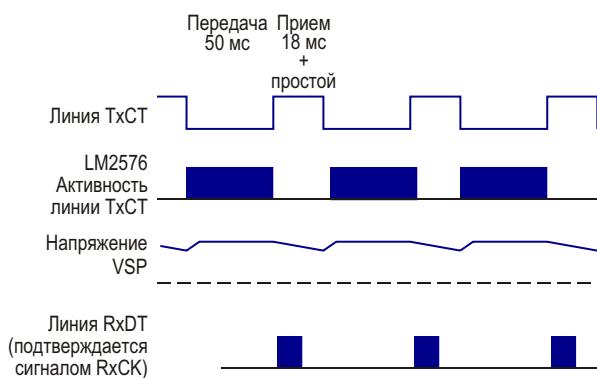


Рисунок 2. Типичные циклы работы источника питания.

Наличие у понижающих преобразователей, таких как LM2576, входа отключения делает решение этой задачи очень простым.

Линия TxCT, управляющая передачей RFID модуля, одновременно через инвертор U3 и транзистор Q1 управляет выключением питания, но при необходимости для этого

может использоваться и отдельный выход микроконтроллера (МК).

Считыватели RFID часто используются на складских автопогрузчиках для определения местоположения и поиска грузов, позволяя автоматизировать функции логистики и безопасности, такие как ограничение скорости.

Сильные частотно-модулированные токи в приводах двигателей таких погрузчиков создают очень интенсивные помехи, серьезно затрудняющие работу RFID. Если приведенную здесь методику управления расширить до синхронизации циклов RFID с изменяющимися циклами управления двигателем, потери чувствительности из-за помех электромотора можно существенно сократить.[РЛ](#)

Материалы по теме

1. [Datasheet Texas Instruments RI-RFM-007B](#)
2. [Datasheet Texas Instruments LM2576](#)

Один выключатель управляет двумя лампами

Benabadji Noureddine

EEWeb

Всего с тремя транзисторами, одним реле и несколькими резисторами и конденсаторами один выключатель может обеспечить сложное управление мощной и маломощной лампами

Пара слов о предыстории этой идеи.

Месяц назад я сделал простую электронную схему, чтобы ответить на вопрос: можно ли с помощью одного сетевого выключателя управлять двумя лампами, включенными в сеть переменного тока 230 В? При первом нажатии на сетевой выключатель зажигается мощная лампа. Через некоторое время (приблизительно один час) эта лампа автоматически выключается, и вместо нее включается маломощная лампа. Я использовал эту идею в детской комнате, поскольку, ложась спать, дети часто забывают погасить свет, а младший сын не любит спать в темноте.

Обратите внимание, что это не очередной простой высоковольтный таймер, поскольку я добавил RC-цепочку, позволяющую немедленно переключаться с одной лампы на другую без необходимости ожидания тайм-аута. Начинаем с включения мощной лампы. Если далее мы последовательно в течение одной секунды включим выключатель и выключим вновь, зажечется маломощная лампа. Если вы опять захотите зажечь мощную лампу, сделайте то же самое: выключите и включите выключатель, но на этот раз с задержкой больше двух секунд.

Не нужны ни микроконтроллер, ни специальные микросхемы; всего три транзистора, одно реле и несколько пассивных компонентов. Как видно из Рисунка 1, схема состоит из легкодоступных и очень дешевых деталей.

Схема бестрансформаторного источника питания (C_g , $R1$, $R2$, $D1$, $D2$, $C2$, $DZ1$)рабатывает постоянное напряжение 12 В. Полное описание этой части схемы можно найти в Интернете. (Я рекомендую прочитать [1]). Пассивная времязадающая RC-цепь (Rt , Ct) и последующий транзистор Дарлингтона, составленный из дискретных приборов $T1$ и $T2$, управляют 12-вольтовым реле $1RT$. Цепь, состоящая из $C10$, $R10$, $D3$ и $T3$, является важнейшей частью схемы, позволяющей нам переходить от яркого света к слабому, просто быстро выключив и включив выключатель. Конденсатор $C10$ должен быстро разряжаться через резистор $R10$, в то время как конденсатор $C2$ должен медленно разряжаться через $T2$, $R6$ и обмотку реле. Поэтому в схему добавлен диод $D3$, закрывающий для $C2$ путь разряда через $R10$. По мере того, как напряжение на затворе р-канального MOSFET $T3$ быстро падает, транзистор

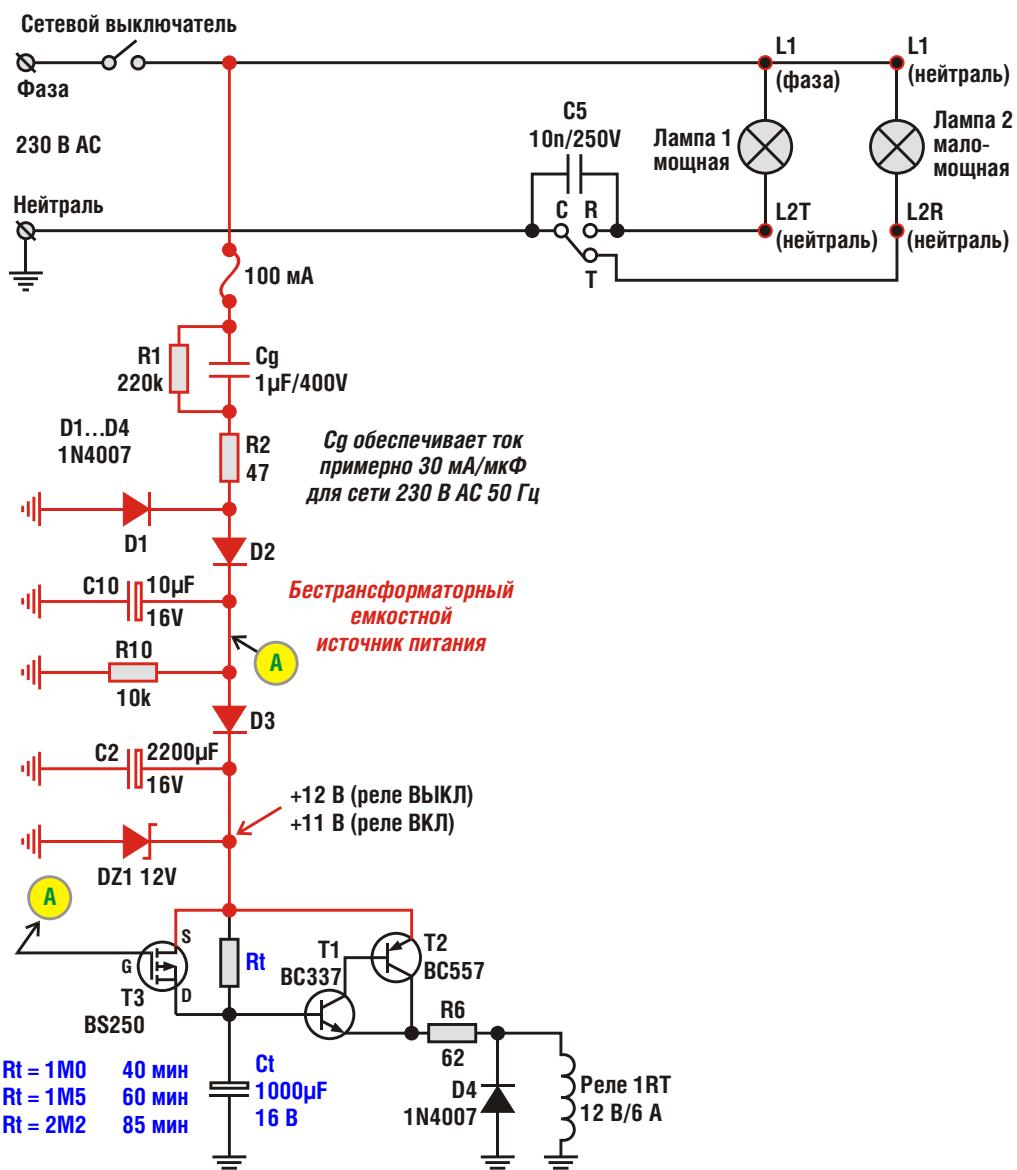


Рисунок 1. Простая схема позволяет с помощью одного сетевого выключателя управлять двумя лампами.

открывается и начинает работать как очень низкоомный резистор, параллельный R_t . Соответственно, конденсатор C_t быстро заряжается и открывает составной транзистор T_1, T_2 , который, в свою очередь, переключает реле. **РЛ**

Ссылки

1. [Transformerless Power Supply Design](#)

Материалы по теме

1. [Datasheet Vishay BS250](#)

Объединение ШИМ с R-2R снижает уровень пульсаций

Jim Brannan

EDN

Объединение ШИМ с лестничным ЦАП на основе резисторной матрицы R-2R улучшает характеристики и того, и другого. Такой гирид значительно снижает пульсации ШИМ и увеличивает разрешение ЦАП.

В этой статье восемь резисторов и три выхода управляющей микросхемы образуют модифицированную R-2R матрицу резисторов (Рисунок 1). Модификация состоит в том, что конец лестничной резисторной цепочки подключен к выходу ШИМ, а не к земле.

Матрица делит напряжение V_{CC} на восемь ступеней, каждая из которых заполняется ШИМ с уровнем от 0% до 100%. Это в восемь

раз снижает пульсации и одновременно увеличивает разрешение на три старших бита. В качестве альтернативы вы можете взять эти три бита от верха исходного значения коэффициента заполнения ШИМ, умножив его частоту на восемь. Вы по-прежнему получите снижение пульсаций в отношении 8:1, но теперь увеличенная тактовая частота сдвигнет шумы ШИМ в область, где фильтр будет подавлять их лучше.

Моделирование

Я промоделировал эту гибридную схему. Сравнивая ее с обычным фильтром

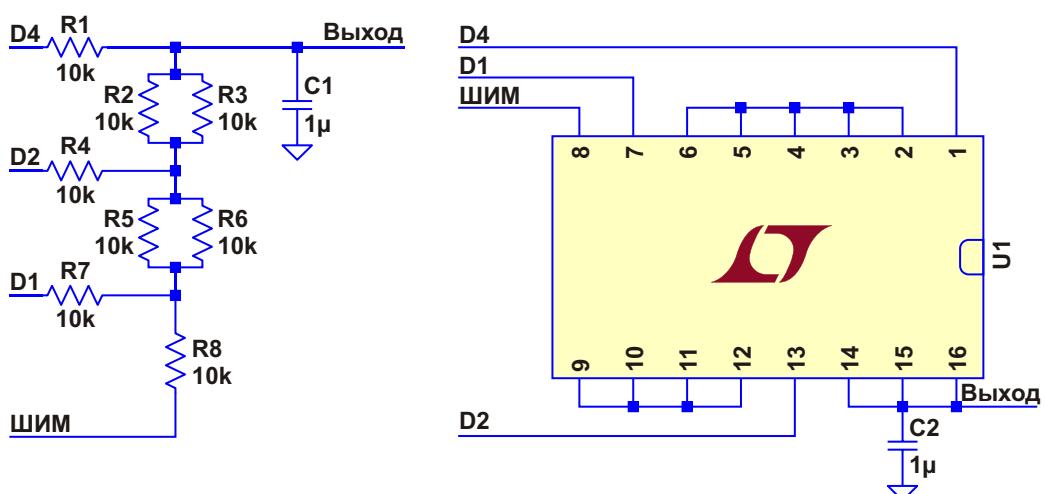


Рисунок 1. Гибридный ЦАП ШИМ/R-2R.

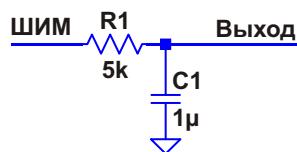


Рисунок 2. Схема для сравнения и моделирования.

нижних частот (Рисунок 2), вы должны помнить, что выходное сопротивление матрицы R-2R равно R , и, поскольку сопротивление R я получал параллельным соединением двух резисторов $2R$ (10 кОм), выходное сопротивление равно 5 кОм . Именно такой резистор я и использовал в обычной схеме наряду с таким же конденсатором 1 мкФ . Коэффициент заполнения ШИМ я установил равным 50%, поскольку при таком значении пульсации имеют наибольший уровень. Результаты моделирования показывают (Рисунок 3), что при традиционном подходе пульсации составляют примерно 4 мВ , тогда как первый вариант гибридного ЦАП (добавление трех новых бит к исходным восьми) дает результат 493 мкВ , то есть, примерно одну восьмью. Второй вариант (увеличение частоты ШИМ в восемь раз при сохранении исходных восьми бит) позволяет снизить пульсации всего до 61 мкВ – примерно до одной шестьдесят пятой от пульсаций обычной схемы.

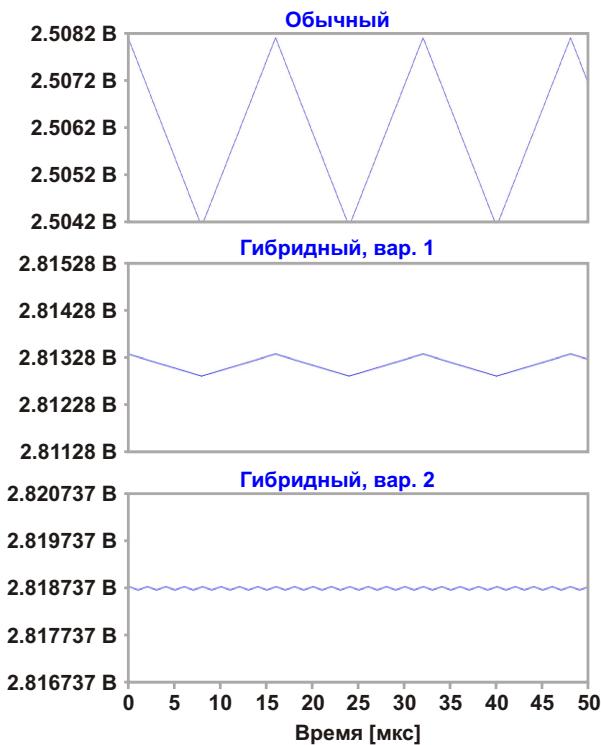


Рисунок 3. Результаты моделирования.

На Рисунках 4а (ШИМ + ФНЧ) и 4б (11-битная гибридная схема) представлены результаты комплексного моделирования для случая медленного ступенчатого увеличения напряжения от 0 В до 5 В. Емкости конденсаторов фильтров преднамеренно выбраны очень низкими, чтобы иметь возможность видеть пульсации в этом масштабе. Обычная матрица R-2R добавляет ступенчатую зависимость (красный цвет на Рисунке 4б), чтобы показать, как ШИМ переходит от одного уровня к другому.

Эта схема может работать также, если вместо ШИМ использовать генератор с цифровым управлением (NCO). NCO (прибавляйте значение к аккумулятору и выводите бит переноса на выход) имеет преимущество перед ШИМ, поскольку снижает пульсации в области средних значений коэффициента заполнения (за счет увеличения частоты переходов), где пульсации ШИМ максимальны.

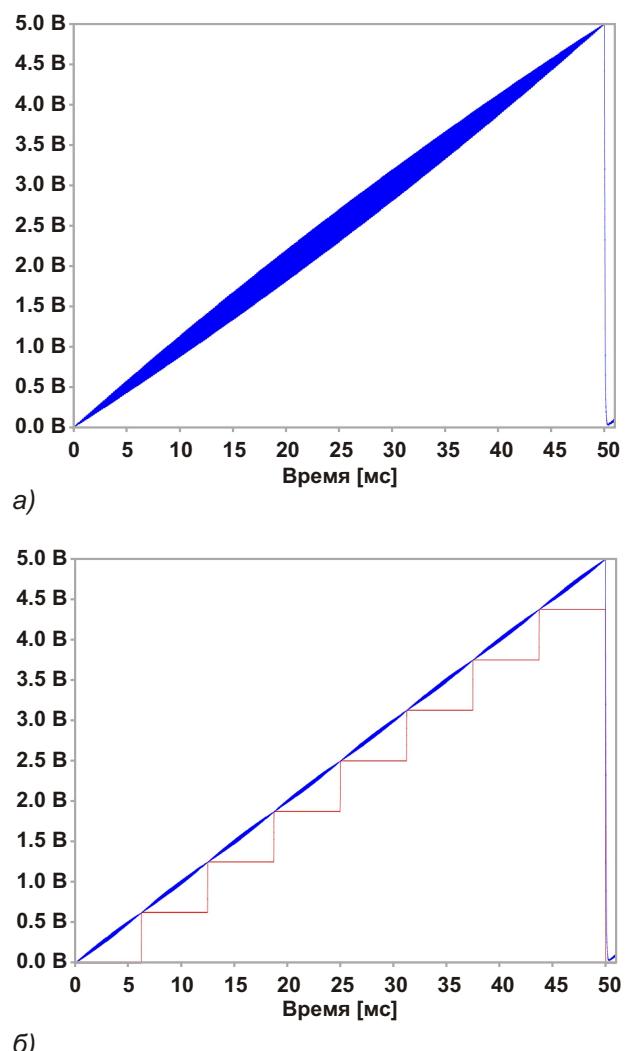


Рисунок 4. Смоделированные пульсации обычного ШИМ ЦАП (а) и гибридного ЦАП (б).

Кроме того, подобная схема может работать и с любым другим ЦАП: просто подключите сигнал ШИМ или NCO к старшему значащему биту.

Проверка

Теперь о некоторых результатах тестов. Резисторы, которые я использовал в матрице, имели допуск $\pm 2\%$, но лишь потому, что других не нашлось под рукой. Вы можете взять более точные резисторы. Таймер 1 микроконтроллера ATmega328, работающего на частоте 16 МГц, я использовал для 8-битной ШИМ, а измерения выполнял с помощью 10-битного АЦП. Поскольку опорным уровнем для всех узлов – ШИМ, R-2R и АЦП – служит VCC, мы можем исключить это напряжение из рассмотрения и анализировать только значения, считываемые из АЦП для каждого из восьми уровней со скважностью ШИМ, устанавливаемой от 0% до 100%. В идеале 100% каждого предыдущего уровня должны быть равны 0% следующего уровня (соговоркой, что согласно справочным данным на ATmega328, общая ошибка нелинейности может достигать двух бит). Реальные результаты измерений приведены в Таблице 1.

Таблица 1. Результаты тестирования гибридного ЦАП.

0%	000	07E	0FE	17E	1FF	27F	300	381	
100%		07D	0FD	17D	1FE	27F	2FF	37E	3FF
Ожидаемое	000	07F	0FF	17F	1FF	27F	2FF	37F	3FF

Они кажутся вполне разумными. Затем я воспользовался технологией, названной мною «Медленноскопия», которая основана на способности ATmega328 выполнять аналого-цифровые преобразования по сигналам таймера – того же таймера, который участвует в формировании ШИМ. Таким образом мы можем измерять пульсации в заданном цикле ШИМ. На Рисунке 5 представлен объединенный график для обычного ШИМ с фильтром низких частот (зеленый) и гибридного ЦАП (черный + красный). В обоих случаях, чтобы

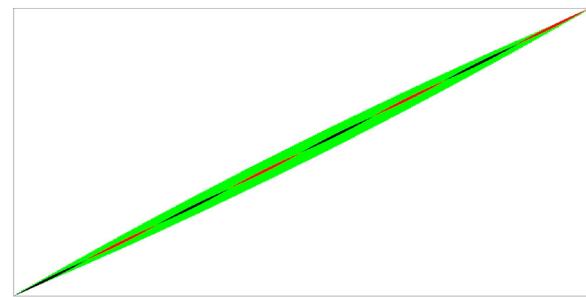


Рисунок 5. Измеренные пульсации ШИМ и гибридного ЦАП.

разглядеть пульсации, использовались конденсаторы очень небольшой емкости.

И, наконец, на Рисунке 6 показаны графики для несинхронизируемого аналого-цифрового измерения обоих гибридных ЦАП, позволяющего сделать их пульсации более или менее случайными. Для более реалистичных результатов здесь использовался конденсатор большей емкости.

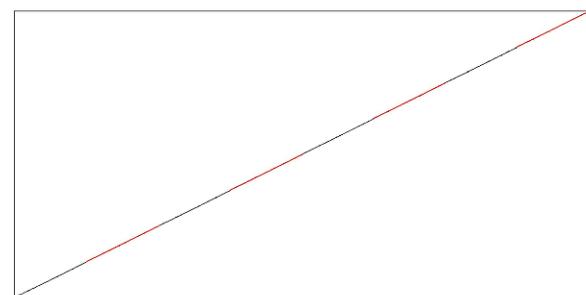


Рисунок 6. Измеренные пульсации гибридных ЦАП.

В конце концов, мы увидели, что в зависимости от вашего желания, можно заполнять импульсами ШИМ промежутки между уровнями R-2R ЦАП, или значительно сократить пульсации обычной комбинации ШИМ и фильтра с помощью матрицы R-2R. Или же сделать и то, и другое.[РЛ](#)

Материалы по теме

1. [Datasheet Atmel ATmega328](#)

Загрузки

[Файлы моделирования](#)





РАДИОЛОЦМАН

Журнал для тех, кто интересуется электроникой

Если Вам
небезразличны темы:

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

или Вы являетесь носителем
передовых знаний в других
областях электроники и готовы их
популяризовать -
приглашаем к сотрудничеству!

РадиоЛоцман.Журнал

Приложение для мобильных устройств (планшетов и смартфонов)



ANDROID »
GOOGLE PLAY



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



iOS (iPhone, iPad) »
APP STORE



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

Устанавливайте приложение и скачивайте!
Доступен весь архив номеров журнала.