



Журнал для тех, кто интересуется электроникой

# РАДИОЛОЦМАН



Март 2016 (58)

32 Как продлить жизнь литиевым аккумуляторам

54 Повышающе-понижающий драйвер светодиодов с КПД до 98%

26 Отчего возникают проблемы при оценке CMRR

76 Простой измеритель емкости на основе ПНЧ

21 Анонсирован одноплатный компьютер Raspberry Pi 3



## РадиоЛоцман.Журнал

[www.rlocman.ru/magazine](http://www.rlocman.ru/magazine)

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



## РадиоЛоцман.Форум

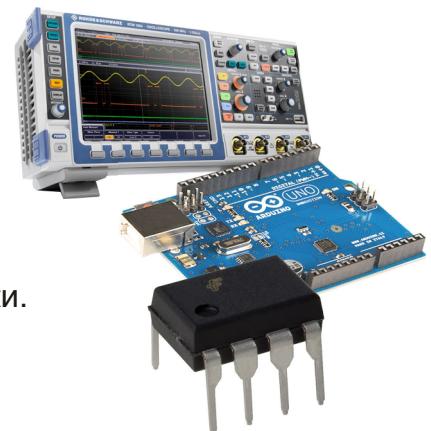
[www.rlocman.ru/forum](http://www.rlocman.ru/forum)

Обсуждайте статьи и новости, общайтесь!  
Приглашаем профессионалов.

## РадиоЛоцман.Цены

[www.rlocman.ru/price](http://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](http://vk.com/rlocman)



[facebook.com/rlocman](http://facebook.com/rlocman)



[odnoklassniki.ru/rlocman](http://odnoklassniki.ru/rlocman)



[twitter.com/rlocman](http://twitter.com/rlocman)



[google.com/+RlocmanRuPlus](http://google.com/+RlocmanRuPlus)

И еще многое другое на портале:

## РадиоЛоцман. ...

[www.rlocman.ru](http://www.rlocman.ru)

# РАДИОЛОЦМАН

Март 2016 (58)

Главный редактор:

А. Николаев

Над номером  
работали:

С. Воробьев  
А. Гаврилюк  
В. Колесник  
С. Муратчайев  
А. Николаев  
Н. Радунцева  
М. Русских

Обложка:

А. Кравчук

Директор:

С. Муратчайев

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

rlocman@rlocman.ru

+7 (495) 721-72-14

[www.rlocman.ru](http://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](http://www.rlocman.ru/magazine)

## Новости

- 4 IDT предлагает семейство трехрежимных приемников беспроводной энергии с поддержкой технологии магнитного резонанса
- 5 Atmel укрепляет лидерство на рынке 8-разрядных микроконтроллеров
- 6 Diodes анонсирует самый миниатюрный в отрасли 100-вольтовый MOSFET Н-мост
- 7 Энергосеть Южной Кореи получает крупнейшую в мире систему накопления энергии
- 8 Antenova анонсирует две гибких печатных антенны для систем глобального позиционирования
- 9 К семейству широкополосных смесителей Linear Technology добавилась микросхема с рабочим диапазоном от 2 ГГц до 14 ГГц
- 10 PREMO начинает производство первых на рынке NFC-антенн для поверхностного монтажа
- 11 С новыми микроконтроллерами Infineon внедрение технологии EtherCAT станет дешевле и проще
- 12 Microchip анонсировала бесплатную облачную среду разработки для 8-разрядных микроконтроллеров
- 13 Diodes представляет серию новых полу- и полномостовых 600-вольтовых драйверов затворов
- 14 Инновационный DC/DC контроллер компании Texas Instruments работает при рекордном для отрасли напряжении 65 В
- 15 ROHM выпускает компактную, мощную, высокоэффективную микросхему повышающего DC/DC преобразователя
- 16 NXP разработала самый энергоэффективный в отрасли четырехъядерный процессор на основе ARM Cortex-A72
- 17 KEMET начала производство первых в мире 250-вольтовых керамических конденсаторов типоразмера 0402 с диэлектриком COG
- 18 Murata анонсировала миниатюрное энергетическое устройство UMAC
- 19 Fairchild приступает к массовому производству модулей трекеров движения для промышленных применений
- 20 Silicon Microstructures представила серию высокоточных датчиков среднего давления
- 21 Анонсирован одноплатный компьютер Raspberry Pi 3 Model B на 64-разрядном процессоре A53
- 22 Многорежимный контроллер компании Infineon снижает мощность, потребляемую светодиодными осветительными приборами
- 23 Allegro объявляет о выпуске уникального драйвера светодиодов с интегрированным переключателем на основе эффекта Холла
- 24 Texas Instruments представляет первый в мире микроконтроллер с интегрированным конфигурируемым трансимпедансным усилителем

## Статьи

- 26 Отчего возникают проблемы при оценке CMRR
- 29 Модульный или дискретный: какой источник питания лучше подойдет для вашей разработки
- 32 Как продлить жизнь литиевым аккумуляторам
- 36 Изобретатель светодиодов убежден, что будущее освещения за лазерными диодами
- 38 Разработанный учеными гибкий материал подавляет радарные волны и делает объекты невидимыми
- 40 Управление питанием устройств автомобильной электроники
- 44 ИСТОРИЯ ЭЛЕКТРОНИКИ. Невероятная история файлового формата Gerber PCB
- 46 Мультиплексирование сигналов клавиатуры и сегментных индикаторов. Чарлиплексирование
- 52 Ветроэнергетика. Интересные факты

## Схемы

- 54 Повышающе-понижающий драйвер светодиодов с КПД до 98%
- 58 Магнитный левитатор
- 63 Принудительный срыв улучшает характеристики трехтранзисторного ЧМ тюнера
- 65 Приставки директор-секретарь и разветвитель линии 1x2. Часть 1
- 68 Индикация статуса заряда в простом зарядном устройстве для литий-ионных аккумуляторов
- 70 Активная нагрузка для тестирования высоковольтных источников питания
- 72 Логарифмический датчик для измерения токов от 0 до 500 А
- 74 Снижение уровня пульсаций выходного напряжения ШИМ-ЦАП с помощью синхронного фильтра
- 76 Простой измеритель емкости на основе ПЧ
- 78 Изолированный цифровой индикатор сетевого напряжения отличает 120 В от 220 В

## IDT предлагает семейство трехрежимных приемников беспроводной энергии с поддержкой технологии магнитного резонанса

Компания Integrated Device Technology (IDT) представила «трехрежимные» устройства беспроводного приема энергии, поддерживающие магнито-резонансную и индукционную технологии зарядки организации AirFuel Alliance, а также технологию магнитной индукции Qi Консорциума беспроводной электромагнитной энергии (WPC), широко используемую сейчас во многих ведущих моделях смартфонов. Добавление технологии магнитного резонанса дает большую свободу размещения и позволяет заряжать несколько различных приемников от одного передатчика. Такое сочетание технологий в одном устройстве обеспечивает гибкость проектирования и «перспективы на будущее» тем потребителям, которые сталкиваются с выбором мобильных устройств, использующих различные беспроводные стандарты питания.



«IDT считается признанным лидером отрасли в разработке силовых полупроводников для беспроводной передачи энергии, поддерживающих несколько стандартов, и теперь мы сделали большой шаг вперед, внедрив технологию магнитного резонанса, – сказал Дейв Шепард (Dave Shepard), вице-президент и генеральный директор подразделения потребительских продуктов компании IDT. – Занимая передовые позиции в беспроводной передаче энергии, мы стремимся предлагать технологии, обеспечивающие потребителям максимальную гибкость и свободу использования. Этой цели служит интеграция различных стандартов в одном устройстве».

Трехрежимное устройство P9724, в которое интегрирован понижающий преобразо-

ватель с выходной мощностью 5 Вт, уже доступно покупателям, в то время как 10-ваттный вариант P9762 пока находится в состоянии подготовки к массовому производству. Кроме того, IDT обнародовала характеристики разрабатываемого передатчика, отвечающего требованиям Класса 3 стандарта AirFuel Alliance и способного отдавать выходную мощность 16 Вт.

Продукты IDT, использующие магнитную индукцию, были установлены более чем в 70 млн. устройств – от самых передовых смартфонов до носимой электроники. Также совместно со своими давними партнерами компания много лет занимается разработкой магнитно-резонансной технологии. Кроме того, в прошлом году компания представила программу выпуска беспроводных оценочных наборов, обеспечивающую инженерам, не знакомым с этими технологиями, простой путь к интеграции устройств беспроводной передачи энергии в свои конструкции.



### О приборах компании IDT для беспроводной передачи энергии

IDT является лидером в разработке передатчиков и приемников для приложений беспроводной передачи энергии, покрывая своими сертифицированными изделиями все основные стандарты и технологии. Имея большой опыт и в технологии магнитной индукции, и в технологии магнитного резонанса, IDT в качестве члена совета директоров активно участвует в работе консорциумов WPC и AirFuel Alliance. IDT представила целый ряд инновационных и отмеченных наградами продуктов, включая первый истинно однокристальный приемопередат-

чик, однокристальный приемник с самой большой выходной мощностью и первую микросхему двухрежимного приемника, совместимого со стандартами WPC и PMA (теперь AirFuel Alliance). Ведущие игроки отрасли

признали это лидерство, установив партнерские отношения с IDT как с поставщиком кремниевых компонентов для следующего поколения своих решений в области беспроводной передачи энергии.

## Atmel укрепляет лидерство на рынке 8-разрядных микроконтроллеров

*Идеальные для применения в потребительских устройствах, промышленных системах и средствах домашней автоматизации, новые 8-разрядные микроконтроллеры AVR являются самыми миниатюрными и малопотребляющими решениями на сегодняшнем рынке*

На международной выставке Embedded World 2016 компания Atmel анонсировала самые высокопроизводительные 8-разрядные микроконтроллеры семейства AVR с ультранизким энергопотреблением и объемом встроенной Flash-памяти 1 Кбайт. Микроконтроллеры (МК) ATtiny102 и ATtiny104 способны достигать производительности 12 MIPS и, несмотря на миниатюрный корпус, содержат периферию, ранее доступную только в более дорогих МК, что делает их идеальными для использования в компактных приложениях, включая замену логических схем, а также в бытовых приборах и промышленных системах.



Сегодняшний рост рынка 8-разрядных МК преимущественно обязан приложениям, в которых ранее использовались только дискретные компоненты. Для многих из этих приложений требуются простейшие интеллектуальные функции, включая отсчет времени, управление двигателями или включение/выключение исполнительных устройств, и 8-разрядные МК становятся неотъемлемой частью персональных медицинских приборов, мелкой кухонной техники и потребительских изделий. Благодаря миниатюрному



корпусу с небольшим числом выводов, сбалансированному энергопотреблению и оптимальной цене, 8-разрядные AVR микроконтроллеры ATtiny102/104 обеспечивают выполнение всех этих функций, даже при объеме встроенной Flash-памяти всего 1 Кбайт. В микросхемы интегрированы средства поддержки самопрограммирования для обновления прошивки, энергонезависимая память данных, точный генератор, высокоскоростной последовательный интерфейс обмена данными (USART) и 10-разрядный АЦП с источником опорного напряжения. МК сохраняют работоспособность в диапазоне напряжений питания от 1.8 В до 5.5 В, потребляя менее 100 нА в спящем режиме с сохранением содержимого ОЗУ.

«Количество 8-разрядных микроконтроллеров с ядром AVR, проданных Atmel, превысило число жителей земли, достигшее в настоящее время 7.4 млрд., – сказал Ойвинг Стром (Oyvind Strom), директор направления микроконтроллеров компании Atmel. – Мы продолжаем расширять наш портфель AVR выпуском новых 8-битных микроконтроллеров ATtiny102/104. Это первые два устройства из нашего нового семейства контроллеров tinyAVR, ориентированных на миниатюрные компактные приложения, такие, например, как светодиодное освещение и управление вентиляторами».

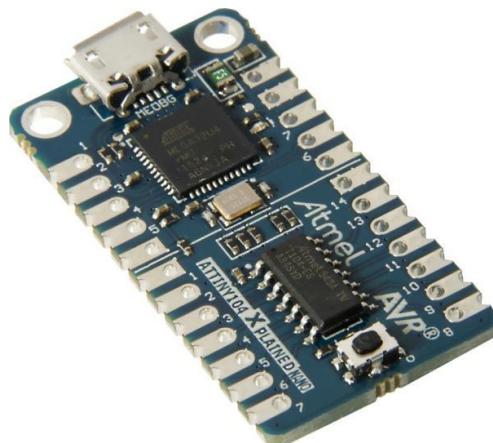
## Основные особенности микроконтроллеров ATtiny102 и ATtiny104:

- 1 Кбайт самопрограммируемой Flash-памяти, 32 байта ОЗУ;
- 8-выводные корпуса UDFN 2 3 мм и SOIC (ATtiny102), 14-выводной SOIC (ATtiny104);
- Производительность до 12 MIPS при тактовой частоте 12 МГц;
- Точный внутренний генератор ( $\pm 3\%$ );
- Несколько калиброванных внутренних источников опорного напряжения (1.1 В, 2.2 В, 4.3 В);
- Уникальный 10-байтный идентификатор (серийный номер);
- Последовательный интерфейс USART;
- 10-разрядный АЦП и аналоговый компаратор;
- Диапазон напряжений питания от 1.8 В до 5.5 В;
- 6 (ATtiny102) и 12 (ATtiny104) линий ввода/вывода;
- Диапазоны рабочих температур  $-40^{\circ}\text{C} \dots +105^{\circ}\text{C}$  и  $-40^{\circ}\text{C} \dots +125^{\circ}\text{C}$ .

## Средства и экосистема разработки

Для ускорения процесса разработки Atmel предлагает бюджетный оценочный набор ATtiny104 Xplained Nano, который за \$4.44 можно приобрести в онлайн магазине компании. В новый набор включена оценочная плата с встроенным программатором для

ATtiny104. На плате, обеспечивающей доступ ко всем портам ввода/вывода МК, в качестве простейших периферийных устройств установлены кнопка и светодиод. Микроконтроллеры полностью поддерживаются экосистемой средств разработки Atmel, включая интегрированную среду разработки Atmel Studio 7. Кроме того, разработчики имеют доступ к встроенному ПО, включая фреймворк Atmel Software и указания по применению, а также могут воспользоваться магазином приложений Atmel Gallery.



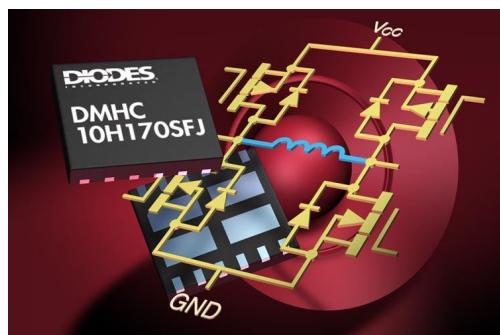
Оценочный набор ATtiny104 Xplained Nano.

## Доступность

Инженерные образцы Attiny102/104 доступны для заказа уже сейчас; начало серийного выпуска намечено на май 2016 г.

## Diodes анонсирует самый миниатюрный в отрасли 100-вольтовый MOSFET Н-мост

Компания Diodes предлагает 100-вольтовый полный Н-мост DMHC10H170SFJ, объединяющий сдвоенные n- и p-канальные MOSFET в миниатюрном корпусе DFN5045



размером 5 4.5 мм. Эта конфигурация уменьшает число компонентов и площадь печатной платы, что особенно важно в приложениях с большим количеством однотипных устройств, таких, например, как массивы ультразвуковых преобразователей, используемых в промышленных системах технического контроля или в морских гидролокаторах. Приборы могут найти применение и в устройствах управления двигателями постоянного тока в 48-вольтовых вентиляторах охлаждения телекоммуникационного оборудования, а так же в драйверах индуктивных нагрузок, таких как катушки беспроводных зарядных устройств.

Равное 100 В пробивное напряжение сток-исток прибора DMHC10H170SFJ обеспечивает существенный запас при работе в телекоммуникационных и промышленных системах с шинами питания 48 В, в то время как напряжение затвора 5 В упрощает разработку прямых интерфейсов с логическими схемами и микроконтроллерами. Максимально допустимый пиковый импульсный ток 11 А также означает, что устройство может противостоять броскам пускового тока индуктивностей, который, как правило, более чем в пять раз превышает типичный рабочий ток, например, двигателя постоянного тока.

DMHC10H170SFJ способен заменить четыре корпуса SOT23 или два корпуса SO-8,

позволяя создавать компактные массивы из множества ультразвуковых преобразователей. Примером такого массива из 1024 преобразователей, каждый из которых требует индивидуального управления с помощью Н-моста, может служить устройство управления диаграммой направленности и фокусировкой луча в системах с фазированными решетками. Подобные системы используются в дефектоскопах на промышленных производственных линиях или в морских системах эхолокации.

Поставляемая в корпусе V-DFN5045-12 микросхема DMHC10H170SFJ является самым миниатюрным решением на сегодняшнем рынке аналогичных приборов.

## Энергосеть Южной Кореи получает крупнейшую в мире систему накопления энергии

Jennifer Runyon

*Renewable Energy World*

Две гигантские литий-никель-кобальт-марганцевые системы хранения энергии (СХЭ), развернутые компанией Kokam, обеспечат стабилизацию частоты в энергосетях Корейской Энергетической корпорации

Компания Kokam объявила о завершении монтажа в Южной Корее двух систем хранения энергии, в которых были использованы литий-никель-кобальт-марганцевые ( $\text{LiNiMnCoO}_2$  или NMC) аккумуляторы. Установленные компанией гигантские системы мощностью/емкостью 24 МВт/9 МВт ч и 16 МВт/6 МВт ч предназначены для стабилизации частоты в энергосетях Корейской Энергетической корпорации (KEPCO). Как утверждает компания, система 24 МВт/9 МВт ч стала крупнейшей в мире СХЭ на основе NMC, используемой для целей стабилизации частоты.

Две системы, запущенные в эксплуатацию в январе 2016 года, наряду с системой 16 МВт/5 МВт ч на основе литий-тиатанатных аккумуляторов ( $\text{Li}_4\text{Ti}_5\text{O}_{12}$ ), установленной Kokam в августе 2015 года, обеспечили KEPCO накопителями энергии суммарной мощностью 56 МВт, которые полностью будут использоваться для целей стабилизации частоты сети. Эти три системы стали частью крупнейшего в мире проекта СХЭ для стаби-

лизации частоты, мощность которого, как ожидается, после завершения всех работ в 2017 году достигнет 500 МВт.

Проект создавался по заказу KEPCO, которая и стала собственником системы. СХЭ позволит KEPCO повысить операционную эффективность за счет снижения частоты



24-мегаваттная система хранения энергии (СХЭ), развернутая компанией Kokam в интересах крупнейшей Южно-Корейской энергетической корпорации KEPCO, стала самой большой в мире СХЭ на основе литий-никель-кобальт-марганцевых аккумуляторов, предназначеннной для стабилизации частоты.

подключения генерирующих резервов. По словам пресс-секретаря KEPSCO, это позволит снизить стоимость генерации энергии, повысить эффективность электростанций и уменьшить амортизационный износ оборудования на всех станциях корпорации. По оценкам KEPSCO эти три системы хранения позволяют только на одной стоимости топлива ежегодно экономить до \$13 млн., что втрое пре- восходит стоимость СХЭ. Помимо этого, СХЭ снижают количество углекислого газа, выбрасываемого электростанциями в атмосферу.

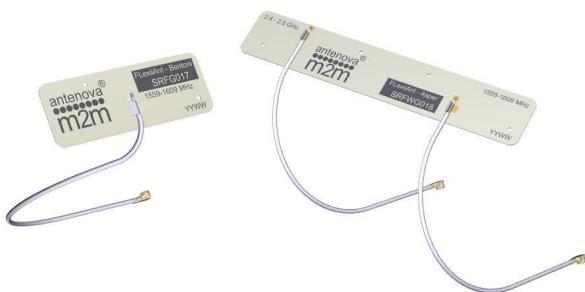
Kokam говорит, что ее аккумуляторы, обеспечивающие сверхвысокую плотность энергии, разработаны для особо мощных приложений хранения энергии, таких как стабилизация частоты в энергосетях, отслеживание

графика нагрузки крупных солнечных или ветряных электростанций, бесперебойные источники питания и поддержка напряжения. Батареи имеют увеличенную плотность мощности, позволяющую в 40-футовом контейнере хранить 2.4 МВт ч энергии – значительно больше того, что можно получить в таком же объеме при использовании стандартных NMC аккумуляторов. Батареи Kokam выдерживают 10,000 циклов перезаряда и имеют теплорассеивающую способность, улучшенную в 1.6 раза по сравнению с обычными аккумуляторами на основе технологий NMC.

К настоящему времени компанией Kokam в 50 странах мира установлены и введены в эксплуатацию системы хранения энергии суммарной емкостью 650 МВт ч.

## Antenova анонсирует две гибких печатных антенны для систем глобального позиционирования

Изготовитель радиочастотных антенн и антенных модулей для приложений M2M и Интернета вещей компания Antenova к своему обширному семейству гибких печатных антенн добавила два новых изделия для систем позиционирования, названных Bentoni и Asper.



Антенна Bentoni.

Антенны Asper.

Антенна Bentoni предназначена для приема сигналов всех существующих в мире общедоступных спутниковых группировок: GPS, ГЛОНАСС, Beidou и GALILEO. Она разработана для использования в системах слежения, портативных устройствах, сетевых компонентах, дронах и носимой электронике.

Сдвоенная антенна Asper состоит из двух раздельных антенных систем, объединенных в одну конструкцию. Реализованная в ней комбинация антенн диапазонов 1559 – 1609 МГц и 2.4 – 2.5 ГГц позволяет использовать устройство как для целей позициониро-

вания, так и для беспроводной связи. Антенна подойдет для спортивных камер, систем слежения, видеорегистраторов, портативных изделий, сетевых устройств и носимой электроники.

Обе антенны отличаются высокими техническими характеристиками и хорошей электрической изоляцией от окружающих элементов внутри устройства.

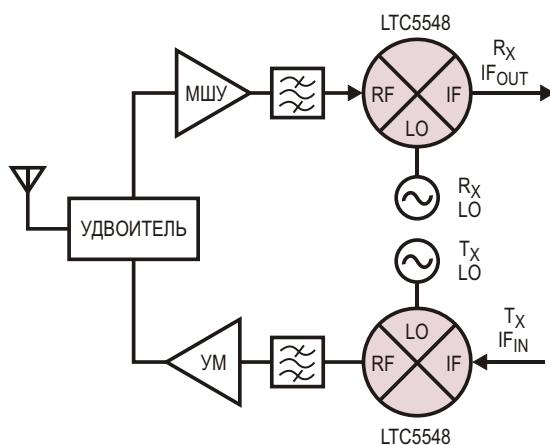
Bentoni и Asper – самые последние гибкие печатные антенны в семействе flexiiANT компании Antenova. Они поставляются с разъемом I-PEX MHF и высокочастотным кабелем диаметром 1.13 мм, длина которого выбирается пользователем из трех предлагаемых вариантов. Для экономии рабочего пространства в устройствах антенны можно изгибать и сворачивать.

Коллектив разработчиков антенн компании Antenova нацелен на создание таких продуктов, которые позволяли бы разработчику удобно интегрировать их в свои схемы, а не конструировать устройство, размещая его элементы вокруг антенны. Главное для создателей антенн – простота подключения, чему способствует, в частности, kleевой слой, благодаря которому антенны могут быть легко закреплены внутри корпуса электронного устройства.

Антенны Bentoni и Asper доступны для заказа.

## К семейству широкополосных смесителей Linear Technology добавилась микросхема с рабочим диапазоном от 2 ГГц до 14 ГГц

Linear Technology анонсировала микросхему двойного балансного смесителя LTC5548, выполняющего повышающее или понижающее преобразование частоты в исключительно широкой полосе от 2 ГГц до 14 ГГц. LTC5548 имеет интегрированные симметрирующие трансформаторы на входах ВЧ и гетеродина, обеспечивающие 50-омное согласование в диапазонах частот от 2 ГГц до 13 ГГц и от 1 ГГц до 12 ГГц для каждого порта, соответственно, при несимметричном подключении источников сигналов. Диапазон промежуточных частот от 0 до 6 ГГц поддерживает передачу и прием сигналов с широкополосными видами модуляции. Высочайшая линейность смесителя характеризуется входной точкой пересечения интермодуляции третьего порядка, расположенной на уровнях 24.4 дБм и 21.4 дБм на частотах 5.8 ГГц и 9 ГГц, соответственно.



Типовая схема включения смесителей LTC5548.

Благодаря наличию в LTC5548 интегрированного буфера гетеродина, микросхеме достаточно выходной мощности синтезатора всего 0 дБм, что позволяет отказаться от мощных внешних схем усиления и существенно упростить конструкции передатчика и приемника. Более того, микросхема содержит отключаемый удвоитель частоты гетеродина, предоставляя разработчикам возможность использования более дешевых и широко распространенных низкочастотных синтезаторов частот. Отличная межпортовая изоляция смесителя LTC5548 минимизирует нежелательные утечки сигнала гетеродина и снижает требования к фильтрации.

Характеристики LTC5548 идеально соответствуют требованиям широкого спектра СВЧ приложений, включая широкополосные радиорелейные линии, развивающиеся широкополосные сервисы нелицензируемого диапазона 5.8 ГГц и 14-гигагерцевого диапазона LTE-Advanced, широкополосные спутниковые трансиверы, радарные системы, приемопередатчики X и Ku диапазонов, радиочастотное измерительное оборудование и спутниковые модемы.



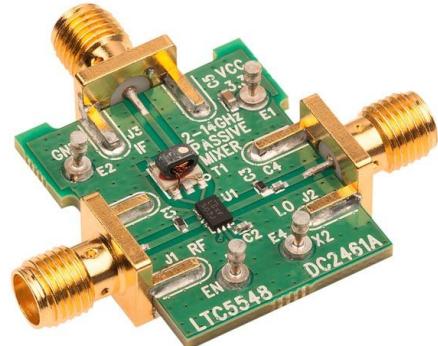
Зависимость потерь преобразования и IIP3 от частоты. (Преобразование вниз, промежуточная частота 240 МГц).

Все выводы LTC5548 отличается высокой устойчивостью к электростатическим разрядам, выдерживая напряжение 2000 В при воздействии модели человеческого тела. Устройство поставляется в 12-выводных пластмассовых корпусах QFN размером 3 мм 2 мм, обеспечивающих компактное решение с минимальным количеством внешних компонентов. Характеристики приборов специфицированы для диапазона рабочих температур корпуса от -40 °C до 105 °C. Смеситель питается от источника 3.3 В, потребляя номинальный ток 120 мА. Кроме того, LTC5548 имеет вывод разрешения для отключения микросхемы. В режиме останова максимальный ток, потребляемый устройством, не превышает 100 мкА. Вывод разрешения может использоваться для непосредственного управления включением и выключением смесителя за время менее 0.2 мкс, что позволяет использовать микросхему в высокочастотных приложениях.

хему в дуплексных радиосистемах с временным разделением каналов и в пакетном радио. Для лотов объемом 1000 приборов на LTC5548 установлены цены, начинающиеся от \$9.50 за штуку. Покупателям доступны как единичные образцы, так и промышленные партии микросхем.

### Сводка основных особенностей LTC5548

- Диапазон преобразуемых частот: от 2 ГГц до 14 ГГц;
- Повышающее и понижающее преобразование;
- Диапазон промежуточных частот: от постоянного тока до 6 ГГц;
- Входная точка пересечения интермодуляции третьего порядка (IIP3):
  - 24.4 дБм на частоте 5.8 ГГц,
  - 21.4 дБм на частоте 9 ГГц;
- Низкие потери преобразования: 7.1 дБ на частоте 5.8 ГГц;



Демонстрационная плата DC2461A, оптимизированная для оценки характеристик смесителя LTC5548.

- Коэффициент шума в одной боковой полосе: 8 дБ;
- Высокая чувствительность по входу гетеродина: 0 дБм;
- Отключаемый удвоитель частоты гетеродина.

## PREMO начинает производство первых на рынке NFC-антенн для поверхностного монтажа

Испанская компания PREMO начала серийное производство двухдиапазонных 3D-катушек индуктивности для низкочастотных (125 кГц) и высокочастотных (13.56 МГц) приложений. Все катушки размещены в одном общем корпусе.



В последние несколько лет технология коммуникации ближнего поля (NFC) претерпела множество усовершенствований. В новых планшетах, смартфонах и других устройствах теперь анонсируются функции NFC и электронного кошелька E-Wallet. Помимо этого, высокий уровень безопасности передачи данных, обеспечиваемый низкочастотными системами, приводит к мысли, что идеальным было бы такое решение, в котором реализованы возможности обоих

видов связи. В новых антенных сериях 2D1D15 содержатся две ортогональные 2D-катушки, оптимизированные для работы на низких частотах (стандарт 125 кГц), и третья катушка, ортогональная двум низкочастотным, предназначенная для высокочастотной связи (стандарт 13.56 МГц).

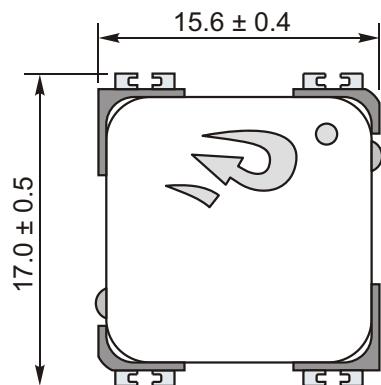
Инновационная и исключительно компактная антенна сделана на основе никель-цинкового феррита с удельным поверхностным сопротивлением более 10 МОм/мм и средним значением магнитной проницаемости, позволяющим использовать этот материал как на низких, так и на высоких частотах. Катушка отличается очень стабильными параметрами в широком диапазоне рабочих температур от  $-40^{\circ}\text{C}$  до  $+85^{\circ}\text{C}$ . Устройства серии 2D1D15 имеют такие же размеры и механические характеристики, как и семейство транспондеров 3DC15 (125 кГц).

Антенны серии 2D1D15 предлагаются с двумя стандартными значениями индуктивности: 4.77 мГн на частоте 125 кГц и 6 мкГн на частоте 13.56 МГц. Кроме того, у потребителей имеется возможность заказа антенн с нестандартными параметрами.

Рассчитанная на поверхностный монтаж конструкция позволяет легко интегрировать антенны в процесс автоматизированной сборки печатных плат и исключить вероятность повреждения проводов обмоток при ручном монтаже катушек.

Антенны серии 2D1D15 полностью отвечают требованиям AEC-Q-200 – одного из наиболее строгих стандартов качества электронных компонентов для автомобильных приложений. Это обеспечивает гарантию и безопасность использования приборов как в бытовых, так и в промышленных устройствах.

Индуктивность и добротность NFC катушки, измеренные на частоте 13.56 МГц, подтвердили полную пригодность антенн для



использования в считывателях бесконтактных пассивных RFID карт дальнего (стандарт ISO 15693) и ближнего (стандарт ISO 14443) радиусов действия.

## С новыми микроконтроллерами Infineon внедрение технологии EtherCAT станет дешевле и проще

Снизить сложность и стоимость внедрения технологий стандарта EtherCAT позволят микроконтроллеры новой серии XMC4300, выпущенные компанией Infineon. Без ущерба для функциональности EtherCAT XMC4300 оптимизировались для чувствительных к стоимости промышленных приложений, предъявляющих также высокий уровень требований к гибкости конструирования, простоте подключения и характеристикам реального времени. Основными сферами применения микроконтроллеров являются системы автоматизации производственных процессов, управление промышленными электродвигателями, модули ввода/вывода и робототехника. За основу приборов XMC4300 были взяты микроконтроллеры серии XMC4800, в которых основной акцент был перенесен на функции, необходимые для создания коммуникационных устройств, исполнительных механизмов и датчиков.

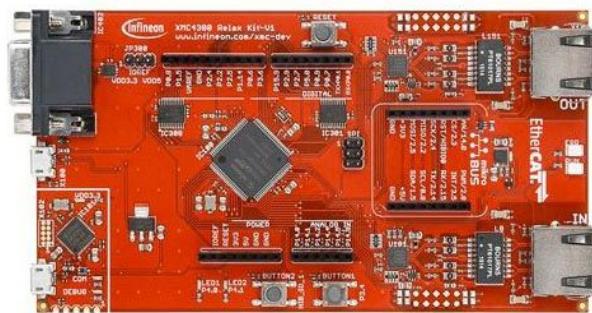
### С микроконтроллерами XMC4300 и XMC4800 EtherCAT становится несравнимо проще

XMC4300 и XMC4800 – это первые в отрасли микроконтроллеры на основе процессорного ядра ARM Cortex-M, в которые интегрированы узлы EtherCAT, флеш-память, а также средства обработки аналоговых и смешанных сигналов. Решения, в которых используются обе серии, будут исключительно компактными, поскольку для созда-

ния контроллера ведомого устройства EtherCAT им не требуются дополнительные компоненты, такие, как специализированные микросхемы EtherCAT, внешняя память или кварцевый синхрогенератор. Необходимая интерфейсу EtherCAT частота 25 МГц обеспечивается встроенной схемой ФАПЧ. 144-мегагерцовый процессор Cortex-M4 может исполнять программный код, находящийся как в интегрированном ОЗУ, так и в флеш-памяти.



С помощью XMC4300 и XMC4800 появляется возможность реализации исключительно элегантных решений для построения смешанных сетей CAN и EtherCAT. Микросхемы позволяют создавать шлюзы CAN – EtherCAT, использующие эффективный обмен по каналам ПДП. XMC4300 содержат 256 КБ флеш-памяти и 128 КБ ОЗУ. Микроконтроллеры имеют два узла CAN с буфером FIFO для принимаемых и передаваемых сообщений, спо-



Набор XMC4300 Relax EtherCAT Kit.

собным вместить до 64 объектов. Таким образом, практически весь обмен происходит автономно, без взаимодействия с центральным процессором. Серия XMC4300 сертифицирована для работы в диапазоне окружающих температур до 125 °C.

### Доступность XMC4300 и XMC4800

В настоящее время выпускаются два устройства серии XMC4300, отличающихся верхней границей температурного диапазона – 85 °C и 125 °C. Поставляемые в корпусах LQFP-100 микросхемы полностью совместимы с микроконтроллерами серии XMC4800 как по выводам, так и по набору команд.

Как XMC4300, так и XMC4800 уже запущены в массовое производство. В последующем оба микроконтроллера будут сертифицированы на соответствие стандарту AEC Q100, что откроет им дорогу к широкому использованию в коммерческом, строительном и сельскохозяйственном транспорте.

### Подключи и работай. Установка EtherCAT с XMC4300

В помощь разработчикам Infineon предлагает прототипную плату, набор XMC4300 Relax EtherCAT и соответствующие средства программной поддержки, позволяющие немедленно создать узел EtherCAT. Набор XMC4300 Relax EtherCAT содержит микроконтроллер XMC4300, внутрисхемный отладчик, узлы EtherCAT и CAN, а также интерфейс USB. Для разработки программ Infineon предоставляет бесплатную среду DAVE с библиотеками для низкоуровневых драйверов и приложений. Для работы с EtherCAT в DAVE используется код стека ведомого устройства (SSC), созданный компанией Beckhoff. В дополнение к бесплатной DAVE потребители могут приобрести коммерческую версию EtherCAT, в которую включены стеки ведомых устройств от проверенных сторонних производителей.

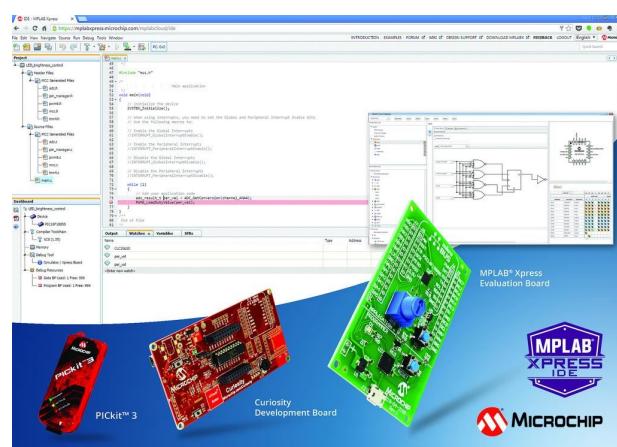
## Microchip анонсировала бесплатную облачную среду разработки для 8-разрядных микроконтроллеров

Облачный сервис MPLAB Xpress с поддержкой интерфейса MPLAB Code Configurator является самой всеобъемлющей в отрасли онлайн платформой разработки и отладки программного кода для 8-разрядных микроконтроллеров PIC

Компания Microchip анонсировала облачную интегрированную онлайн среду MPLAB Xpress, предназначенную для разработки приложений на основе 8-разрядных микроконтроллеров PIC. Абсолютно бесплатная полнофункциональная платформа облачной разработки открывает самый простой путь освоения микроконтроллеров PIC, для чего не потребуется скачивать или устанавливать ни одного байта программ.

Имея персональный компьютер, ноутбук или планшет с подключением к Интернет, пользователь получает все преимущества и популярные функции интегрированной среды разработки MPLAB X. MPLAB Xpress обладает самым богатым набором функций среди всех подобных решений в отрасли,

включая библиотеку проверенных примеров, связь с утилитой настройки периферии и автоматического генерирования кода MPLAB



Code Configurator (MCC) 3.0, интегрированные компиляторы MPLAB XC, а также поддержку аппаратных программаторов-отладчиков и защищенное онлайн хранилище файлов объемом 10 Гбайт с привязкой к учетной записи myMicrochip. Кроме того, созданные в онлайн версии проекты могут быть легко перенесены в полнофункциональную загружаемую MPLAB X. В MPLAB Xpress пользователям доступны программная симуляция проекта и его аппаратная отладка – либо на подключенной непосредственно к USB отладочной плате, либо с помощью программатора-отладчика PICkit 3.

К запуску онлайн версии среды разработки компания подготовила ограниченную серию бесплатных оценочных плат MPLAB Xpress Evaluation Board для первых 2000 зарегистрировавшихся пользователей. Плата выполнена на микроконтроллере PIC16F18855, имеет встроенный программатор и разъем mikroBUS для подключения Click-плат расширения компании MikroElektronika, ассортимент которых насчитывает более 180 шт. Также онлайн среда разработки поддерживает работу с отладочной платой Curiosity – бюджетным решением с интегрированным отладчиком-программатором и средствами расширения. Кроме того, MPLAB Xpress может



Оценочная плата MPLAB Xpress.

использоваться с популярным инструментом PICkit 3, позволяющим программировать и отлаживать более тысячи микроконтроллеров PIC.

Сообщество MPLAB Xpress, пользовательские форумы, библиотека проверенных примеров – все это позволит новичкам быстро приступить к разработке проектов, оперативно решать возникающие проблемы, а также делиться своими наработками, идеями и знаниями.

## Diodes представляет серию новых полу- и полномостовых 600-вольтовых драйверов затворов

Компания Diodes представила серию из шести 600-вольтовых драйверов затворов, предназначенных для переключения мощных MOSFET и IGBT, включенных в полу- и полномостовых конфигурациях. Микросхемы семейства DGD21xx найдут применение в устройствах управления моторами в крупной

бытовой технике, системах промышленной автоматизации, а также в транспортных средствах с батарейным питанием, таких, как электровелосипеды и дроны. Кроме того, приборы могут использоваться для построения источников питания мощностью свыше 600 Вт, а также в инверторах, преобразующих энергию топливных элементов или солнечных и ветряных станций.

Плавающий драйвер верхнего плеча рассчитан на размах выходного напряжения до 600 В. Это позволяет использовать устройства в высоковольтных шинах, типичных для драйверов моторов и источников питания. Большой допустимый пиковый ток обеспечивает быстрое переключение MOSFET или IGBT, улучшая эффективность их работы на высоких частотах. Входы, совместимые с логическими уровнями 3.3 В, упрощают реа-



лизацию интерфейса между контроллером и силовыми ключами.

Для защиты MOSFET и IGBT от сквозных токов во все устройства интегрированы схемы согласования времени задержки, а в полумостовых драйверах реализован предустановленный интервал мертвого времени. Дополнительную надежность обеспечивают триггеры Шмитта на входах для исключения

ложных переключений, выходные каскады, устойчивые к отрицательным выбросам, возникающим при большой скорости нарастания  $dV/dt$ , и блокировка при пониженном входном напряжении, предохраняющая от сбоев при недостаточном напряжении питания.

Микросхемы серии DGD21xx выпускаются в корпусах SO-8 и SO-16, совместимых по выводам с приборами других изготовителей.

## Иновационный DC/DC контроллер компании Texas Instruments работает при рекордном для отрасли напряжении 65 В

*Поникающий преобразователь с рабочей частотой 2.2 МГц и низким током потребления значительно уменьшит системные шумы и сократит требуемый объем в источниках питания автомобильных устройств*

Texas Instruments (TI) представила двухканальный синхронный поникающий преобразователь с рабочей частотой 2.2 МГц и уникальным набором функций, разработанный для существенного снижения уровня электромагнитных излучений и высокочастотных помех в высоковольтных приложениях таких устройств, как автомобильные информационно-развлекательные системы и кластеры питания аппаратуры высшего класса. Контроллеры LM5140-Q1 содержат два идентичных канала с чередующимися фазами переключения и имеют смачиваемые торцевые поверхности выводов, упрощающие и ускоряющие производственный процесс. Поддерживаемая предлагаемым TI набором онлайн средств проектирования WEBENCH Automotive Design, микросхема LM5140-Q1 сократит время, необходимое инженерам для вывода их продуктов на рынок автоэлектроники.

### Ключевые особенности и преимущества LM5140-Q1

- Широкий диапазон входных напряжений от 3.8 В до 65 В гарантирует надежность работы в старт-стопных режимах и при сбросе нагрузки в системах с 12- и 24-вольтовыми свинцово-кислотными и перспективными 48-вольтовыми литий-ионными автомобильными аккумуляторными батареями.
- Рабочая частота 2.2 МГц с возможностью использования внешней синхронизации смещает коммутационные шумы за пределы чувствительного АМ диапазона, исключая необходимость в переключениях частоты.



чая необходимость в переключениях частоты.

- Уникальные драйверы затворов с управляемой скоростью нарастания снижают уровень электромагнитных излучений на величину до 10 дБ ценой потери менее одного процента КПД, уменьшая количество внешних элементов фильтрации, экономя площадь печатной платы и упрощая соблюдение требований автомобильного стандарта CISPR 25.
- Низкий ток потребления (35 мкА) в режиме покоя (один канал работает без нагрузки) увеличивает время батарейного питания «постоянно включенных» приложений.
- Смачиваемые продолжения выводов на торцевых поверхностях корпуса позволяют выполнять визуальный контроль качества паяных соединений, сокращая длительность производственного процесса.

Микросхема LM5140-Q1 добавилась к недавно анонсированному поникающему пре-



Оценочный модуль LM5140RWGEVM.

образователям LM53600-Q1, LM53601-Q1, LM53602-Q1 и LM53603-Q1, завершив формирование семейства контроллеров и преоб-

разователей для автомобильных систем, диапазон токов нагрузки которого начинается ниже 1 А и заканчивается значением более 10 А. Все перечисленные устройства работают на частотах переключения свыше 2 МГц, отличаются низкими собственными токами потребления и сниженными уровнями шумов.

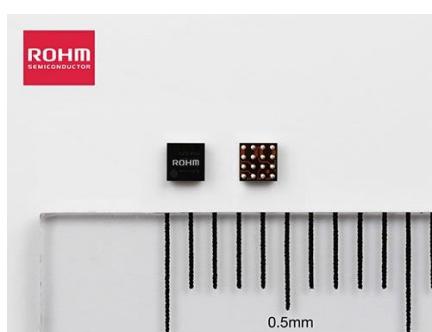
### Доступность, корпус, цена

Освоенные в серийном производстве контроллеры LM5140-Q1 можно приобрести непосредственно на складе TI или у авторизованных дистрибуторов компании в 40-выводных корпусах VQFN размером 6 мм 6 мм 0.9 мм по цене \$3.90 за штуку при объеме партии от 1000 приборов. Также доступен для заказа оценочный модуль LM5140RWGEVM.

## ROHM выпускает компактную, мощную, высокоэффективную микросхему повышающего DC/DC преобразователя

*Микросхема внесет свой вклад в увеличение ресурса аккумуляторов и общей эффективности в таких портативных устройствах, как смартфоны и планшеты*

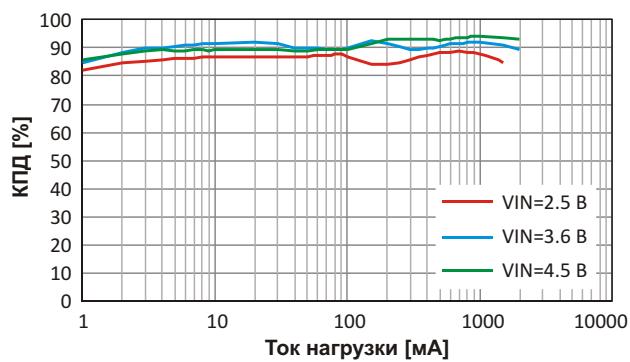
На днях компания ROHM сообщила о доступности миниатюрной, высокоэффективной, мощной микросхемы синхронного повышающего DC/DC преобразователя, оптимизированной для приложений, питающихся от однокомпонентных литий-ионных аккумуляторов.



Во многих современных портативных устройствах, например, в смартфонах и планшетах, используются одиночные литий-ионные элементы с напряжением полного заряда порядка 4.2 В. Однако для питания таких интерфейсов, как USB, HDMI или аудио, используется напряжение 5 В, а значит требуется повышающий DC/DC преобразователь. В то же время запросы разработчи-

ков диктуют необходимость увеличения времени работы до перезарядки аккумулятора, повышения КПД и уменьшения размеров.

Отвечая на эти запросы, ROHM разработала микросхему BD1865GWL, нижний порог рабочих напряжений которой снижен до 2.5 В, и позволит не заряжать аккумулятор намного дольше, чем устройства с традиционным порогом 2.7 В. Кроме того, в микросхемах реализованы два рабочих режима – режим ЧИМ/ШИМ и разработанный ROHM оригинальный режим смешанной ШИМ. Первый обеспечивает КПД до 90% при любых величинах нагрузки, в то время как второй предотвращает возникновение нежелательных ком-



мутационных шумов, способных проникать в цепи обработки звуковых сигналов. И, наконец, BD1865GWL способна отдавать в нагрузку 2 А, имея размеры всего 1.6 мм × 1.6 мм, внося, таким образом, весомый вклад в миниатюризацию конечного продукта.

## Доступность и цена

Микросхемы BD1865GWL выпускаются серийно, и в партиях из 3000 приборов продаются по цене \$0.43 за штуку

## Основные особенности BD1865GWL

### Низкое рабочее напряжение увеличивает время автономной работы

При низком остаточном уровне заряда аккумулятора его выходное напряжение падает. Использование самой передовой в отрасли аналоговой технологии, совершенствующейся на протяжении многих лет, позволило ROHM обеспечить стабильность 5-вольтового питания даже тогда, когда на зажимах аккумулятора остается менее 2.5 В, чем значительно продлила время его работы.

### Два режима управления повышают КПД и улучшают шумовые характеристики

#### • Режим ЧИМ/ШИМ

В этом режиме микросхема, в зависимости от величины выходного тока, автоматически переключается между ЧИМ и ШИМ, обеспечивая высокий КПД во всем диапазоне нагрузок.

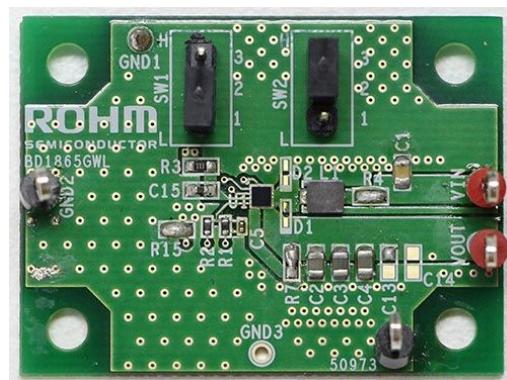
#### • Режим смешанной ШИМ

Оригинальный метод управления, обеспечивающий при легких нагрузках более высокий КПД, чем обычная ШИМ, и пред-

отвращающий появление нежелательных акустических шумов, генерируемых при переключении, что делает BD1865GWL идеальным компонентом для высококачественных систем воспроизведения звука.

## Большая мощность в миниатюрном корпусе

В типичном случае для получения выходного тока 2 А потребовалось бы не меньше двух приборов такого же размера или одна большая микросхема. Однако увеличение размеров микросхемы или площади печатной платы крайне нежелательно, особенно в портативной аппаратуре. BD1865GWL способна обеспечить нагрузку током 2 А при напряжении 5 В, несмотря на сверхмалые размеры корпуса 1.6 мм × 1.6 мм.



Оценочная плата BD1865GWL.

Разработчикам также доступна оценочная плата, позволяющая немедленно приступить к разработке собственного устройства.

## NXP разработала самый энергоэффективный в отрасли четырехъядерный процессор на основе ARM Cortex-A72

Компания NXP сообщила о завершении разработки процессора LS1046A – новейшего дополнения к семейству QorIQ и самого энергоэффективного в отрасли устройства, основанного на четырех ядрах ARM Cortex-A72. В продукте сочетается экстремально низкое потребление мощности с разнообразием характеристик и масштабируемостью семейства QorIQ.



Такие характеристики дают процессору конкурентные преимущества на рынках промышленных устройств, корпоративных маршрутизаторов и телекоммуникационного оборудования СРЕ/vСРЕ. Широкая совместимость по выводам корпуса и программному коду упрощает производителям сетевого оборудования выполнение обновления существующих устройств для приведения их характеристик в соответствие быстро меняющимся требованиям современных виртуальных сетей.

В связи с экспоненциальным ростом домашнего и офисного трафика, LS1046A с двумя портами 10 Гбит Ethernet и мощным процессорным ядром идеально соответствует требованиям рынка сетевого оборудования для СРЕ и vСРЕ. Благодаря наличию интегрированного ускорителя обработки пакетов, работающего на скорости до 2 ГГц, QorIQ LS1046A хорошо подходит также для высокопроизводительных сетевых и промышленных приложений, включая корпоративные коммутаторы и маршрутизаторы, сетевые хранилища данных, виртуальное абонентское оборудование (vСРЕ) и шлюзы сервис-провайдеров.

Выпускаемый в корпусе размером 23x23 мм QorIQ LS1046A имеет производительность, выросшую в четыре раза по сравнению с процессорами предыдущего поколения QorIQ LS1, и полностью совместим с процессорами QorIQ LS1023A, LS1043A, а также с CnK LS1088A, что позволяет легко масштабировать производительность 64-битных устройств на основе процессоров ARM – от

двухъядерных Cortex-A53 до четырехъядерных Cortex-A72. Благодаря возможности повторного использования кода и схемных решений, такая аппаратная и программная совместимость снижают стоимость разработки и ускоряют выход на рынок законченного продукта.

В тестах производительности CoreMark LS1046A достигает значения 32,000. В процессор интегрированы интерфейсы 10 Гбит Ethernet, PCIe 3.0, SATA 3.0, USB 3.0 и QSPI.

### Основные особенности микроконтроллера

- Четыре ядра ARM Cortex-A72;
- 2 МБ кэш второго уровня;
- Ускоритель обработки пакетов;
- Интегрированный модуль безопасности;
- Надежная архитектура TrustZone и NXP QorIQ;
- Богатейший набор коммуникационных интерфейсов:
  - Два контроллера 10 Гбит Ethernet,
  - Один контроллер 2.5 Гбит Ethernet,
  - Четыре контроллера 1 Гбит Ethernet,
  - Три контроллера PCIe 3.0
  - Три USB 3.0 с интегрированными PHY,
  - Контроллер SATA 3.0,
  - Четыре SPI;
- Поддержка аппаратной виртуализации.

### Доступность

Первые образцы процессоров LS1046A семейства QorIQ появятся в 3 квартале 2016 года.

## КЕМЕТ начала производство первых в мире 250-вольтовых керамических конденсаторов типоразмера 0402 с диэлектриком C0G

*Новые конденсаторы с самыми высокими значениями емкости на современном рынке*

Корпорация KEMET объявила о расширении линек многослойных керамических конденсаторов поверхностного монтажа с диэлектриком C0G для коммерческих и автомобильных приложений. KEMET продолжает лидировать в разработке продуктов на основе диэлектрика C0G и теперь первой в мире смогла создать рассчитанные на напряжение 250 В конденсаторы типоразмера 0402 со

значениями емкости до 330 пФ. В дополнение к этому шкала номиналов конденсаторов типоразмеров от EIA 0603 до 2220 была расширена более чем на 30%.

Выпускаемые KEMET конденсаторы с диэлектриком C0G используются во множестве устройств, включая цепи точной синхронизации, настройки, развязки, блокировки, фильтрации, подавления выбросов, хране-



ния энергии и иные приложения, требующие низких потерь и больших импульсных токов.

Уникальные материалы, используемые при изготовлении этих устройств, не облада-

ют пьезоэлектрическим эффектом и позволяют изготавливать конденсаторы с экстремально низкими значениями эквивалентных последовательных сопротивлений и индуктивностей, высокой температурной стабильностью и не деградирующей со временем емкостью. Предлагаемые в версиях как для промышленного, так и для автомобильного применения конденсаторы C0G имеют множество вариантов покрытия контактов, включая матовое олово, оловянно-свинцовую сплав и золото.

## Murata анонсировала миниатюрное энергетическое устройство UMAC

На выставке CES 2016 Murata представила одну из своих последних разработок – миниатюрное энергетическое устройство высокой емкости серии UMAC в цилиндрическом корпусе. Термин «энергетическое устройство» Murata использует в отношении элементов накопления энергии, не являющихся конденсаторами.

### Исходные предпосылки

Ожидаемый повсеместный рост популярности таких категорий продуктов, как носимые устройства и узлы беспроводных сенсорных сетей, выдвигает к питающим их источникам энергии повышенные требования в части компактности, емкости, срока службы, внутреннего сопротивления, скорости заряда/разряда и способности противостоять колебаниям нагрузки. Это побудило Murata разработать новый класс приборов большой емкости, которому компания дала название «миниатюрное энергетическое устройство» («small energy device»), подчеркнув, таким образом, отличие прибора от традиционного суперконденсатора. Новое устройство серии UMAC может использоваться в качестве небольшого резервного аккумулятора аналогично конденсатору, но от обычных аккумуляторов оно отличается намного более высокими токами заряда/разряда и значительно увеличенным числом допустимых циклов перезаряда. При питании носимых устройств или беспроводных сенсорных узлов UMAC обеспечивает плоскую кривую разряда, легко приспособливаясь к различным характеристикам нагрузок.



### Особенности

#### 1. Высокая скорость заряда/разряда:

Максимальный ток заряда/разряда 10С (30 мА).

#### 2. Высокая безопасность:

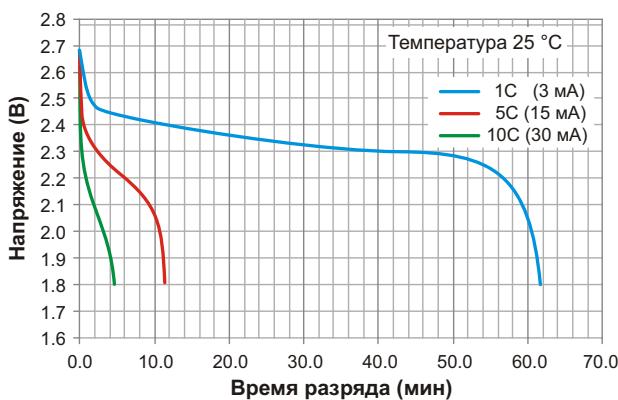
Исключительно безопасная конструкция. Малая емкость и использование химически стабильных материалов исключают возможность теплового пробоя.

#### 3. Увеличенный ресурс циклов перезаряда:

После 1000 циклов заряда/разряда устройство сохраняет не менее 90% емкости.

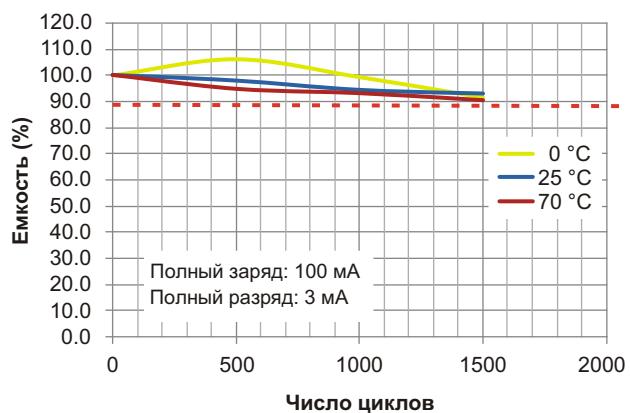
### Сфера применения

- Энергетическое устройство для узловых датчиков беспроводных сенсорных сетей
  - Высокие разрядные характеристики позволяют отказаться от дополнительных конденсаторов для компенсации пиковой мощности.



Характеристики разряда постоянным током.

- Низкий саморазряд минимизирует потери запасенной энергии.
- Плоская характеристика разряда позволяет использовать устройство сразу после начала зарядки.
- Источник питания для цифровых ручек или носимых устройств
- Многократные циклы ускоренной зарядки большим током оказывают минимальное влияние на ресурс устройства.
- Химически стабильные соединения обеспечивают малые размеры и безо-



Зависимость емкости от числа циклов заряда/разряда.

пасность корпуса. (Дым или огонь не появляются даже при коротком замыкании выводов).

- Резервный источник питания для бытовых электроприборов и таких электронных устройств, как мобильные телефоны и информационные терминалы
- Высокие разрядные токи позволяют использовать устройство во множестве разнообразных схем резервирования.

## Электрические характеристики

Обозначение	Номинальное напряжение, [В]	Напряжение заряда, [В]	Напряжение окончания разряда, [В]	Номинальная емкость, [мА ч]	Макс. разрядный ток [мА]	Внутреннее сопротивление, [мОм]	Диапазон рабочих температур
UMAC040130A003TA01	2.3	2.7	1.8	3	30 (10C)	800	0 °C ... 70 °C

## Fairchild приступает к массовому производству модулей трекеров движения для промышленных применений

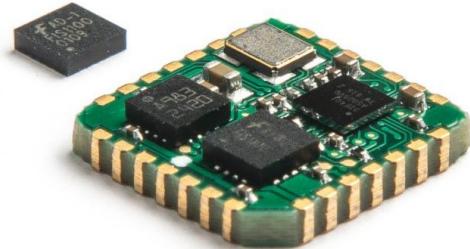
Революционное решение позволит производителям легко добавить функцию отслеживания движения и сократить время выхода продукта на широкий рынок

Fairchild начинает массовое производство новой серии высокоточных модулей отслеживания движения, рассчитанных на быструю



интеграцию в любую интеллектуальную систему, включая беспилотные летательные аппараты, автономные транспортные средства, безоператорные системы, гарнитуры виртуальной реальности, системы стабилизации камер и гироплатформы. Устройства также найдут применение в тяжелой промышленности, строительстве и сельском хозяйстве. Модули серии FMT1000 являются законченными трекерами движения, выходные данные которых содержат все инерци-

альные параметры, дополненные величинами углов крена, тангажа и относительных курсовых поправок. Таким образом, FMT1000 стал первым инерциальным модулем, предоставляющим точную информацию о трехмерной ориентации, технические характеристики которого удовлетворяют требованиям промышленности.



С минимальными затратами на разработку аппаратуры и программ посредством I<sup>2</sup>C, SPI и ARM mbed модули могут быть встроены в среду простых коммуникационных протоколов и бесплатных драйверов, используя для интеграции примеры исходных кодов, а также полные пакеты программ для Windows и Linux. Каждый из модулей FMT1000, построенных на 6-осевых инерциальных измерительных МЭМС микросхемах FIS1100 компании Fairchild, тестируется и калибруется в полном диапазоне рабочих температур, чтобы максимально снизить издержки производителей и затраты времени разработчиков. Все модули допускают внешнюю и, в частности, взаимную синхронизацию, содержат встроенные усовершенствованные алгоритмы обработки и объединения сигналов от комбинаций датчиков, включая автокалибровку и форматирование данных, освобождающие управляющий контроллер от вычислений и, в конечном счете, снижающие стоимость и потребляемую мощность. Удобство интеграции трекеров движения серии

FMT1000 делает их отличным компонентом для продуктов, которые требуется вывести на рынок в минимально возможное время. Для этого Fairchild дополнительно обеспечила простоту миграции от старых модулей FMT1000 к новым FIS1100, расширив ассортимент примеров типовых конструкций и программ обработки данных.

Модули FMT1000 выпускаются в корпусах размером 12.1 × 12.1 × 2.6 мм, совместимых по размерам и выводам с корпусами PLCC-28, и поставляются потребителям в лотках или пеналах. Доступен также оценочный набор, поддерживаемый полным комплектом инструментальных программных средств.



Оценочная плата FEBFMT1030\_MEMS01.

В настоящее время серия FMT1000 представлена тремя устройствами:

- FMT1010 – предоставляет данные калиброванных датчиков и компенсированные инкременты положения и скорости;
- FMT1020 – добавлены измерения углов крена, тангажа и рыскания в несвязанной системе координат, а также автокалибровка датчиков;
- FMT1030 – в дополнение к возможностям FMT1010 и FMT1020 содержит опорное направление магнитного севера.

## Silicon Microstructures представила серию высокоточных датчиков среднего давления

Дочерняя компания Elmos – Silicon Microstructures (SMI) представляет семейство полностью цифровых МЭМС датчиков среднего давления SM3041. Датчики имеют начальную погрешность лучше 1%, и такое же зна-



чение имеет величина ухода точности, обусловленная высокотемпературным старением (1% после работы в течение 1000 ч при повышенной температуре 150 °C). Это делает новый прибор одним из самых ста-



бильных датчиков среднего давления на современном рынке. Кроме того, SM3041 – первый датчик компании SMI, имеющий маркировку «AccuStable». Такой знак качества разрешается ставить только на продукты, в которых сочетаются исключительная точность и высокая долговременная стабильность.

Семейство датчиков давления разрабатывалось с прицелом на следующие рынки:

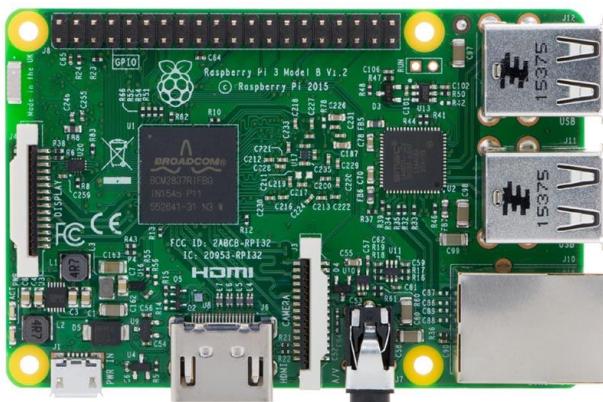
- медицинского оборудования (вентиляторы, оксигенаторы, средства вакуум-терапии, системы эвакуации жидкости и пр.);
- промышленных устройств (измерители параметров газовых потоков, датчики давления);
- потребительской техники (спортивное оборудование, бытовая техника). Производственная линия сертифицирована по высшим отраслевым стандартам качества – ISO 9001 и ISO/TS 16949.

Серия SM3041 сконструирована и изготавливается с использованием самых передовых технологий МЭМС датчиков и КМОП микросхем смешанных сигналов. На выходах приборов формируется цифровой, полностью обработанный сигнал. Температурная погрешность измерений компенсируется в диапазоне от  $-20^{\circ}\text{C}$  до  $+85^{\circ}\text{C}$ . Стандартные дифференциальные датчики среднего давления рассчитаны на диапазоны  $+5\text{ psi}$  и  $+15\text{ psi}$  ( $1\text{ psi} = 0.07\text{ ат}$ ), тогда как новые датчики могут быть полностью настроены под требования пользователя в любой области диапазона  $+2.5 \dots +15\text{ psi}$ . Приборы семейства SM3041 имеют цифровой коммуникационный интерфейс  $\text{I}^2\text{C}$ . Устройство предлагается в нескольких конфигурациях корпуса JEDEC SOIC16: с двумя вертикальными портами, двумя горизонтальными или одним вертикальным портом.

Комбинация в одном корпусе датчика давления со специализированной микросхемой обработки сигналов существенно упрощает использование приборов. Датчик устанавливается непосредственно на стандартную печатную плату, а сигнал калибровки давления может быть получен из цифрового интерфейса. Это позволяет отказаться от таких дополнительных элементов, как схемы компенсации или микроконтроллеры с пользовательскими алгоритмами коррекции.

## Анонсирован одноплатный компьютер Raspberry Pi 3 Model B на 64-разрядном процессоре A53

После анонса первой версии Raspberry Pi (29 февраля 2012 г.) прошло 4 года, за которые было продано в общей сложности около 8 млн. экземпляров, включая 3 млн.



Raspberry Pi 2, ставших самыми популярными компьютерами на рынке Великобритании. И вот, отмечая четвертый день рождения Raspberry Pi, компания RS Components совместно с Element14 представила одноплатный компьютер и платформу разработки встраиваемых приложений Raspberry Pi 3 Model B, выполненную на 64-разрядном четырехъядерном процессоре ARM Cortex-A53. Кроме того, теперь плата помимо интерфейса Ethernet поддерживает беспроводные соединения по Wi-Fi и Bluetooth, что позволит расширить сферу применения системы устройствами Интернета вещей.

Эбен Аpton (Eben Upton), генеральный директор подразделения Raspberry Pi Trading, сказал: «4 года назад мы анонсиро-

вали первую версию Raspberry Pi, а сегодня запускаем в производство Raspberry Pi 3. Как и прежде, плата стоит \$35 и сохранила размер кредитной карты, но теперь снабжена беспроводными интерфейсами Wi-Fi и Bluetooth, имеет 64-разрядный четырехъядерный процессор и обеспечивает прирост вычислительной мощности на 50% по сравнению с предшествующей версией Raspberry Pi 2. Благодаря этому она открывает еще больше возможностей для приложений Интернета вещей и встраиваемых проектов. Мы надеемся, что она понравится вам не меньше, чем нам. Наша главная цель перехода от процессора с ядром ARM Cortex-A7 к Cortex-A53 достигнута. Последний, работая в 32-битном режиме, на той же тактовой частоте превосходит Cortex-A7 по производительности на 20%-30%».

На новой плате установлена 64-разрядная система-на-кристалле (СнК) Broadcom BCM2837 с четырехъядерным процессором ARM Cortex-A53, работающим на частоте 1.2 ГГц, и двухъядерным мультимедиа сопроцессором VideoCore IV. Тактовая частота оперативной памяти осталась прежней (400 МГц), а вот графическое ядро оптимизировано, и работает на частоте 400 МГц (против 250 МГц в Raspberry Pi 2). СнК BCM2837 сохранила базовую архитектуру своих предшественников BCM2835 и BCM2836, поэтому все проекты и пользовательские приложения будут выполняться и на новой плате. В целом, увеличенная на 33% тактовая частота и оптимизированная архитектура процессорных ядер дали прирост производительности в 32-битном режиме на 50% ... 60% по сравнению с Raspberry Pi 2, и примерно в 10 раз по сравнению с начальной версией Raspberry Pi.

Поддержка беспроводных интерфейсов IEEE802.11b/g/n Wireless LAN, Bluetooth Classic и Bluetooth Low Energy возложена на дополнительную микросхему Broadcom BCM43438. Разработчикам удалось вписаться практически в форм-фактор Raspberry Pi. Изменения затронули лишь расположение светодиодов состояния – из-за необходимости выделения на печатной плате дополнительной площади для антенны от слота для карт памяти microSD они были перенесены на противоположную сторону. Программное обеспечение для поддержки беспроводных интерфейсов разработано и доступно пользователям.



На плате Raspberry Pi 3 установлены 4 порта USB, аудио/видео выход 3.5 мм, разъем HDMI, 40-контактный разъем расширения и разъемы интерфейса подключения камеры. Для питания платы рекомендуется использовать внешний источник 5 В, способный отдавать выходной ток не менее 2.5 А (для Raspberry Pi 2 – не менее 1.8 А).

Raspberry Pi 3 Model B доступна для заказа у Element14, RS Components и других дилеров.

## Многорежимный контроллер компании Infineon снизит мощность, потребляемую светодиодными осветительными приборами

Infineon Technologies предлагает новую микросхему многорежимного контроллера обратноходового преобразователя для светодиодных приложений. Микросхема IRS2982S сделает короче путь до рынка, сократит количество необходимых компонентов и снизит потребление мощности в режи-

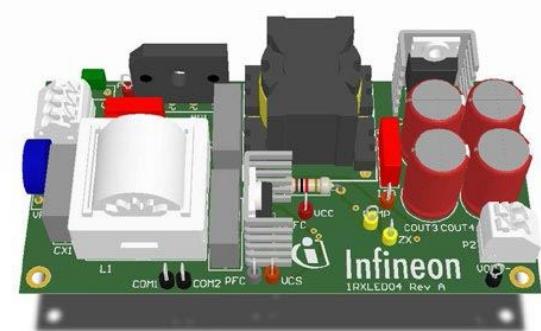
мах работы и ожидания. Ориентированный на рынки светодиодных конструкций среднего и высшего классов контроллер позволяет создавать универсальные решения, отвечающие требованиям широкого круга внутренних, наружных, офисных и промышленных схем освещения.



IRS2982S содержит 600-вольтовую цепь запуска, сокращающую время зажигания до значения менее 0.5 с. Одновременно эта цепь позволяет исключить из схемы внешние компоненты делителя напряжения. Конфигурируемые режимы критической и прерывистой проводимости поддерживают совместимость с широким диапазоном системных требований. Это позволяет использовать микросхему в диммируемых преобразователях питания светодиодов в полном диапазоне рабочих токов. Основной сферой применения IRS2982S будут изолированные обратноходовые преобразователи, работающие в режиме стабилизации по выходному напряжению, открывающие гибкий переход к другим топологиям, таким как неизолированные обратноходовые преобразователи со стабилизацией тока/напряжения, понижающие и повышающие преобразователи, а также преобразователи с несимметрично нагруженной первичной индуктивностью (SEPIC).

Сконструированный для максимальной энергоэффективности, IRS2982S может переключаться в пульсирующий режим,

обеспечивающий сверхнизкое потребление мощности в режиме покоя. Устройство работает в широком диапазоне входных напряжений от 85 В AC до 305 В AC и содержит стандартные цепи защиты от перенапряжения и перегрузки по току. Оптимизированной однокаскадной конструкцией обратноходового преобразователя обеспечиваются коэффициент мощности выше 0.9 и уровень суммарных нелинейных искажений менее 20 процентов.



Оценочная плата IRXLED04 для микросхемы IRS2982S с изолированной обратноходовой топологией и обратной связью по напряжению.

## Доступность

Массовое производство IRS2982S уже началось. Разработчики, желающие быстро изучить возможности микросхемы и испытать ее в своих светодиодных приложениях, могут приобрести оценочную плату 50-ваттного обратноходового преобразователя IRXLED04.

## Allegro объявляет о выпуске уникального драйвера светодиодов с интегрированным переключателем на основе эффекта Холла

Элегантное однокристальное решение для систем светодиодного освещения

Компания Allegro объявила о выпуске первого в мире драйвера светодиодов с интегрированным переключателем на основе эффекта Холла. При минимальных затратах инженерного труда и с небольшим количеством компонентов микросхема A1569 позволяет создавать компактные, изящные, надежные и отказоустойчивые решения для светодиодного освещения. Но одном кремниевом кристалле размещены датчик Холла, мало-

сигнальный усилитель, МДМ стабилизатор, триггер Шмитта и драйвер светодиодов с мягким включением и выключением, защищенный от коротких замыканий и перегрева. Встроенный твердотельный переключатель на эффекте Холла обеспечивает бесшумную, герметичную, бесконтактную активацию, являясь намного более совершенной заменой склонным к отказам механическим выключателям.



Драйвер формирует незашумленный линейно регулируемый ток до 150 мА для питания одного или нескольких светодиодов. При желании внешний конденсатор позволяет программировать скорость включения и выключения, добавляя элегантный «театральный» эффект. Драйвер управляется датчиком Холла, включаясь и выключаясь с помощью магнита. Омниполярный (реагирующий на оба полюса магнита) ключ на эффекте Холла отличается очень высокой чувствительностью (индукция включения равна 40 Гс), поддерживая широкий диапазон механических конструкций, некритичных к величинам воздушных зазоров и технологическим погрешностям сборки.

Новое устройство дополняет обширный портфель драйверов светодиодов и переключателей на основе эффекта Холла, разработанных Allegro. Микросхема предназначена

чена для потребительской электроники, крупной бытовой техники, моторных лодок, туристических автофургонов, мотоциклов, а также для приложений интерьерной и дополнительной подсветки автомобилей, таких как перчаточные ящики, аксессуарные зеркала, центральные консоли, багажные отделения, спальные места тяжелых грузовиков и т.д. Встроенный стабилизатор рассчитан на входные напряжения от 7 до 24 В. Надежность и характеристики электромагнитной совместимости улучшены ограничителями на стабилитронах и цепями защиты от коротких замыканий, перегрева и неправильной полярности подключения входного напряжения. Получить столь совершенные параметры стало возможно благодаря системе динамической компенсации, уменьшающей остаточное смещение, обычно обусловленное влиянием формованного корпуса, дрейфом температуры и термическими напряжениями.

Устройство предлагается в двух исполнениях: вариант «К» предназначен для работы в автомобильных приложениях при температуре от -40 °C до +125 °C (AEC-Q100), а вариант «Е» ориентирован на использование в промышленном и потребительском оборудовании в диапазоне температур от -40 °C до 85 °C. Все приборы удовлетворяют предписаниям директивы RoHS и выпускаются в корпусах SOIC-8 с увеличенной теплорассеивающей способностью (суффикс «LJ»).

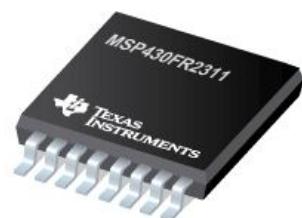
## Texas Instruments представляет первый в мире микроконтроллер с интегрированным конфигурируемым трансимпедансным усилителем

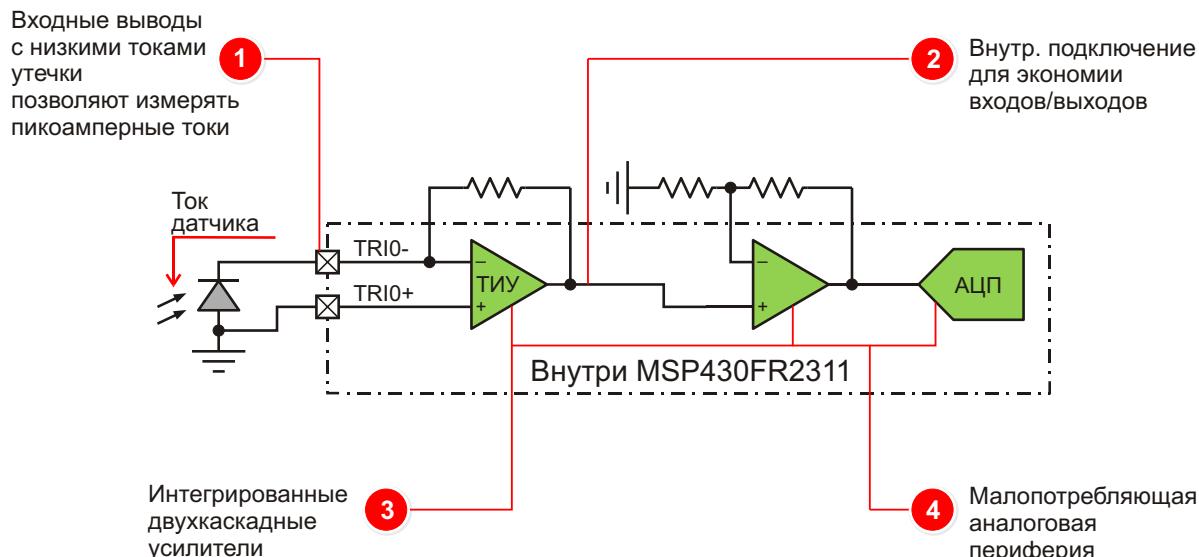
*Новый микроконтроллер семейства MSP позволит на 75% сократить площадь печатной платы в измерительных приложениях*

С новым микроконтроллером MSP430FR2311 потребители продукции Texas Instruments получили возможность создавать измерительные приложения, способные еще дольше работать без замены батарей. На сегодня MSP430FR2311 является единственным в отрасли микроконтроллером с интегрированным трансимпедансным усилителем (ТИУ), входные токи смещения которого равны всего 50 пА. Токи утечки конфигурируемых аналоговых входов нового прибора, пополнившего семейство MSP430

ультра малопотребляющих контроллеров, в 20 раз меньше, чем у любых альтернативных решений для измерения токов и напряжений.

Высокоинтегрированный микроконтроллер с конфигурируемой аналоговой перифе-



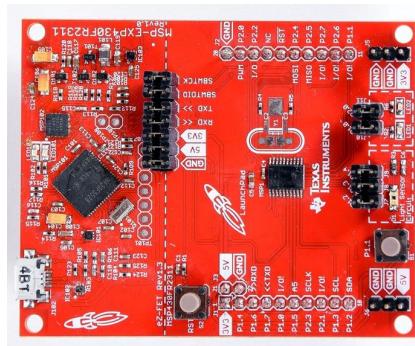


рией поможет разработчикам упростить их конструкции и сберечь до 75% площади печатной платы. Интегрированные в MSP430FR2311 аналоговые цепи, включая АЦП, операционные усилители, компараторы и ТИУ, позволяют напрямую подключать самые разнообразные датчики. Устройство имеет размеры 3.5 мм × 4 мм, содержит встроенное сегнетоэлектрическое ОЗУ (FRAM) и может работать без внешнего квадцевого резонатора.

Микроконтроллер MSP430FR2311 предоставляет разработчикам возможность выбора необходимой им конфигурации усилителя (инвертирующий, неинвертирующий или трансимпедансный), а также масштабирования своих приложений, путем перераспределения объемов памяти, выделяемой для программного кода и данных, стирающего границы между Flash и ОЗУ. Воспользовавшись комплектом разработчика MSP430FR2311 MCU LaunchPad, поддерживаемым интегрированными средами Code Composer Studio и IAR Embedded WorkBench, пользователи за считанные минуты могут приступить к проектированию своих устройств. Конструкторы смогут исследовать новый микроконтроллер в конкретном приложении базового проекта подсистемы дымового пожарного извещателя, в которой используются фотодиод и конфигурация ТИУ для измерения тока. Кроме того, потребителям, создающим приборы для медицины, фитнеса, систем автоматизации зданий и персональной электроники, доступен базовый проект (TIDA-00242), использующий микросхему сбора энергии

bq25570 в системе на основе микроконтроллера MSP430FR2311.

Потребители микроконтроллеров MSP430G2x, использующие устройства с объемом памяти 2 КБ и 4 КБ, могут легко перейти на микроконтроллер MSP430FR2311, чтобы воспользоваться преимуществами более совершенной энергонезависимой памяти FRAM и расширенного набора аналоговой периферии, включая операционные усилители, АЦП и компараторы.



Отладочный набор MSP430FR2311 MCU LaunchPad.

## Доступность и цены

MSP430FR2311 стал первым микроконтроллером в семействе устройств, образцы которых доступны для немедленного приобретения в онлайн магазине TI. Установленные на новый микроконтроллер цены для партий объемом 1000 приборов начинаются от \$0.65 за штуку. Там же за \$15.99 можно приобрести отладочный набор MSP430FR2311 MCU LaunchPad.

# Отчего возникают проблемы при оценке CMRR

Gustavo Castro, Analog Devices

Analog Dialogue

## Вопрос:

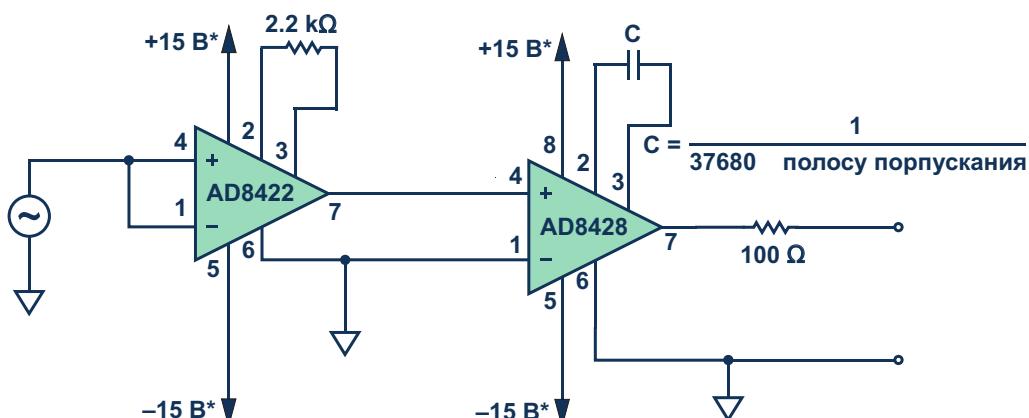
Почему влияние синфазных сигналов на выход усилителя больше, чем можно ожидать, исходя из значения коэффициента подавления синфазного сигнала (common-mode rejection ratio – CMRR), указанного в справочных данных?

## Ответ:

Понятие CMRR имеет фундаментальное значение для работы с дифференциальными входными цепями, но многие не вполне четко представляют себе, что это такое. Поэтому нередко люди, использующие инструментальные усилители, обнаруживают, что реальное влияние синфазных сигналов на схему совсем не соответствует ожидаемому.



Например, популярный тест инструментального усилителя заключается в измерении его выходного отклика при подаче на оба входа одинаковых сигналов. Образец схемы для испытания микросхемы AD8422B в кон-



\*Конденсаторы развязки по питанию не показаны

Рисунок 1. Схема для измерения CMRR

фигурации с усилением 10 В/В показан на Рисунке 1. Второй усилитель (AD8428) включен с коэффициентом усиления, равным 2000, чтобы, усиливая небольшую ошибку, созданную тестируемым устройством, упростить ее измерение стандартными лабораторным прибором, таким скажем, как осциллограф.

С помощью такой измерительной установки можно наблюдать изменения выходного напряжения на 40 мВ при изменении входного синфазного сигнала на 2 В, что эквивалентно напряжению 20 мкВ на выходе AD8422B. Это совсем неплохо, однако кто-то скажет, что 10 мкВ/В соответствуют подавлению на 100 дБ, при том, что в справочных данных гарантируется значение CMRR не менее 114 дБ! Это что же, нам попалась дефектная микросхема? Куда девался CMRR?

Если вы читали «The Diamond Plot» [1], то, возможно, помните, какое условие необходимо обязательно проверить перед началом измерений – убедиться, что тестовые сигналы не выходят за пределы допустимых для усилителя синфазных напряжений. С помощью нового инструмента Diamond Plot [2] компании Analog Devices вы потратите на такую проверку менее минуты. Если здесь все нормально, двинемся дальше, и посмотрим, как определяется CMRR.

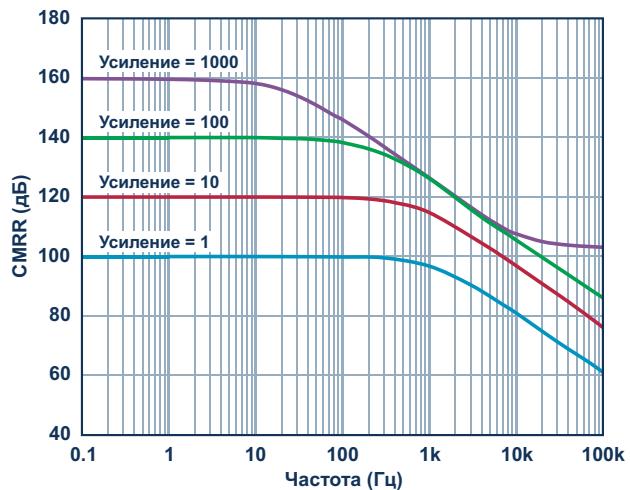
CMRR – это просто отношение дифференциального коэффициента усиления ( $A_{\text{DIFF}}$ ) к синфазному ( $A_{\text{CM}}$ ). Его можно выразить в В/В или в дБ, используя следующие формулы:

$$\text{CMRR}_{\text{B/B}} = \frac{A_{\text{DIFF}}}{A_{\text{CM}}},$$

$$\text{CMRR}_{\text{dB}} = 20 \log \frac{A_{\text{DIFF}}}{A_{\text{CM}}}$$

$$20 \log(A_{\text{DIFF}}) - 20 \log(A_{\text{CM}}).$$

Измеренное ранее значение 10 мкВ/В соответствует синфазному коэффициенту усиления –100 дБ, а не CMRR. Поскольку коэффициент усиления усилителя установлен равным 10 В/В (или 20 дБ), общий CMRR составит 20 дБ – (–100 дБ) = 120 дБ, что больше, чем указанные в справочных данных 114 дБ.



**Рисунок 2.** Зависимость CMRR микросхемы AD8422 от частоты.

Если коэффициент усиления увеличить до 100 В/В, CMRR вырастет еще на 20 дБ, и станет равным 140 дБ! Тем не менее, при новом усиливании и прежнем входном сигнале 2 В напряжение на выходе AD8422 все еще меняется на 10 мкВ. Вы можете спросить, что же стало лучше? И не значит ли это, что мы мошенники?

Ну, не совсем. Определение CMRR одинаково для всех. Очень важно, что таким оно и остается, и мы не собираемся его менять. «Загрязняющий» выход, нежелательный синфазный сигнал остается постоянным, независимо от коэффициента усиления. Но если дифференциальный коэффициент усиления велик, это «загрязнение» также становится меньше. Иными словами, если мы разделим синфазную ошибку на коэффициент усиления, чтобы сравнить ее с входным сигналом, она, на самом деле, станет очень незначительной. Таким образом, выходная ошибка 10 мкВ/В эквивалентна 1 мкВ/В при усилении 10, и 100 нВ/В при усилении 100. Теперь должно стать понятно, почему это так хорошо при измерении слабых сигналов.

Заметим, что не у всех инструментальных усилителей CMRR увеличивается с ростом усиления, а у некоторых даже ухудшается. Другими словами, у инструментального усилителя, имеющего CMRR 120 дБ, при увеличении усиления на 20 дБ CMRR может вырасти только до 130 дБ. Этот эффект мы называем «сжатием CMRR». Тем не менее, мы видели, что CMRR усилителя AD8422 увеличивается до 160 дБ без сжатия (Рисунок 2). Как видите, все не так уж сложно.

## Примечание

Не забывайте, пожалуйста, что шумы и большое усиление (20,000) требуют ответственного подхода к организации процесса этих измерений. Прежде всего, необходима фильтрация входного сигнала для минимизации вклада его шумов. Для этого в усилителе AD8428 между выводами подключения фильтра используется конденсатор, ограничивающий полосу измерений. Кроме того, для подавления внешних шумов необходимо с особым вниманием подойти к выбору

длины проводов, их расположению и экранированию.**РЛ**

## Ссылки

1. Gustavo Castro. "[The Diamond Plot.](#)" Analog Dialogue Rarely Asked Questions, Issue 107.
2. [Instrumentation Amplifier Diamond Plot Tool](#)—BETA. Analog Devices.

## Материалы по теме

1. [Datasheet Analog Devices AD8422](#)
2. [Datasheet Analog Devices AD8428](#)

# Модульный или дискретный: какой источник питания лучше подойдет для вашей разработки

Chris Glaser, Texas Instruments

Electronic Design

Для систем с повышенными требованиями к занимаемому объему, таких как оптические модули и твердотельные накопители (SSD), крайне важны малые размеры решений и высокие уровни интеграции. В то время как интегрированные модули питания все более востребованы в этих и других малогабаритных приложениях, до последнего времени их использование было ограничено устройствами с относительно небольшими токами потребления. Однако новейшие модули источников питания, способные теперь отдавать токи до 3 А, позволяют при сохране-

нии хороших характеристик обеспечить намного меньшие размеры устройств. В этой статье я сравниваю эффективность, размеры решений и стоимость модульных источников питания с их дискретными эквивалентами.

Для примера на Рисунке 1 показана схема типичного понижающего преобразователя, доступного как в виде дискретной интегральной схемы (ИС), так и в виде силового модуля MicroSiP [1]. В этом примере оба решения рассчитаны на выходной ток 3 А при напряжении 1.2 В. Пассивные компоненты в обеих схемах идентичны, за исключением катушки

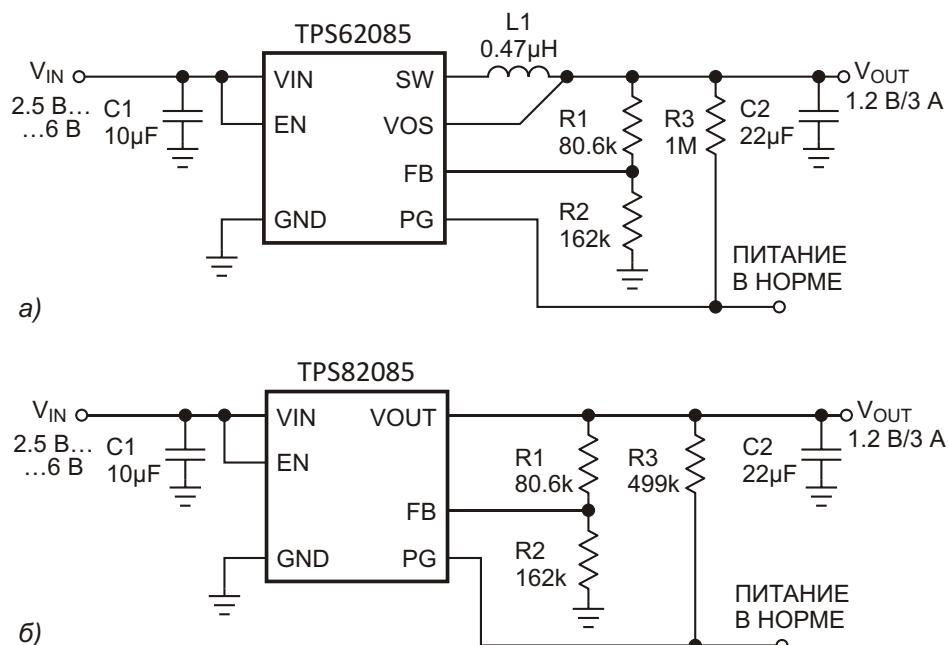
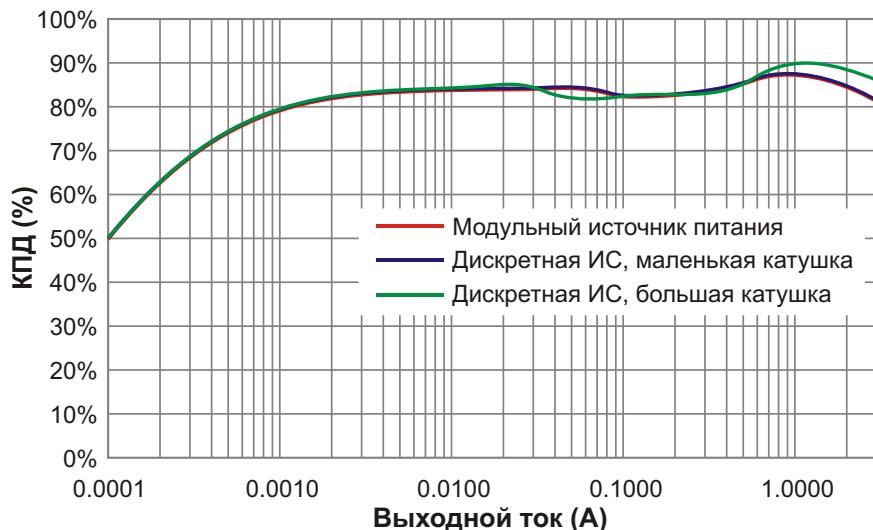


Рисунок 1. Типичные схемы дискретного (а) и модульного источника питания (б) для выходного напряжения 1.2 В очень просты.



**Рисунок 2.** Графики зависимости КПД от тока нагрузки для дискретного (TPS62085) и модульного источника питания (TPS82085) при выходном напряжении 1.2 В до области высоких токов нагрузки практически совпадают.

индуктивности, которая встроена в модуль. Оба устройства используют топологию DCS (Direct Control with Seamless transition into power-save mode – прямое управление с плавным переходом в режим энергосбережения) [2], обеспечивающую отличную переходную характеристику и хорошую стабилизацию выходного напряжения, что требуется в коммуникационных приложениях и устройствах хранения информации.

## КПД

Для корректного сравнения КПД двух понижающих преобразователей с интегрированными MOSFET вы должны использовать одинаковые катушки индуктивности. Подавляющее большинство потерь происходят либо в микросхеме, либо в катушке индуктивности, и поскольку характеристики потерь микросхемы неизменны, единственной ручкой настройки КПД остается индуктивность. Для минимизации общих размеров модулей питания в них встраиваются катушки меньшего размера, имеющие более высокое сопротивление постоянному току (DCR). Для получения максимального КПД в дискретном источнике питания обычно используется катушка индуктивности большего размера, имеющая более низкое DCR. Здесь виден ясный компромисс между размером и эффективностью.

На Рисунке 2 показаны зависимости КПД дискретного и модульного источников питания с катушками индуктивности, характерис-

тики которых указаны в соответствующих спецификациях. В дискретном источнике на основе ИС используется катушка большего размера, а в модульном – меньшего. Третья кривая отображает зависимость КПД дискретного источника, в котором использована катушка меньшего размера.

Как и ожидалось, дискретный источник питания с меньшей катушкой индуктивности показал такой же КПД, как и модульный источник. При умеренных выходных токах КПД во всех трех случаях практически одинаков. При больших токах основное влияние на изменение КПД оказывают различия в DCR катушек.

## Размеры решения

Основное преимущество, которое дает выбор модуля питания, заключается в меньших размерах решения. В модулях MicroSiP

**Таблица 1.** Дискретный источник питания (TPS62085) может иметь меньшую высоту, чем модуль (TPS82085), хотя модуль питания всегда занимает на печатной плате наименьшую площадь.

	Размеры решения (мм <sup>2</sup> )	Максимальная высота решения (мм)
Модуль питания	35	1.33
Дискретная ИС, маленькая индуктивность	45	1
Дискретная ИС, большая индуктивность	62	1.6

**Таблица 2.** Сводная таблица основных характеристик модульных (TPS82085) и дискретных источников питания (TPS62085).

	КПД при токе нагрузки 1 А	КПД при токе нагрузки 3 А	Размеры решения (мм <sup>2</sup> )	Максимальная высота решения (мм)	Количество компонентов	Стоимость устройства (в партии из 1 тыс.)	Стоимость решения (в партии из 1 тыс.)
Модуль питания	87%	81%	35	1.33	5	\$2.75	\$2.86
Дискретная ИС, маленькая индуктивность	87%	81%	45	1	5	\$0.95	\$1.36
Дискретная ИС, большая индуктивность	90%	86%	62	1.6	6	\$0.95	\$1.36

компоненты размещены вертикально, что дает выигрыш в размерах по осям X и Y. Однако вертикальное расположение компонентов увеличивает высоту конечного изделия. Чтобы получить минимальную высоту, следует использовать дискретные источники питания.

В Таблице 1 показаны размеры и высота решений, основанных на оценочных модулях для каждого устройства. По сравнению с эквивалентными дискретными источниками питания модульные экономят 22% площади платы, но при этом на 33% увеличивают ее высоту. Используя силовой модуль вместо дискретного модуля с большей катушкой индуктивности, вы можете сэкономить 43% площади платы.

## Стоимость

Несмотря на то, что все устройства эквивалентны, модульный источник стоит больше, чем дискретная микросхема питания, поскольку дополнительный вклад в цену вносят встроенная катушка и затраты на сборку. Однако стоимость собранного источника питания выходит далеко за пределы стоимости одной микросхемы питания. Прочие расходы включают в себя затраты на отбор каждого компонента и его установку на печатную плату; стоимость подбора, приобретения и хранения каждого элемента из перечня материалов; стоимость и риски разводки платы (поскольку трассировка соединений катушки индуктивности и коммутационного узла [выход SW] требует большого внимания и аккуратности) и стоимость самой печатной платы – чем больше плата, тем она дороже. Модульные источники питания стоят больше, однако экономят место на плате и упрощают процесс разработки.

В Таблице 2 собраны данные, позволяющие принять оптимальное решение по выбору типа источника питания. Стоимость конечного решения складывается из ориентировочной стоимости катушки индуктивности, которая составляет \$0.30, конденсаторов, ценой \$0.05 за штуку, и резисторов, каждый из которых стоит \$0.005.

## Заключение

Новые 3-амперные модули питания, имея такой же КПД, занимают на плате на 22% меньше места, чем дискретные эквиваленты на ИС. Однако их высота больше, как больше и стоимость конечного решения. Эта дополнительная стоимость отчасти компенсируется меньшим количеством компонентов на печатной плате и более быстрой и простой процедурой ее разводки.

В то время как модульные источники питания предлагают проверенное и подтвержденное спецификациями решение, дискретные источники можно лучше адаптировать к конкретному приложению. Для устройств с ограниченным объемом, в зависимости от приоритетных критериев, обоснованным будет выбор как модульного, так и дискретного источника питания.**РЛ**

## Ссылки

1. Информация о MicroSiP
2. Glaser, Chris. "High-efficiency, low-ripple DCS-Control offers seamless PWM/power-save transitions", TI Analog Applications Journal, 3Q 2013.

## Материалы по теме

1. Datasheet Texas Instruments TPS62085
2. Datasheet Texas Instruments TPS82085

# Как продлить жизнь литиевым аккумуляторам

Battery University

Выясним, каковы причины старения литий-ионного аккумулятора, и что может сделать пользователь, чтобы продлить его жизнь

Исследователи батарей настолько фокусируются на литиевых аккумуляторах, что кто-то может вообразить, что будущее исключительно за ними. Для оптимизма, действительно, есть веские причины, поскольку литий-ионные аккумуляторы во многих отношениях превосходят другие типы. Количество устройств растет, и они вторгаются на рынки, которые ранее прочно удерживались свинцово-кислотными аккумуляторами. Многие спутники в качестве источника питания также используют литий-ионные аккумуляторы.

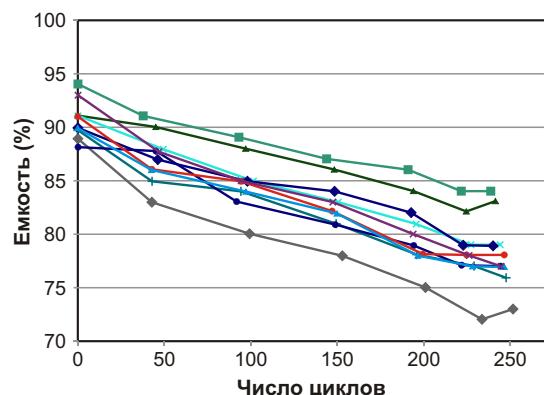
Литий-ионные аккумуляторы еще не достигли полной зрелости, и работы по улучшению их характеристик продолжаются. Очевиден значительный прогресс в долговечности и безопасности, в то время как емкость растет постепенно. Сегодня литий-ионный аккумуляторы соответствуют ожиданиям большинства потребительских устройств, однако аккумуляторы для электротранспорта нуждаются в дальнейшем совершенствовании, прежде чем этот источник питания станет общепринятой нормой.

## Каковы причины старения литий-ионного аккумулятора?

Принцип работы литий-ионного аккумулятора основан на перемещении ионов между положительным и отрицательным электродами. В теории такой механизм должен работать вечно, но циклы заряда-разряда, повышенная температура и старение со временем ухудшают рабочие характеристики. Производители придерживаются осторожного подхода и для большинства потребительских продуктов указывают срок службы литий-ионных аккумуляторов между 300 и 500 циклами заряда/разряда.

Однако оценку срока службы аккумулятора на основании подсчета циклов нельзя считать бесспорной, поскольку глубина разряда может варьироваться, и четких стандартов, определяющих, что представляет собой цикл, не существует (см. [1]). Вместо подсчета циклов некоторые производители устройств предлагают заменять аккумулятор, ориентируясь на маркировку даты выпуска, но этот метод не принимает во внимание интенсивность его использования. Аккумулятор может выйти из строя раньше отведенного времени из-за активного использования или неблагоприятных температурных условий. Тем не менее, большинство аккумуляторов служит значительно дольше, чем показывает маркировка даты.

Характеристики аккумулятора определяются емкостью – основным показателем его здоровья. Внутреннее сопротивление и само-



**Рисунок 1.** Снижение емкости как следствие циклической работы. Одиннадцать новых литий-ионных аккумуляторов были протестированы анализатором аккумуляторов Cadex C7400. Начальная емкость всех батарей составляла 88–94%, и уменьшилась до 73–84% после 250 циклов полного разряда.

разряд тоже играют роль, но не столь значимую для предсказания конца срока службы современного литий-ионного аккумулятора.

Рисунок 1 иллюстрирует снижение емкости 11 литий-ионных аккумуляторов, протестированных в лаборатории Cadex. Пакетные элементы для мобильных телефонов емкостью 1500 мА·ч первоначально были заряжены током 1500 мА (1С) до напряжения 4.2 В на элемент, после чего подзаряжались до полного насыщения током 75 мА (0.05С). Затем током 1500 мА аккумуляторы были разряжены до 3 В на элемент, и цикл повторялся. Потеря емкости происходила равномерно на протяжении всех 250 циклов, и поведение аккумуляторов соответствовало ожиданиям.

Несмотря на то, что в течение первого года службы аккумулятор должен обеспечивать 100-процентную емкость, совершенно обычной является ситуация, когда фактическая емкость оказывается ниже указанной, и время хранения на складе может вносить в эту потерю свой вклад. В дополнение, производители склонны давать завышенную оценку своим аккумуляторам, заведомо зная, что очень немногие потребители будут делать выборочные проверки и предъявлять претензии, если емкость окажется низкой. Не обладающие потребительским опытом пользователи могут приобрести аккумуляторы с пониженной емкостью.

Аналогично тому, как механическое устройство изнашивается быстрее при интенсивном использовании, глубина разряда определяет количество циклов перезаряда аккумулятора. Чем меньше глубина разряда, тем дольше прослужит аккумулятор. По возможности следует избегать полных разрядок и чаще заряжать аккумулятор между использованием. Неполный разряд полезен для литий-ионного аккумулятора. У него отсутствует эффект памяти, поэтому циклы полного разряда для продления жизни аккумулятору не нужны. Исключением может быть периодическая калибровка измерителя уровня заряда на «умной батарее» или интеллектуальном устройстве.

В Таблице 1 показана зависимость от глубины разряда количества циклов перезаряда, за которые емкость аккумулятора упадет до 70 процентов. Все остальные параметры, такие как напряжение заряда, температура и общие токи по умолчанию установлены в средние значения.

**Таблица 1.** Зависимость количества циклов перезаряда от глубины разряда. Неполный разряд продлевает срок службы аккумулятора. Повышенная температура и высокие токи также оказывают негативное влияние на ресурс аккумулятора.

Глубина разряда	Циклы разряда
100%	300 ... 500
50%	1,200 ... 1,500
25%	2,000 ... 2,500
10%	3,750 ... 4,700

Высокая температура, так же как и высокое напряжение заряда, оказывают неблагоприятное воздействие на состояние литий-ионного аккумулятора. Для большинства литий-ионных аккумуляторов температура окружающей среды считается повышенной начиная с 30 °C, а напряжение более 4.1 В на элемент рассматривается как высокое. Воздействие на аккумулятор высокой температуры и длительное хранение в полностью разряженном состоянии могут иметь более губительные последствия, чем циклы заряда и разряда. Таблица 2 иллюстрирует зависимость потери емкости от температуры и уровня заряда.

**Таблица 2.** Оценочные значения восстанавливаемой емкости после хранения литий-ионного аккумулятора в течение одного года при различных температурах. Повышенная температура ускоряет потерю емкости. Не все типы литий-ионных аккумуляторов ведут себя так же.

Температура	Заряд 40%	Заряд 100%
0 °C	98%	94%
25 °C	96%	80%
40 °C	85%	65%
60 °C	75%	60% (после 3-х мес.)

Большинство литий-ионных аккумуляторов заряжается до 4.2 В на элемент, и каждое снижение этого напряжения на 0.1 В удваивает их ресурс. Например, литий-ионный элемент, заряжаемый до 4.2 В, обычно выдерживает 300...500 циклов перезаряда. Если же он заряжается только до 4.1 В, срок службы может быть продлен до 600...1000 циклов, 4.0 В должны обеспечить 1200...2000, а 3.9 В – 2400...4000 циклов.

Негативной стороной такого подхода является уменьшение количества заряда, запасаемого в аккумуляторе. Снижение напряжения

заряда на 70 мВ уменьшает общую емкость на 10%. Последующая зарядка до предельного напряжения восстанавливает полную емкость.

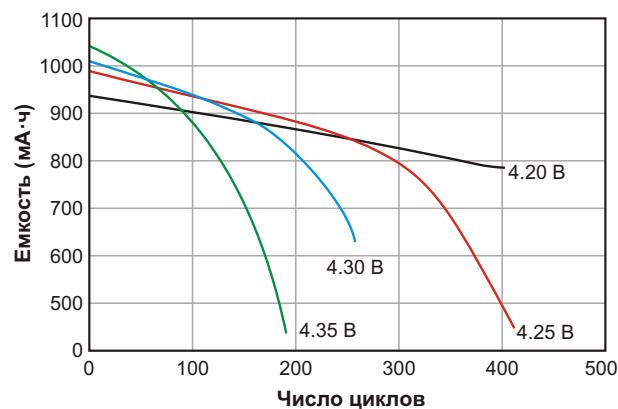
С точки зрения долговечности оптимальным напряжением заряда является 3.92 В на элемент. Эксперты считают, что при таком уровне порога исключаются все неблагоприятные факторы, связанные с напряжением аккумулятора. Дальнейшее снижение порога не даст дополнительного выигрыша, зато может привести к другим негативным последствиям (см. [3]). В Таблице 3 приведена зависимость емкости от уровня заряда. (Все значения оценочные; параметры элементов с более высокими пороговыми напряжениями могут отличаться от истинных).

**Таблица 3.** Зависимость количества циклов разряда и емкости от предельного напряжения заряда. Каждое снижение на 0.1 В от уровня 4.2 В удваивает количество циклов перезаряда, но уменьшает емкость. Напряжение, превышающее 4.2 В на элемент, может сократить срок службы аккумулятора. Снижение напряжения заряда на 70 мВ уменьшает емкость на 10%.

Уровень заряда (В/элемент)	Циклы разряда	Емкость при полном заряде
[4.30]	[150 ... 250]	~[114%]
<b>4.20</b>	<b>300 ... 500</b>	<b>100%</b>
4.10	600 ... 1,000	~86%
4.00	1,200 ... 2,000	~72%
3.92	2,400 ... 4,000	~58%

Большинство зарядных устройств для мобильных телефонов, ноутбуков, планшетов и цифровых камер заряжают литий-ионный аккумулятор до напряжения 4.2 В на элемент. Это позволяет закачать максимальный заряд, поскольку потребителю не нужно ничего, кроме оптимального времени работы. С другой стороны, промышленность, больше заинтересована в долговечности устройств и может выбирать более низкие пороги напряжений. Такими примерами могут служить спутники и электротранспорт.

Для многих литий-ионных аккумуляторов соображения безопасности не позволяют превышать напряжение 4.2 В на элемент. (Исключением являются некоторые литий-никель-кобальт-марганцевые аккумуляторы). С одной стороны более высокое напряжение увеличивает емкость, но с другой – сокращает срок службы и снижает уровень эксплуатационной безопасности. Рисунок 2



**Рисунок 2.** Влияние повышенного напряжения заряда на срок службы. Более высокое напряжение заряда увеличивает емкость, но сокращает срок службы и снижает уровень безопасности.

демонстрирует зависимость количества циклов от напряжения заряда. При напряжении 4.35 В количество циклов обычного литий-ионного аккумулятора сокращается вдвое.

Помимо того, что для каждого конкретного приложения требуется подбор наиболее подходящих порогов напряжения, обычный литий-ионный аккумулятор нельзя оставлять надолго под высоким напряжением 4.2 В. Поэтому зарядное устройство отключает зарядный ток, позволяя напряжению аккумулятора вернуться к более естественному уровню. Это напоминает расслабление мышц после напряженной тренировки [4].

## Что может сделать пользователь?

На долговечность литий-ионных аккумуляторов влияют не только циклы перезаряда, но и условия окружающей среды. Наихудшей ситуацией является хранение полностью заряженного аккумулятора при повышенных температурах. Аккумуляторы не умирают внезапно, но их ресурс сокращается постепенно, по мере снижения емкости.

Более низкие напряжения заряда продлевают срок службы аккумулятора, что учитывают разработчики электротранспорта и спутников. Аналогичный подход мог бы использоваться и в отношении потребительских устройств, но такое бывает нечасто, и обычно заменяется учетом планируемого старения.

Срок службы аккумулятора ноутбука можно продлить, снизив напряжение заряда, когда он подключен к сети переменного тока. Чтобы сделать такую функцию дружествен-

ной для пользователя, устройство должно иметь режим «Долгая Жизнь», который будет поддерживать напряжение аккумулятора равным 4.05 В на элемент, обеспечивая емкость порядка 80 процентов. За час до путешествия пользователь включает режим «Полная Емкость», чтобы довести заряд до 4.2 В на элемент.

Нередко можно услышать вопрос: «Должен ли я отключать свой ноутбук от электрической сети, когда он не используется?» В обычных условиях это необязательно, поскольку по достижении литий-ионным аккумулятором полного заряда его зарядка прекращается. Подзарядка возобновляется только тогда, когда напряжение аккумулятора снижается до определенного уровня. Большинство пользователей не отключают блок питания, и такая практика безопасна.

Современные ноутбуки греются меньше, чем старые модели, и сообщения о возгора-

ниях поступают реже. Если работающие электрические устройства с воздушным охлаждением находятся на постели или подушке, всегда следите за тем, чтобы вентиляционные отверстия не были закрыты. Прокладный ноутбук продлевает срок службы аккумулятора и внутренних компонентов. Элементы большинства потребительских устройств должны заряжаться током 1С или меньше. Избегайте так называемых сверхбыстрых зарядных устройств, которые, по утверждению производителей, способны полностью зарядить аккумулятор быстрее чем за час.**РЛ**

## Ссылки

1. [BU-501: Basics About Discharging](#)
2. [BU-701a: How to Calibrate Batteries](#)
3. [BU-808b: What causes Li-ion to die?](#)
4. [BU-409: Charging Lithium-ion](#)

# Изобретатель светодиодов убежден, что будущее освещения за лазерными диодами

*Lux Review Europe*

**И**зобретатель синего светодиода, доктор Сюдзи Накамура (Shuji Nakamura), считает, что лазерные диоды имеют существенные преимущества перед светодиодами, и будущее светотехники именно за ними.

Недавно он представил новую компанию, созданную для коммерциализации технологии и привлечения внимания индустрии освещения к потенциальному лазерных источников света.



Доктор Сюдзи Накамура рассказывает о светодиодах и лазерной технологии на выставке LuxLive в Лондоне. «Лазерные диоды – это будущее освещения», – говорит он.

Лауреат Нобелевской премии Накамура, создатель как зеленого, так синего и светодиодов, последний из которых дал толчок так называемой светодиодной революции, стал одним из соучредителей компании Soraalaser, публично дебютировавшей на проводившейся в Калифорнии конференции Strategies in Light.

Компания продемонстрировала свои самые новаторские источники света, имеющие, по ее словам, такие уникальные харак-

теристики, как коллимированный выходной поток и волноводное распространение света. Там считают, что лазерные диоды обладают убедительными преимуществами по сравнению со светодиодами, OLED и традиционными источниками света.

Независимая компания Soraalaser, в создании которой участвовал Накамура, отпочковалась от Soraa Inc. «Лазерные диоды имеют монотонную зависимость оптической мощности от тока и могут сочетаться с люминофорами для безопасной генерации высоконаправленного выходного потока с намного более впечатляющим отношением люмен/вatt, чем у других источников света, – сказал Накамура в интервью, данном Lux Review. – Лазерные диоды – это будущее освещения».

В своем эксклюзивном интервью Накамура описывает технологию как «прекрасную перспективу для осветительных продуктов следующего поколения».

BMW и Audi уже используют лазерный свет в фарах своих автомобилей, поскольку эффективность такой фары в десять раз выше, чем у светодиодной. Дальность излучения фары, сделанной на основе лазерных диодов, составляет 700 м, в то время как для светодиодной фары это расстояние равно всего 300 м, а для обычной автомобильной фары – лишь 100 м.

Уже создано несколько автомобилей, в фарах которых установлены лазерные диоды. Первым серийным автомобилем, в котором используются разработанные Osram фары на основе лазерных диодов, станет BMW i8, производство которого стартует летом 2016 года. Оснастили лазерными фарами и спорткар Audi R8 LMX. Лазерные

диоды настолько малы, что могут быть встроены в любую структуру, открывая принципиально новые возможности для автомобильного дизайна.

Однако Накамура поспешил добавить, что прежде чем технология лазерных диодов достигнет своего полного потенциала, еще предстоит пройти определенный путь. «Мы можем создать отличное освещение уже в ближайшем будущем, но для этого нам надо много и напряженно работать, чтобы повысить эффективность лазерных диодов. Я думаю, что это открывает перед нами огромные возможности», – сказал он.

В своих источниках видимого света SoraaLaser объединила лазерные диоды собственной запатентованной конструкции, изготавливаемые на основе полуполярного нитрида галлия, и усовершенствованный люминофор. По сравнению с другими источниками света лазеры обладают совершенно новыми свойствами, сочетая в себе такие

преимущества твердотельного освещения, как минимальное потребление мощности и большой срок службы, с высоконаправленным потоком, получить который позволяли только старые технологии.

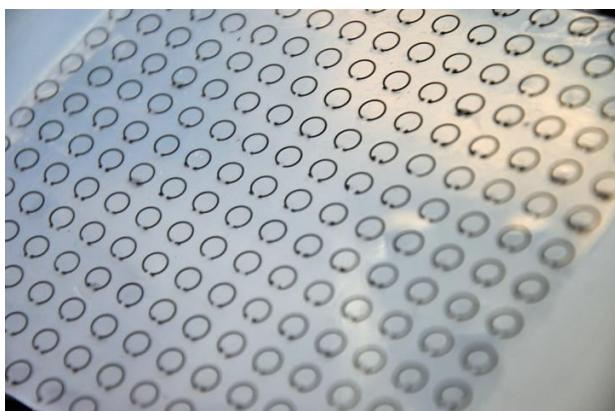
Поскольку лазерный луч фокусируется на маленьком пятнышке люминофора, где преобразуется в видимое излучение, источники SoraaLaser позволяют получать безопасный, высококоллимированный белый свет, предоставляя при этом уникальные возможности оптического управления с помощью миниатюрных линз и отражателей, а также исключительно эффективного безблкового распределения светового потока посредством использования волоконных световодов. По мнению компании, первоначальные рыночные ниши лазерные светильники найдут в приложениях фасадной архитектуры, гостиничной индустрии, розничной торговли, безопасности, сферы развлечений и автомобильной промышленности.**РП**

# Разработанный учеными гибкий материал подавляет радарные волны и делает объекты невидимыми

Университет штата Айова

ECN

**И**нженеры Университета штата Айова разработали новую гибкую, растягиваемую и настраиваемую «мета-кожу», в которой используются ряды миниатюрных жидкокомпьютерических устройств, способных скрыть объект от острых глаз радара.



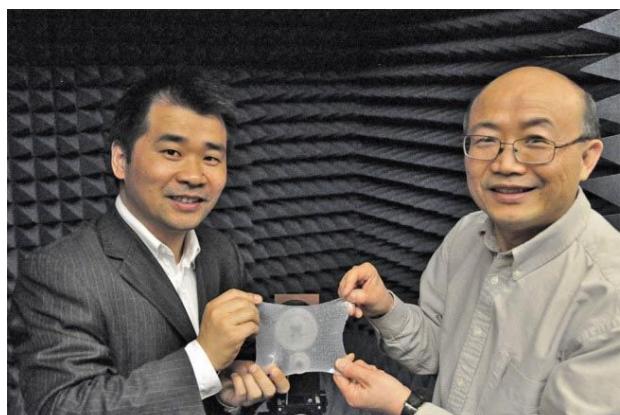
Мета-кожа получила свое название от композиционных метаматериалов, обладающих свойствами, которые не встречаются в природе, и способных управлять электромагнитными волнами. Растягивая и изгибая полимерную мета-кожу, ее можно настраивать на ослабление отражения радарных волн в широком диапазоне частот.

Об этом открытии недавно сообщил онлайн журнал *Scientific Reports*. Основной вклад в работу внесли сотрудники кафедры электротехники и вычислительных устройств Университета штата Айова, доцент Лян Дун (Liang Dong) и профессор Джиминг Сонг (Jiming Song). Соавторами проекта являются

аспиранты Сямынь Ян (Siming Yang), Пэн Лю (Peng Liu) и Ван Цю (Qiugu Wang), а также бывший выпускник университета Мингда Янг (Mingda Yang). Частичную поддержку проекту оказали Национальный фонд содействия развитию науки и Китайский государственный совет по стипендиям.

В своей публикации разработчики пишут: «Считается, что технология мета-кожи найдет множество применений в настройке электромагнитных частот, экранировании и подавлении рассеивания электромагнитных излучений».

Помимо мета-кожи, Дун занимается производством микро- и наноразмерных устройств, а также исследует поведение жидкостей и полимеров. Сонг специализируется на поиске новых приложений для электромагнитных волн.



Лян Дун (слева) и Джиминг Сонг (справа) и их экспериментальная мета-кожа.

Работая вместе, они надеялись доказать, что электромагнитные волны, и, возможно, даже короткие волны видимого света, могут быть подавлены с помощью технологий гибких, настраиваемых жидких металлов.

Ученые придумали способ изготовления разрезанных кольцевых резонаторов, встроенных между слоями кремнийорганических листов. Электрические резонаторы заполнены галинстаном – сплавом галлия, индия и олова, который остается жидким при комнатной температуре и менее токсичен, чем другие жидкие металлы, такие как ртуть.

Эти резонаторы представляют собой миниатюрные колечки с внешним диаметром 2.5 мм и толщиной 0.5 мм. Кольца имеют миллиметровый зазор, образуя маленький искривленный сегмент жидкого проводника.

Кольца, фактически, являются электрическими индуктивностями, а зазоры – электрическими емкостями. Вместе они образуют резонатор, способный поглощать и подавлять радарные волны определенной частоты. Растворение мета-кожи меняет размеры внутренних жидкокристаллических колец, перестраивая частоту, подавляемую устройством.

Согласно отчету исследователей, результаты испытаний показали, что уровень подавления в диапазоне частот от 8 до 10 ГГц

составляет примерно 75%. Когда объекты покрыты мета-кожей, радарные волны подавляются со всех направлений падения и углов наблюдения.

«Этим технология мета-кожи отличается от традиционных стелс-технологий, которые часто лишь уменьшают обратное отражение, то есть, мощность, возвращающуюся к радару», – пишут ученые.

Во время обсуждения технологии Сонг взял планшетный компьютер и вывел фотографию стелс-бомбардировщика B-2. «Однажды, – сказал он, – мета-кожей можно будет покрыть всю поверхность стелс самолета следующего поколения».

Однако исследователи надеются на большее – на плащ-невидимку.

«Долгосрочная цель состоит в том, чтобы сократить размеры этих устройств, – сказал Дун. – Тогда мы рассчитываем сделать то же самое для более коротких электромагнитных волн, таких как видимый или инфракрасный свет. Несмотря на то, что их производство потребовало бы современных нанотехнологий и соответствующих модификаций структуры, мы считаем, что своими исследованиями доказали концепцию настройки и расширения частоты и многонаправленного подавления радиоволн с помощью материалов, подобных мета-коже». **РЛ**

# Управление питанием устройств автомобильной электроники

Masayuki Nakagawa, Maxim Integrated

Application Note 5346

В этой статье обсуждаются некоторые вопросы, связанные с требованиями к выбору и использованию микросхем для таких устройств автомобильной электроники, как средства управления двигателем, информационно-развлекательные системы и кузовная электроника. Дано также краткое описание нескольких микросхем компании Maxim, идеально подходящих для силовых автомобильных приложений.

## Введение

Аналоговые микросхемы и микросхемы смешанных сигналов компании Maxim получили широкое признание на рынке автомо-

бильной электроники. Это связано с тем, что во множестве технологий цифровых арифметических вычислений, используемых в навигационных устройствах, коммуникационных системах и датчиках, требуется высо-

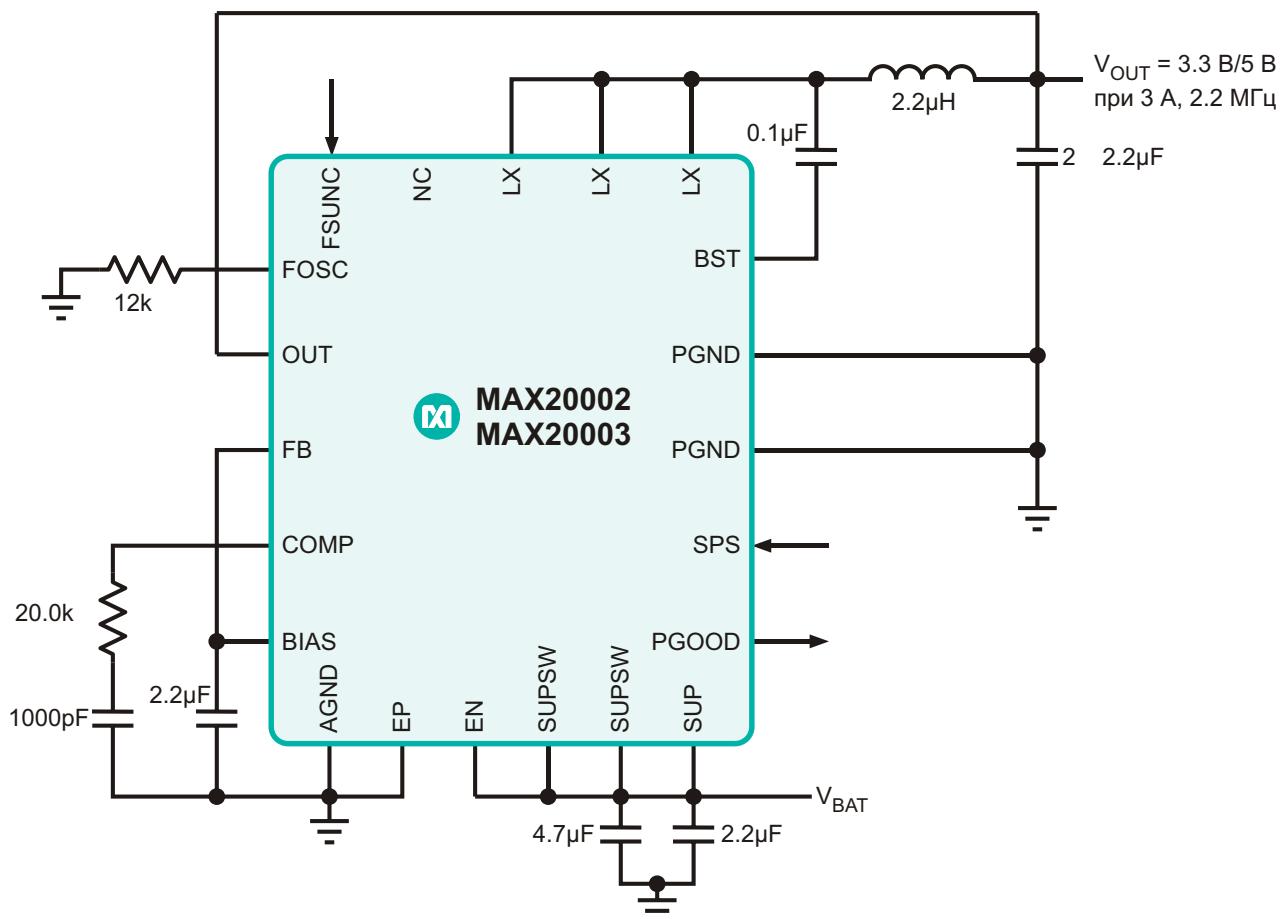


Рисунок 1. Схема включения понижающего преобразователя MAX20003.

коскоростная обработка больших объемов данных.

Для поддержания строгих стандартов качества, установленных для бортовой электроники автомобилей, Maxim повысила сертификационный уровень требований к системе менеджмента до автомобильного стандарта TS 16949, удовлетворяющего всем предписаниям AECQ-100 в части обеспечения надежности отдельного устройства, и, в то же время, регламентирующего порядок проведения индивидуальных тестов, запрашиваемых каждым пользователем. В этой статье дано описание нескольких продуктов, предназначенных для схем автомобильной электроники.

### 3-амперный понижающий DC/DC преобразователь с встроенным МОП транзистором

Возрастающая сложность и насыщенность низковольтными компонентами электронных устройств современных автомобилей требуют исключительно высокой эффективности силовых микросхем. Поскольку микросхемы управления питанием устанавливаются и в радиоустройствах, важно, чтобы рабочая частота переключения микросхемы была синхронизирована с частотой радиоустройства и не оказывала влияния на работу радио- и телевизионных приемников, GPS и других систем.

Полностью синхронный одноканальный понижающий преобразователь MAX20003 с управлением по выходному току в отсутствие нагрузки потребляет всего 15 мкА. При сбросе нагрузки микросхема способна выдерживать скачки напряжения до 45 В, полностью отвечая требованиям, предъявляемым к надежности бортовых устройств (Рисунок 1). Устройство рассчитано на входные напряжения от 3.5 В до 36 В, а выходное напряжение может устанавливаться в диапазоне от 1 В до 10 В.

В последнее время ужесточились требования к величине КПД при малых токах нагрузки, из которых вытекает необходимость обязательного снижения потерь переключения путем введения режима пропуска импульсов. Для снижения мощности, рассеиваемой при облегченных нагрузках, MAX20003 переключается в этот режим, а для питания внутренних цепей использует выходное напряжение. В результате КПД

микросхемы достигает 83% даже в таких неоптимальных условиях, когда входное напряжение равно 14 В, выходное – 3.3 В, а ток нагрузки равен 10 мА.

Частота переключения MAX20003 может программироваться в диапазоне от 220 кГц до 2.2 МГц с помощью внешнего резистора, подключенного между выводом FOSC и землей. Работа на частоте 2.2 МГц позволяет вывести частоту переключения MAX20003 за пределы диапазонов ДВ и СВ, чтобы ослабить влияние электромагнитных излучений. MAX20003 выпускаются в 20-выводном корпусе TQFN размером 5 × 5 мм со вскрытым теплоотводящим основанием и требует совсем немного внешних компонентов.

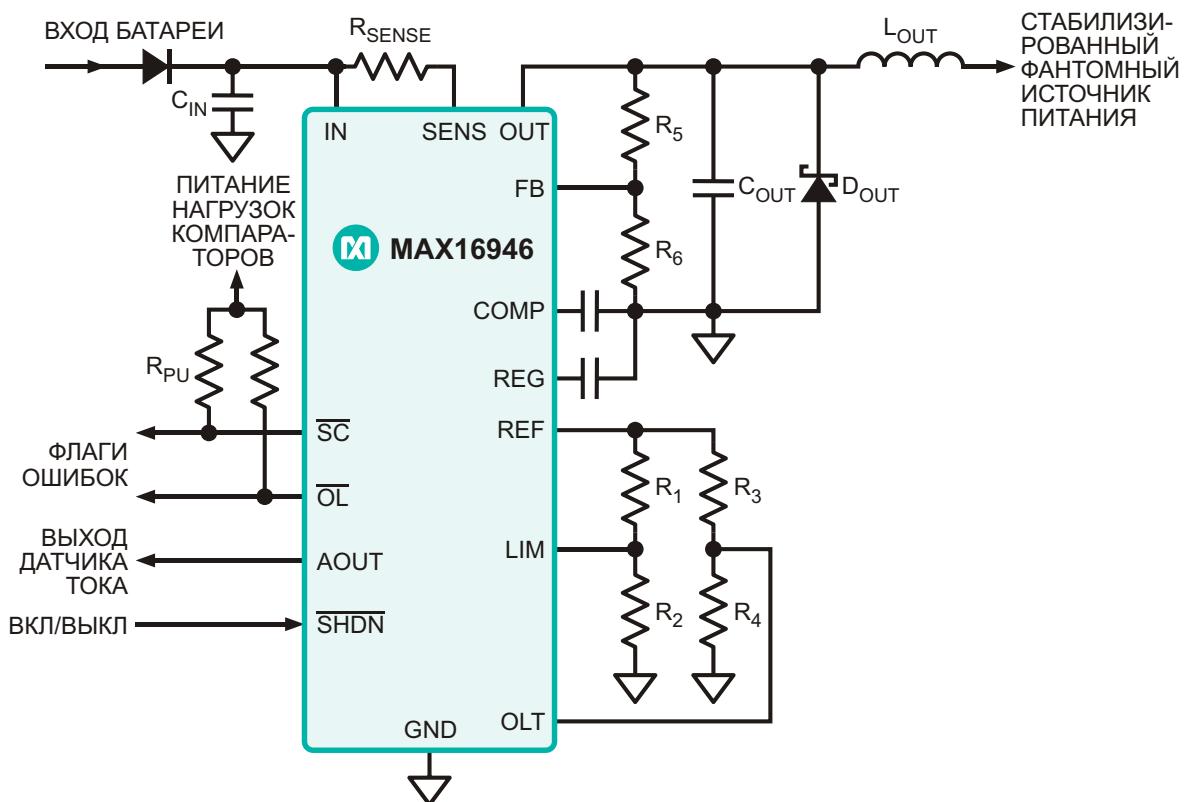
### LDO стабилизатор со встроенным усилителем датчика тока и переключателем для выносной антенны

Большинство электронных систем, таких как радиоприемники, телевизионные приемники и GPS, монтируется в автомобилях. Однако ряд устройств, преобразующих радиосигналы в электрические сигналы, а также антенны часто устанавливаются отдельно от основной системы. В таком случае необходимо следить за проблемами, возникающими как в бортовом оборудовании, так и в выносных устройствах, и иметь возможность передавать всю информацию главной системе.

Для поддержки выносных электронных устройств автомобиля была разработана микросхема MAX16946 (Рисунок 2). Принцип работы этого устройства состоит в том, что напряжение бортовой аккумуляторной батареи преобразуется системой линейного регулятора в любое напряжение от 3.3 В до 15 В. Потребляемый ток измеряется с помощью встроенного усилителя датчика тока и выводится в форме аналогового сигнала.

В случае обнаружения на выходе короткого замыкания, обрыва «земли», перегрузки по току, обрыва нагрузки или иных проблем, каждая из них обозначается установкой соответствующего флага. При окружающей температуре 85 °C устройство может отдавать в нагрузку ток 500 мА, а на случай его перегрева предусмотрено устройство защитного отключения.

Кроме того, для обеспечения совместимости с многоканальными источниками пита-



*Рисунок 2. Схема включения LDO стабилизатора MAX16946.*

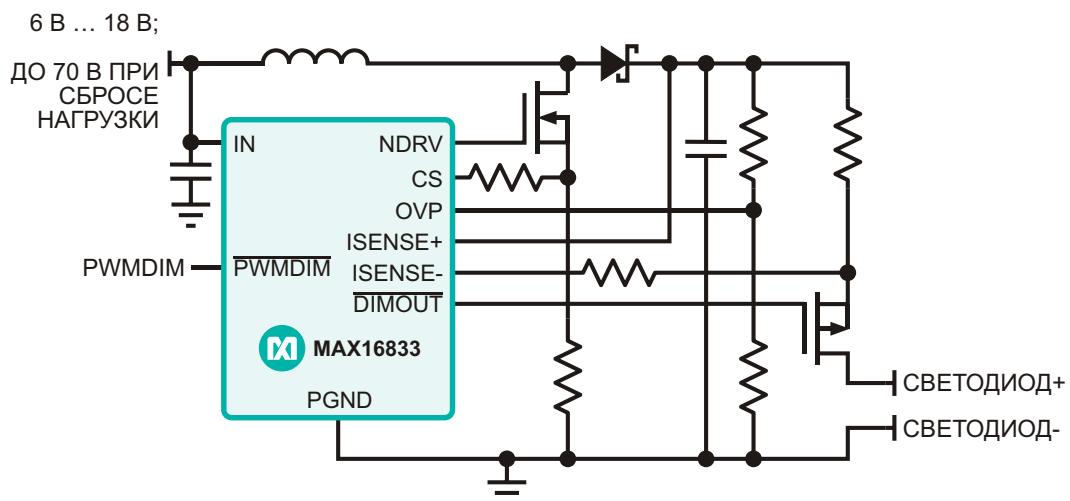
ния, выпускается двухканальная версия LDO стабилизатора – MAX16948. Эти микросхемы выполняют свои функции с помощью системы линейного регулирования, однако, в ожидании ужесточения требований к энергосбережению, Maxim прорабатывает возможность перехода на импульсные системы.

### Драйвер светодиодов высокой яркости с встроенным высоковольтным усилителем датчика тока

В последние годы увеличивается количество автомобилей, оборудованных фарами на основе светодиодов высокой интенсивности. Это закономерно, поскольку светодиоды отличаются от галогенных и ксеноновых ламп большей эффективностью, увеличенным ресурсом и безупречной эстетикой дизайна. Однако для используемых в автоэлектронике светодиодных ламп необходима сложная аналоговая технология управления, способная поддерживать интенсивность их излучения на неизменном уровне в очень широком диапазоне напряжений аккумуляторной батареи.

Драйвер высокоинтенсивных светодиодов MAX16833 работает в режиме стабилизации тока нагрузки и содержит токочувствительный усилитель (Рисунок 3). Ключевой МОП транзистор управляет усилителем датчика тока, что при соединении светодиодов в последовательную цепочку позволяет поддерживать интенсивность их излучения на постоянном уровне. Кроме того, для диммирования светодиодов предусмотрено управление коэффициентом заполнения импульсов, а дополнительный выход позволяет альтернативно управлять внешним MOSFET вместо использования встроенного МОП транзистора.

MAX16833 поддерживает три технологии преобразования: повышающую, SEPIC и повышающе-понижающую. Когда количество светодиодов в последовательной цепочке велико, и падение напряжения на них превышает максимальное значение входного напряжения, возможен только повышающий режим работы. Если падение напряжения на светодиодах находится в пределах между максимальным и минимальным значениями входного напряжения, и повышающее преоб-



**Рисунок 3.** Схема включения драйвера светодиодов MAX16833.

разование не обеспечивает нормальное управление светодиодами, может использоваться SEPIC или повышающе-понижающий режим.

## Заключение

Maxim постоянно расширяет ассортимент новых продуктов, предназначенных для специфических областей применения в информационно-развлекательных системах, бортовых средствах безопасности, а также в устройствах управления. В этом руководстве

дано описание некоторых устройств, созданных компанией Maxim для приложений бортовой электроники автомобилей. Мы ведем также разработку новых продуктов, таких как интерфейсы, мониторы заряда аккумуляторов и радиочастотные усилители. **РЛ**

## Материалы по теме

1. [Datasheet Maxim Integrated MAX16833](#)
2. [Datasheet Maxim Integrated MAX16946](#)
3. [Datasheet Maxim Integrated MAX16948](#)
4. [Datasheet Maxim Integrated MAX20003](#)

# Невероятная история файлового формата **Gerber PCB**

Max Maxfield

EDN

**Я** работал в электронной и вычислительной отраслях с далекого 1980 года после того, как в звании бакалавра закончил университет Шеффилд Халам в Великобритании. С тех пор я разработал множество всяких странных и удивительных вещей (некоторые из которых даже работали), и в частности, приличное количество печатных плат.

Я был связан с индустрией систем автоматизированного проектирования (САПР) задолго до того, как было придумано название САПР. Как часть этой индустрии, я был вовлечен в разработку всякого рода входных и выходных устройств и средств верификации для всего, чего угодно – начиная от кремниевых чипов и заканчивая целыми системами, включая, как вы уже догадались, разнообразные приложения для разводки печатных плат.

Сегодня выражение «Формат Gerber» услышит всякий, кто имел хоть какое-то отношение к созданию печатных плат. Это открытый векторный ASCII формат описания двухмерных бинарных изображений, и стандарт де-факто для послойного описания печатных плат (слои меди, паяльные маски, шелкография и пр.). Но, как бы то ни было, проработав в отрасли электроники более 35 лет, я никогда не задумывался о происхождении названия этого формата.

Так вот, недавно в Бостоне состоялась Конференция по встраиваемым системам, на которой выступил Дэвид Гербер (David Gerber) с докладом «Невероятная история файлового формата Gerber PCB». В рамках этой презентации Дэвид рассказал, как его отец, Х. Джозеф Гербер (H. Joseph Gerber) пережил Холокост, чтобы без гроша в кармане приехать в Америку, где всего за два года он закончил четыре класса средней школы, а после еще двух лет учебы получил степень бакалавра в области авиастроения.



Х. Джозеф Гербер (справа) вместе с помощником работает над созданием своих первых вычислительных устройств. (Приблизительно 1950 г.; фото предоставлено семьей Гербера).

Во время учебы в университете Джозеф превратил свои пижамы в революционные инженерные устройства, которые теперь хранятся в Смитсоновском Национальном музее американской истории. (Речь о Переменном масштабе Гербера – графико-числовом вычислительным устройстве, основой которого служили эластичные пояса от его пижамы, – примечание редактора).

В 1994 году Джозеф был награжден Национальной медалью США в области технологий за «Техническое лидерство в изобретении, разработке и коммерциализации систем автоматизации для широкого спектра отраслей промышленности». В перечень этих отраслей входили автомобили, одежда, машиностроение, проектирование, полиграфия, дорожные указатели, обувь, рекламные щиты, линзы для очков и, конечно же, печатные платы. **РЛ**

# Мультиплексирование сигналов клавиатуры и сегментных индикаторов. Чарлиплексирование

Aubrey Kagan

Embedded

После моего предыдущего обзора традиционных способов сокращения количества линий ввода/вывода, необходимых для управления светодиодами/индикаторами и клавиатурами/переключателями, здесь я рассмотрю относительно новый метод, называемый чарлиплексированием

Еще где-то году в 1982 меня попросили спроектировать изделие с 72 отдельными светодиодами (Рисунок 1). Я решил проблему, воспользовавшись микросхемой ICM7218, позволявшей индивидуально управлять восемью 7-сегментными индикаторами, так что я просто работал с одним светодиодом как с одним из сегментов. Восемь оставшихся светодиодов, если я правильно помню, управлялись с помощью микроконтроллера. Для этого потребовалось бы до 24 выводов микросхемы.

Как назло, решение, которое могло бы мне помочь, появилось намного позже того, как я

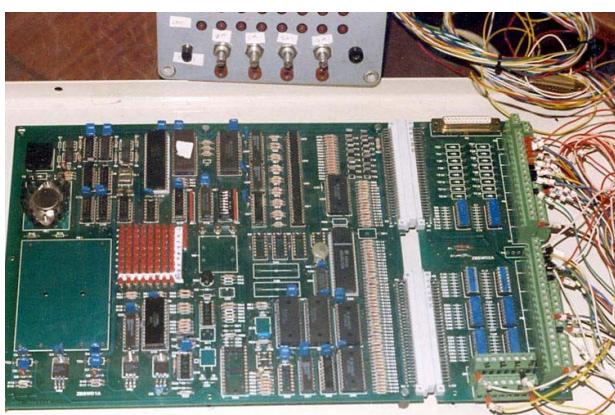


Рисунок 1. Устройство на основе микроконтроллера 8051 с 72 светодиодами, сгруппированными в матрицу красное пятно, которое вы видите посередине платы.

завершил проект. Чарлиплексирование было предложено в 1990-х годах (по-видимому, его корни зародились совсем незадолго до этого) Чарли Алленом (Charlie Allen) из компании Maxim. В то время оно взвуждало мир электроники, откликнувшись публикацией множества конструкторских решений, основанных на этой концепции.

Идея чарлиплексирования заключалась в использовании на линиях ввода/вывода биполярных драйверов, чтобы каждый вывод мог как отдавать, так и принимать ток. Но линия ввода/вывода может быть еще и «выключена», когда находится в высокоимпедансном состоянии, или в режиме чтения. Проанализировав простую схему на Рисунке 2, мы увидим, что если на линии P0 присутствует высокий логический уровень (ток вытекает), а на линии P1 – низкий (ток втекает), и P2 находится в высокоимпедансном состоянии, свето-

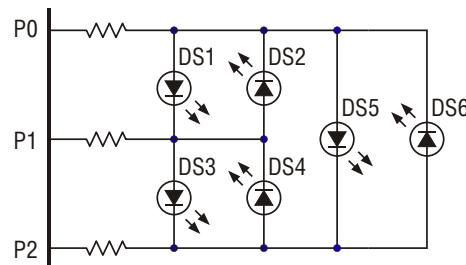


Рисунок 2. Три линии управляют шестью светодиодами методом чарлиплексирования.

диод DS1 загорится. Всего здесь возможны шесть вариантов, показанных в Таблице 1.

**Таблица 1. Возможные комбинации**

P0	P1	P2	Включается светодиод
1	0	Z	DS1
0	1	Z	DS2
1	Z	0	DS5
0	Z	1	DS6
Z	1	0	DS3
Z	0	1	DS4

\*) Z – состояние высокого импеданса

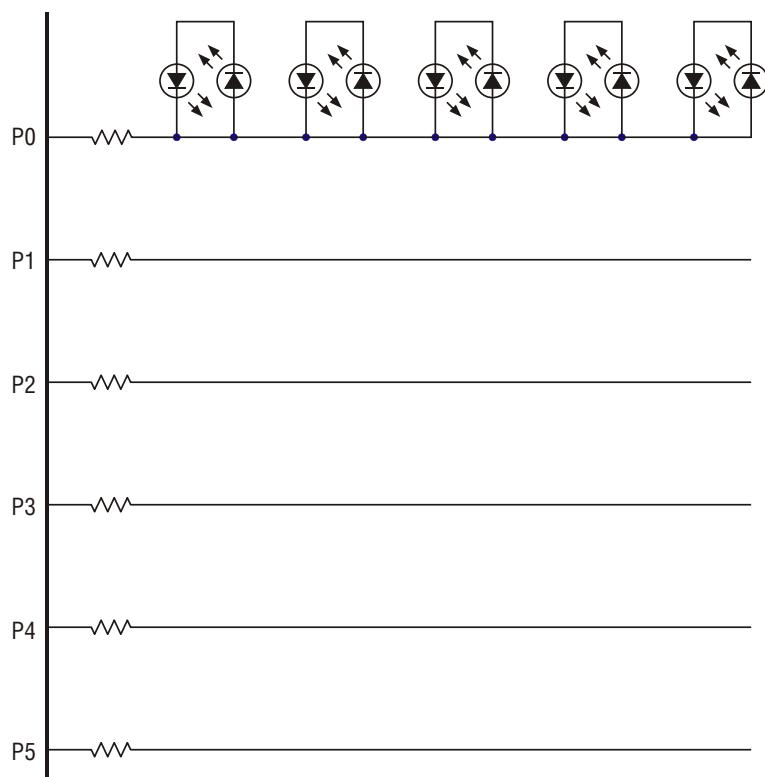
Ток светодиодов нужно ограничивать, и в случае, когда все они одного типа, будет достаточно трех резисторов, показанных на Рисунке 2. Если же вы используете разные светодиоды, тогда каждому светодиоду будет нужен свой последовательный резистор. Электрические свойства светодиодов гарантируют, что они не выйдут из строя, и засветится только один. Обратное напряжение на любом светодиоде ограничено прямым напряжением параллельного светодиода, и не выйдет за пределы максимально допустимого значения. Когда p-n переходы двух последовательно соединенных светодиодов

смещены в прямом направлении, напряжение на них ограничивается подключенным параллельно одиночным светодиодом, и для включения пары напряжения будет недостаточно. Количество светодиодов, которыми позволяет управлять эта технология, рассчитывается как  $N(N-1)$ , где N равно числу линий. Но это не совсем то, что нужно, поскольку на самом деле вам интересно знать обратное – сколько линий потребуется для заданного числа светодиодов. Я не стану говорить, что вам придется решать квадратные уравнения, но вместо этого для небольших чисел покажу нужные соотношения в Таблице 2.

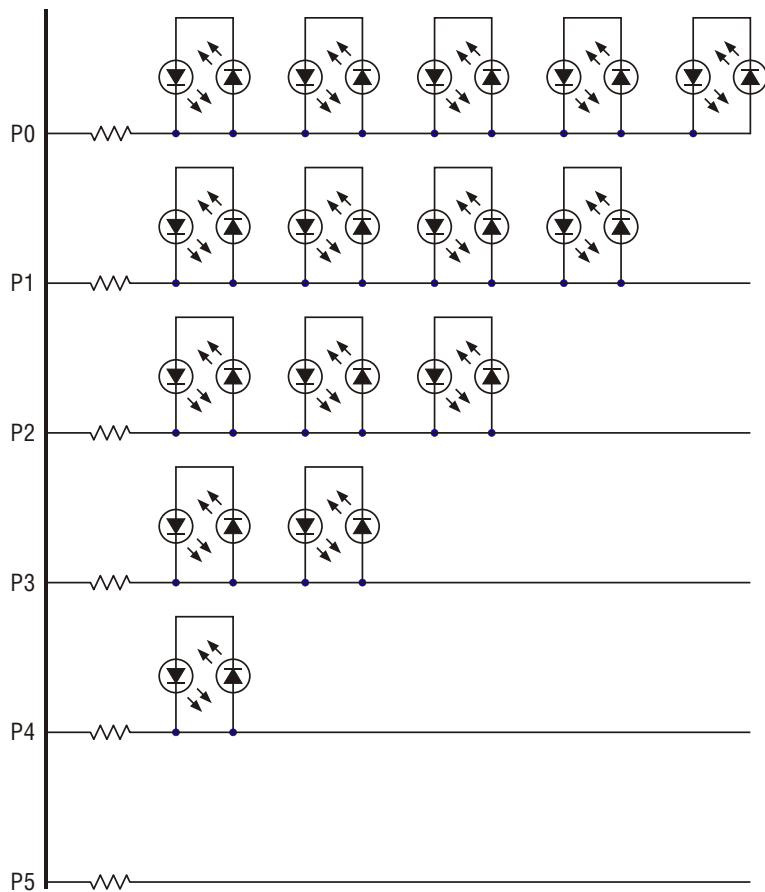
**Таблица 2. Соотношение между количеством линий, количеством светодиодов и скважностью для каждого светодиода**

Количество линий	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Количество светодиодов, N	2	6	12	20	30	42	56	72	90
Скважность, (1/N), %	50	16.7	8.3	5	3.3	2.4	1.8	1.4	1.1

Я подумал про себя, почему бы не расширить схему на большее количество линий, а



**Рисунок 3а.** Шесть линий микросхемы и пять светодиодных пар на первой линии.



**Рисунок 3б.** Копируя светодиодные пары, сокращаем их количество справа по диагонали.

затем... засомневался. Как бы вы подошли к решению этой задачи? Я отправился на поиски в Интернет и набрел на этот метод [2], который и реализовал с помощью шести выводов.

Нарисуем сначала линии с резисторами, горизонтально выходящие из микросхемы. Затем к первой линии добавим диодные пары в количестве  $N-1$  (в данном случае пять), как показано на Рисунке 3а.

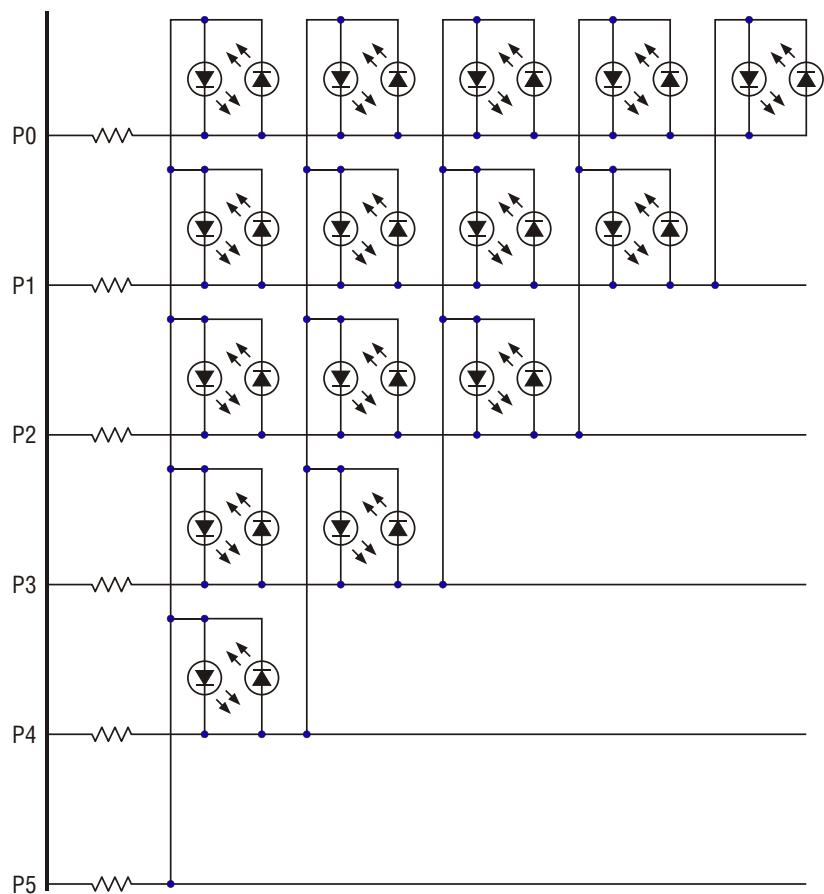
Будем копировать светодиодные пары вниз на каждую линию, каждый раз уменьшая количество пар справа, и получим схему, изображенную на Рисунке 3б.

Наконец, соединим нижнюю линию со всеми светодиодными парами в левой колонке, затем следующую линию со всеми парами в следующей колонке правее, и так далее, пока у вас не получится то, что можно видеть на Рисунке 3в.

В руководстве по применению [3] компании Maxim показано, как подключать 7-сегментные индикаторы с общим катодом.

Конечно же, чарлиплексирование – не панацея. Как вы можете видеть в Таблице 2, скважность становится очень маленькой. Само по себе это не страшно, но увеличение импульсного тока, необходимое для того, чтобы сохранить заданный уровень яркости, может загнать вас в угол, когда вы столкнетесь с предельно допустимыми режимами светодиодов, что мы уже обсуждали в предыдущей статье [1]. Однако ограничивающим фактором могут оказаться не характеристики светодиодов, а выводы микроконтроллера, нагрузочной способности которых будет недостаточно, чтобы отдавать и принимать требуемый ток. Улучшить ситуацию можно с помощью дополнительных аппаратных средств, описанных в статьях [4] и [5].

Кроме того, высокая частота обновления и трансляция таблицы перекодировки могут серьезно нагружать микроконтроллер, особенно, если вы используете матричный дисплей. Это побудило Maxim сделать для чар-



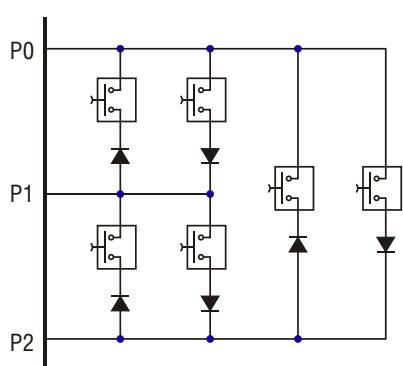
**Рисунок 3в.** Законченное аппаратное решение для чарлиплексирования.

липлексирования специальные микросхемы, освобождающие микроконтроллер от сканирования и просмотра. Чарлиплексирование может использоваться и для сканирования клавиатуры, но при этом необходимо учитывать, что в закрытом положении переключатель или клавиша будут пропускать ток в обоих направлениях, поэтому, если вам

потребуется максимальное количество переключателей, к каждому из них придется добавить последовательный диод. Рисунок 4 демонстрирует решение с тремя линиями и шестью переключателями.

Все линии должны быть подтянуты к питанию посредством задания соответствующей конфигурации портов или с помощью внешних резисторов. Микроконтроллер поочередно настраивает каждую линию на вывод, в то время как остальные конфигурируются входами. Каждый выход, в свою очередь, опускается в «0», а затем ищутся входы, на которых установленлся низкий логический уровень. Пара вход/выход позволяет определить позицию нажатой кнопки.

В этой серии статей мы рассмотрели несколько методов сокращения количества выводов при сканировании переключателей и управлении светодиодами. Мир стал более сложным, и сегодня уже есть многоцветные светодиоды. Одно из решений, сокращаю-



**Рисунок 4.** Знакомая конфигурация чарлиплексирования для переключателей.

щих число линий ввода/вывода, основано на использовании сдвигового регистра WS2811 компании Worldsemi и описано в [6]. А можете ли вы предложить другие методы? Будете ли вы использовать чарлиплексирование в будущем? **РЛ**

## Ссылки

1. «[Мультиплексирование сигналов клавиатуры и сегментных индикаторов. Традиционный подход](#)», РадиоЛоцман, 2016, февраль, стр. 54

2. [Designing a large charlieplex](#)
3. [Charlieplexing - Reduced Pin-Count LED Display Multiplexing](#)
4. [“Multiplexing technique yields a reduced-pin-count LED display”](#)
5. [“Charlieplexing at high duty cycle”](#)
6. [“Using WS2812-based NeoPixels in embedded systems”](#)

## Материалы по теме

1. [Datasheet Maxim Integrated ICM7218](#)

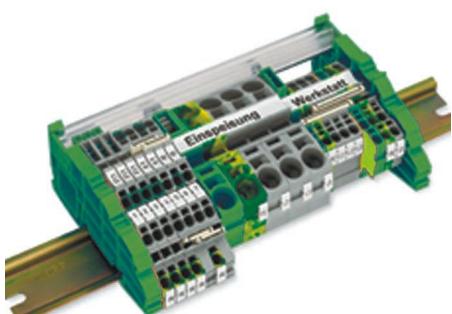
# настоящее немецкое качество



контрольно-измерительное оборудование



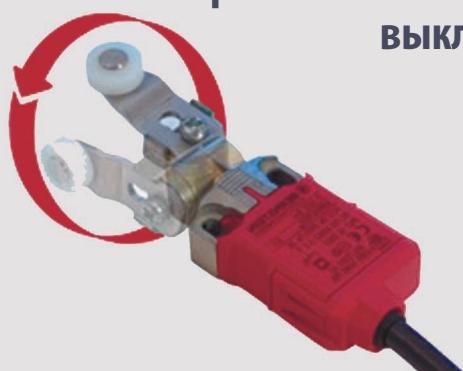
инструмент для разделки кабеля и снятия изоляции



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](http://WWW.DECIMA.RU)



# Ветроэнергетика. Интересные факты

Wind Energy Foundation

- На данный момент 61.11 ГВт электроэнергии поступает в энергосети Соединенных Штатов от ветряных электростанций, что составляет 5.7% от всей вырабатываемой в США электроэнергии.
- Ветряные мельницы начали строиться более 4000 лет назад, и первыми использовали энергию ветра Китай и Персия.
- В настоящее время ветроэнергетика является самой быстроразвивающейся отраслью энергетики в мире.
- Более четверти всей электроэнергии, потребляемой в штатах Айова и Южная Дакота, в 2013 году вырабатывалось ветрогенераторами.
- Одна ветряная турбина может снабжать энергией 500 домохозяйств.
- В 2012 году ветряная ферма Shepherds Flat в штате Орегон стала крупнейшей в Соединенных Штатах (845 МВт), побив рекорд, ранее принадлежавший Roscoe Wind Farm (781.5 мегаватт).
- Одна лишь энергия оффшорного ветра десятикратно превышает все потребности Соединенных Штатов.
- В 2013 году 80% от производимой в США ветроэлектроэнергии приходилось на 12 штатов: Техас, Айова, Калифорния, Оклахома, Иллинойс, Канзас, Миннесота, Орегон, Колорадо, Вашингтон, Северная Дакота и Вайоминг.
- Большинство ветряных турбин (95%) установлено на частных землях.
- Современная ветряная турбина производит в 15 раз больше электроэнергии, чем типичная турбина, изготовленная в 1990 году.
- В отдельные периоды времени 25% электроэнергии поступают в энергосистему штата Техас от ветроэлектростанций.
- Индустрия американской ветроэнергетики – это \$10 млрд. в год.
- В отличие от всех других технологий получения энергии, ветряная практически не нуждается в воде.
- Поэтому к 2030 году США за счет энергии ветра будут экономить до 30 триллионов бутылок воды.
- Иногда доля ветровой энергии в электросетях Испании достигает целых 45%.



Ветряная ферма Shepherds Flat South.

- В 2013 году примерно 168 млн. мегаватт-часов, выработанных ветром, снизили выбросы в атмосферу углекислого газа (CO<sub>2</sub>) на 95.6 млн. тонн, что эквивалентно сокращению выбросов CO<sub>2</sub> в энергетике на 4.4% или исчезновению с дорог 16.9 млн. автомобилей.



Ветряная ферма La Muela возле Сарагосы.  
(Фото: Tor Eigeland/Alamy).

17. В 2012 году ветроэнергетика Соединенных Штатов впервые вышла на первое место по вводу в эксплуатацию электрогенераторов, обеспечив 42% от всего прироста выработки электроэнергии. Фактически, 2012 год стал очень успешным для всех возобновляемых источников энергии, доля которых от всех новых генерирующих мощностей США составила более 55%.
18. По вводу новых ветрогенераторов в 2013 году лидировала Калифорния (269 МВт), за ней следовали Канзас, затем Мичиган, Техас и Нью-Йорк.
19. По состоянию на май 2014 года, в Соединенных Штатах Америки эксплуатировалось 46,000 ветряных турбин.
20. На данный момент в 44 штатах действуют 559 предприятий, связанных с производством ветряных энергетических установок.
21. Первые промышленные ветряные энергетические установки в Неваде и Пуэрто-Рико появились в 2012 году.
22. В 2000 году из 17 штатов, развивавших ветроэнергетику коммунального масштаба, более 60% вводимых в США мощностей пришлось на Калифорнию. Сегодня 39 штатов и Пуэрто-Рико уже реализовали ветроэнергетические проекты суммарной мощностью 60 ГВт.
23. Ветер является надежным источником для новых объектов электрогенерации в Соединенных Штатах. В 2012 году на ветроэнергетику пришлось 43% от всех новых энергетических проектов в США, привлекших \$25 млрд. инвестиций. В настоящее время доля электричества, вырабатываемого с помощью энергии ветра, превышает 12% в девяти штатах США (причем в трех из них более 20%), а в целом по стране она составляет свыше 4% от общего объема производимой электроэнергии.
24. Себестоимость выработки ветровой энергии неуклонно снижалась с 2009 года и теперь вполне может конкурировать с другими источниками электричества. Этому способствует снижение стоимости ветряных турбин и затрат на их установку, а также увеличение коэффициента использования, что позволяет генерирующему компаниям проводить агрессивную ценовую политику. Достигнув максимума в \$70 в 2009 году, усредненная долгосрочная цена 1 МВт-часа ветровой электроэнергии в договорах купли-продажи, подписанных в 2011/2012, во многих из которых уже учитывались мощности, введенные в 2012 году, по всей стране упала до \$40. **РЛ**

# Повышающе-понижающий драйвер светодиодов с КПД до 98%

Keith Szolusha, Linear Technology

Design Note 548

Синхронные повышающе-понижающие преобразователи с четырьмя силовыми ключами могут иметь очень высокий КПД, работая как в режиме повышающего, так понижающего DC/DC преобразования. Объединяя в

себе возможности двух отдельных преобразователей (понижающего и повышающего), они дают возможность снизить размеры и стоимость схемы. Если бы требовалось выполнять только повышающее или только

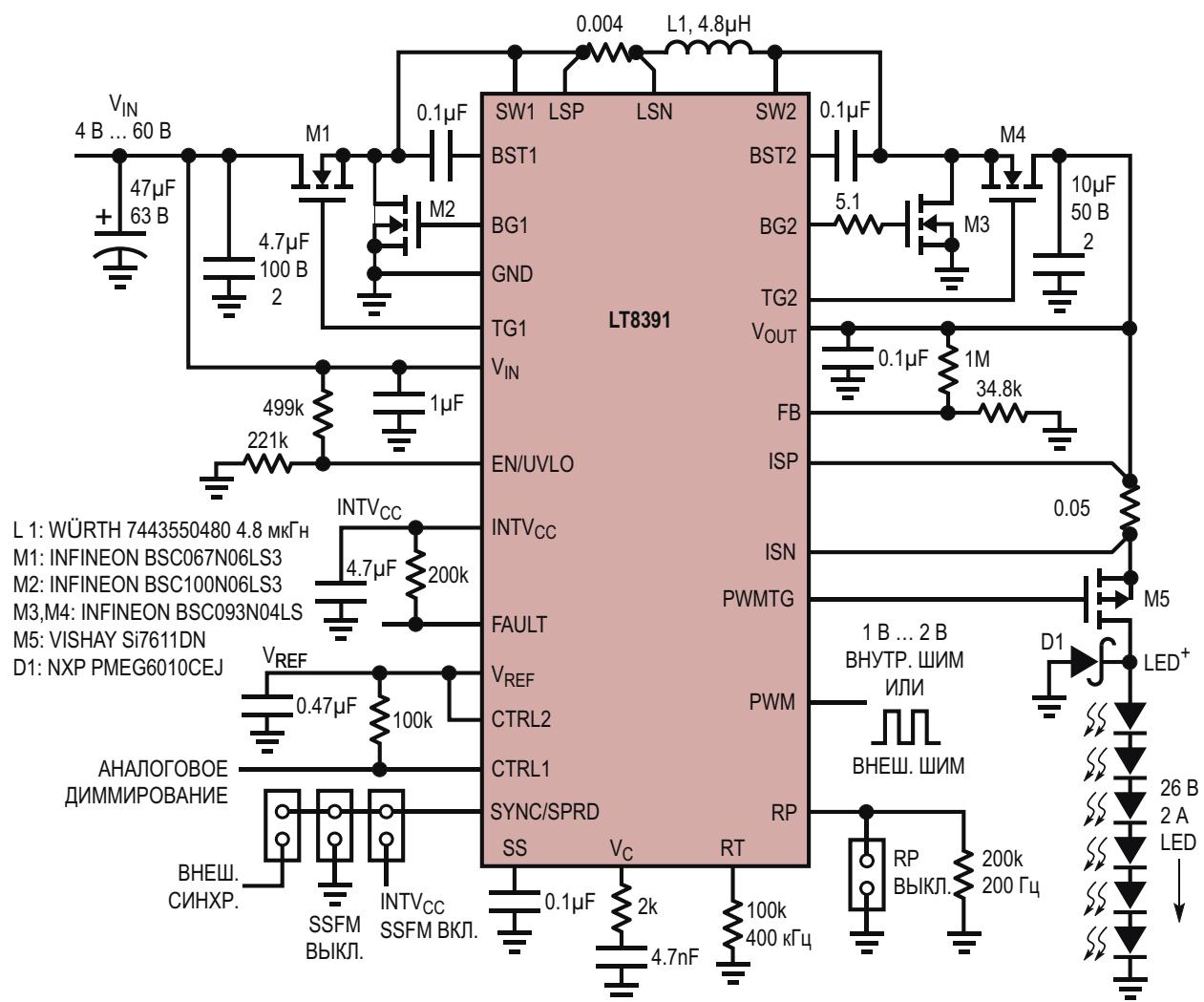


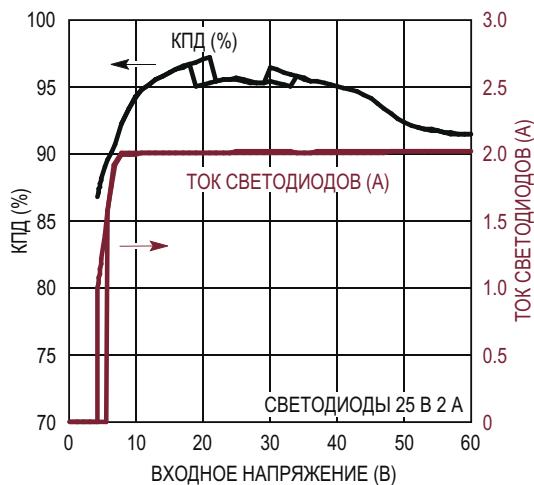
Рисунок 1. Повышающе-понижающий синхронный преобразователь с четырьмя ключами питает цепочку светодиодов напряжением 25 В при токе 2 А (50 Вт), достигая КПД 98%.

понижающее преобразование, преобразователям с четырьмя силовыми ключами было бы достаточно всего двух ключей, что позволило бы повысить КПД устройства. Однако в тех случаях, когда величины входных и выходных напряжений сближаются, они должны действовать все четыре ключа, чтобы обеспечивать плавный переход между этими режимами работы. Такое объединение контуров регулирования для двухтранзисторного повышающего, двухтранзисторного понижающего и четырехтранзисторного режимов преобразования, которое позволяло бы практически незаметно переходить из режима в режим, имеет свои сложности. Тем не менее, в повышающе-понижающих преобразователях последних поколений эти проблемы, как и многие другие, удалось преодолеть.

60-вольтовый повышающе-понижающий четырехтранзисторный драйвер LT8391 сконструирован для управления светодиодами суммарной мощностью до 250 Вт с возможностью плавного переключения между повышающим режимом работы с двумя ключами, повышающе-понижающим с четырьмя ключами и понижающим режимом с двумя ключами. Оригинальная патентуемая четырехтранзисторная топология позволяет микросхеме стабилизировать выход по пиковому току индуктивности и обеспечивает простой, а главное гладкий переход из одного режима в другой, используя в каждом из них один и тот же общий токоизмерительный резистор. В этом повышающе-понижающем драйвере светодиодов нового поколения существуют, не вызывая пульсаций тока светодиодов, частотная модуляция для расширения спектра и внутреннее ШИМ управление яркостью. Независимо от способа ШИМ диммирования – внешнего или внутреннего, LT8391 обеспечивает отсутствие мерцаний даже при включенном расширении спектра (еще одна технология, на которую подана патентная заявка).

## Повышающе-понижающий драйвер светодиодов с КПД 98%

Изображенная на Рисунке 1 схема мощного повышающе-понижающего драйвера светодиодов на основе LT8391 питает током 2 А цепочку светодиодов с суммарным напряжением 25 В в широком диапазоне входных напряжений. В наивысшей точке КПД этой схемы достигает 98%. В типичном

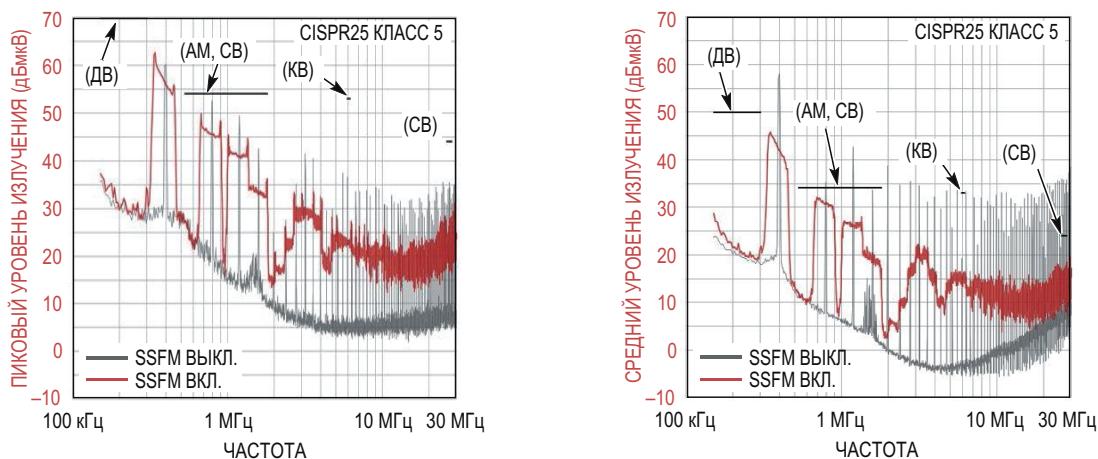


**Рисунок 2.** (а) В типичном интервале напряжений аккумуляторной батареи автомобиля 9 В ... 16 В КПД изображенного на Рисунке 1 50-ваттного драйвера светодиодов находится в диапазоне от 95% до 97%. (б) Ограничение пикового тока индуктивности обеспечивает стабильность за счет снижения выходной мощности.

интервале напряжений аккумуляторной батареи автомобиля 9 В ... 16 В устройство работает с КПД от 95% до 97% (Рисунок 2). С единственным силовым индуктором нагрев компонентов очень мал даже при выходной мощности 50 Вт. При входном напряжении 12 В температура перегрева ни одного компонента не превышает 25 °C. При входном напряжении 6 В перегрев остается ниже 50 °C со стандартной четырехслойной печатной платой без теплоотвода и без обдува воздухом. Это оставляет запас по выходной мощности преобразователя, делая возможным получение сотен ватт.

LT8391 работает при входных напряжениях от 4 В, и при минимальном напряжении может питать нагрузку очень большим током. Конструкция LT8391 рассчитана либо на работу с очень большими входными токами, либо на использование возможности ограничения пикового тока индуктивности для улучшения стабильности при низких входных напряжениях ценой некоторого снижения выходной мощности. Это позволяет преобразователю работать при напряжениях холодного запуска двигателя без необходимости увеличения размеров или цены силовых компонентов.

Глубина немерцающей ШИМ регулировки яркости LT8391 может достигать 1000:1. Яркость заземленной цепочки светодиодов регулируется ШИМ управлением внешнего



**Рисунок 3.** SSFM снижает средний и пиковый уровень электромагнитных излучений микросхемы LT8391 до значений более низких, чем предписывается Классом 5 автомобильного стандарта CISPR25. Средний уровень подавляется даже больше, чем пиковый.

MOSFET верхнего плеча, затвор которого подключается к выходу TG. Этот же выход используется для отключения при перегрузке в случае коротких замыканий нагрузки.

### Внутренний генератор ШИМ для управления яркостью

LT8391 поддерживает как стандартное внешнее ШИМ управление яркостью, так и внутреннее диммирование с помощью собственного сигнала ШИМ. Уникальная внутренняя схема ШИМ регулирует яркость с глубиной, достигающей 128:1, делая ненужными такие компоненты, как времязадающие устройства или микроконтроллеры. Частота внутренней ШИМ микросхемы легко устанавливается единственным резистором, подключенным к выводу RP (в примере на Рисунке 1 – 200 Гц). Коэффициент заполнения импульсов ШИМ определяется величиной напряжения на выводе PWM, которое должно находиться в интервале между 1 В и 2 В. Внутренний гистерезис предотвращает дрожание коэффициента заполнения импульсов ШИМ внутреннего диммирования, который выбирается с дискретностью 128 шагов. Точность внутренней ШИМ лучше  $\pm 1\%$  остается неизменной во всех режимах работы.

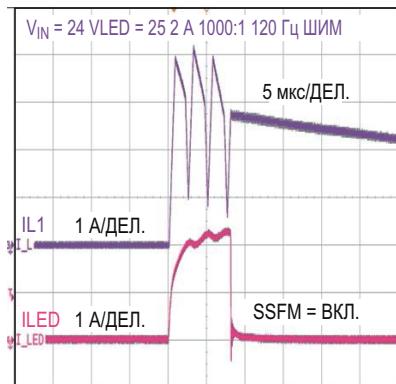
### SSFM снижает уровень электромагнитных излучений

Расширение спектра сигнала синхронизации путем модуляции псевдошумовым сигнал-

лом (Spread Spectrum Frequency Modulation – SSFM) снижает уровень генерируемых регулятором помех. Хотя чаще всего частота переключения выбирается вне диапазона AM (530 кГц ... 1.8 МГц), неослабленные гармоники импульсов внутри полосы сигналов AM все же могут выйти за пределы, установленные строгими требованиями автомобильных стандартов. Добавление функции SSFM значительно снижает электромагнитные излучения как внутри диапазона AM, так и в других областях частотного спектра.

Активация SSFM в 50-ваттном драйвере светодиодов на микросхеме LT8391 уменьшает и пиковые, и средние уровни электромагнитных помех внутри AM диапазона до значений более низких, чем предписывается Классом 5 автомобильного стандарта CISPR25 (Рисунок 3). Средний уровень электромагнитных излучений, установленный стандартом CISPR25, в некоторых местах должен быть на 20 дБмкВ ниже предельных пиковых уровней, что в импульсных преобразователях реализовать намного труднее. Поэтому оригинальная система SSFM микросхемы LT8391 подавляет средний уровень электромагнитных излучений сильнее, чем пиковый. Средние уровни электромагнитных помех ослабляются не менее чем на 18 дБмкВ, а пиковые – примерно на 5 дБмкВ.

В некоторых преобразователях для питания светодиодов совместная работа SSFM и ШИМ приводит к возникновению мерцаний.



**Рисунок 4.** Осциллографма показывает свободное от мерцаний диммирование при совместной работе ШИМ и SSFM.

SSFM – источник изменения частоты переключения, способной проникать во внешний мир в виде шума, «размазывает» спектр излуче-

чений, уменьшая величину шумовых пиков, но не мешает ШИМ управлению яркостью (Рисунок 4). Патентуемая Linear Technology технология ШИМ диммирования при одновременной SSFM модуляции частоты коммутации гарантирует отсутствие мерцаний, даже при высоких коэффициентах затемнения. Работа SSFM не сопровождается никакими колебаниями тока светодиодов, как при регулировке яркости с помощью внешней ШИМ с глубиной 1000:1, так и при внутреннем управлении 128:1. **РЛ**

## Материалы по теме

1. [Datasheet Linear Technology LT8391](#)
2. [Datasheet Infineon BSC067N06LS3](#)
3. [Datasheet Infineon BSC093N04LS](#)
4. [Datasheet Vishay Si7611DN](#)

# Магнитный левитатор

Pete

Back Shed

Этот одновременно забавный и поучительный проект демонстрирует магнитную левитацию.

## Магнитная левитация

Однажды я увидел устройство, в котором магнит парил в воздухе и, задаввшись вопросом, как это сделано, решил проверить некоторые теории. После многих проб и ошибок мне удалось получить то, что вы можете видеть на Рисунке 1.

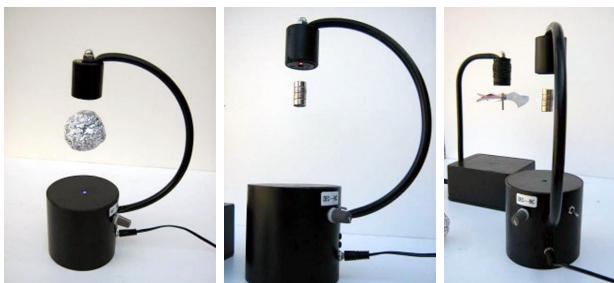


Рисунок 1. Магнитная левитация в действии.

Основные элементы устройства – катушка, создающая магнитное поле, и установленный на ее торцевой поверхности линейный датчик Холла, необходимый для обнаружения поля постоянного магнита. Под контролем этого датчика при приближении постоянного магнита ток катушки выключается, магнит начинает падать, удаляясь от катушки, и катушка включается опять, эффективно удерживая магнит «подвешенным» в воздухе.

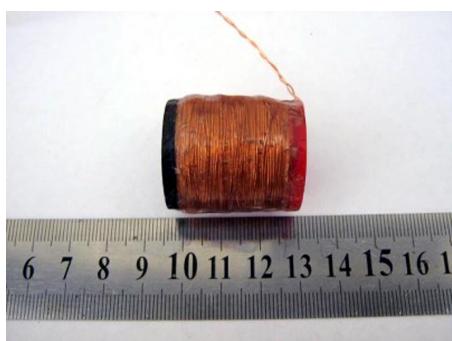


Рисунок 2. Электромагнитная катушка.

Эмалированным медным проводом сечением 0.45 мм я намотал небольшую катушку (Рисунок 2). Ее размеры и количество витков не столь важны, как электрическое сопротивление, которое должно быть достаточно большим, чтобы ограничить ток, забираемый от источника питания. Я стремился не выйти за пределы 0.5 А при напряжении питания 5 В, для чего сопротивление должно было находиться в диапазоне от 10 до 15 Ом ( $5\text{ В}/0.5\text{ А} = 10\text{ Ом}$ ).

Однако, поскольку схема теперь доработана таким образом, чтобы в отсутствие магнита ток катушки выключался, ее сопротивление можно снизить, но до значения не менее 5 Ом.

Поскольку собственной мощности катушки недостаточно, ее требуется дополнить металлической пластиной. Я вырезал стальной диск толщиной 5 мм с диаметром, равным внешнему диаметру катушки, хотя диаметр может быть и немного меньше (Рисунок 3).

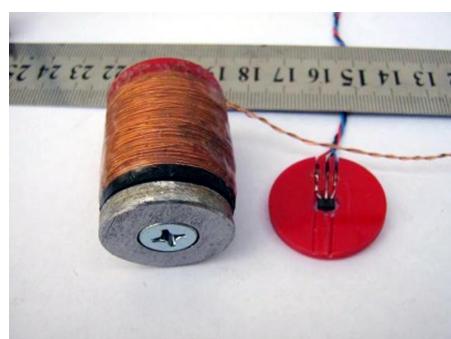
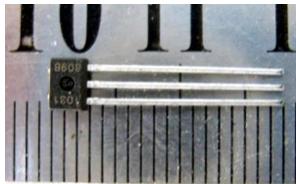


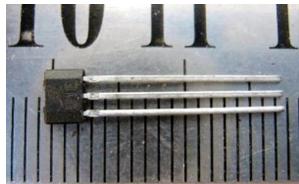
Рисунок 3. К нижней части катушки должна быть прикреплена металлическая пластина.

Магнит левитирует в узком интервале расстояний, в котором сам не способен примагнититься к пластине, и нуждается в небольшой помощи поля катушки, поддерживающей его в «подвешенном» состоянии.

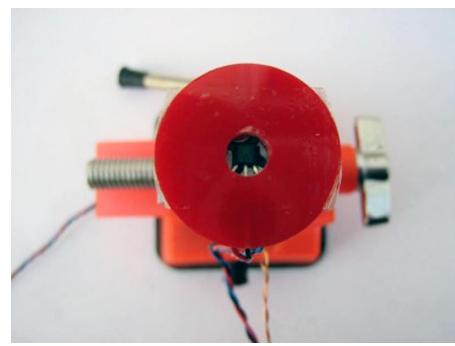
К металлическому диску крепится датчик Холла, плоская сторона которого должна быть обращена в сторону катушки (Рисунки 4, 5).



**Рисунок 4.** Эта сторона датчика должна быть обращена к катушке.



**Рисунок 5.** Эта сторона датчика должна «смотреть» на магнит.



**Рисунок 6.** Датчик установлен скругленными гранями в сторону магнита.

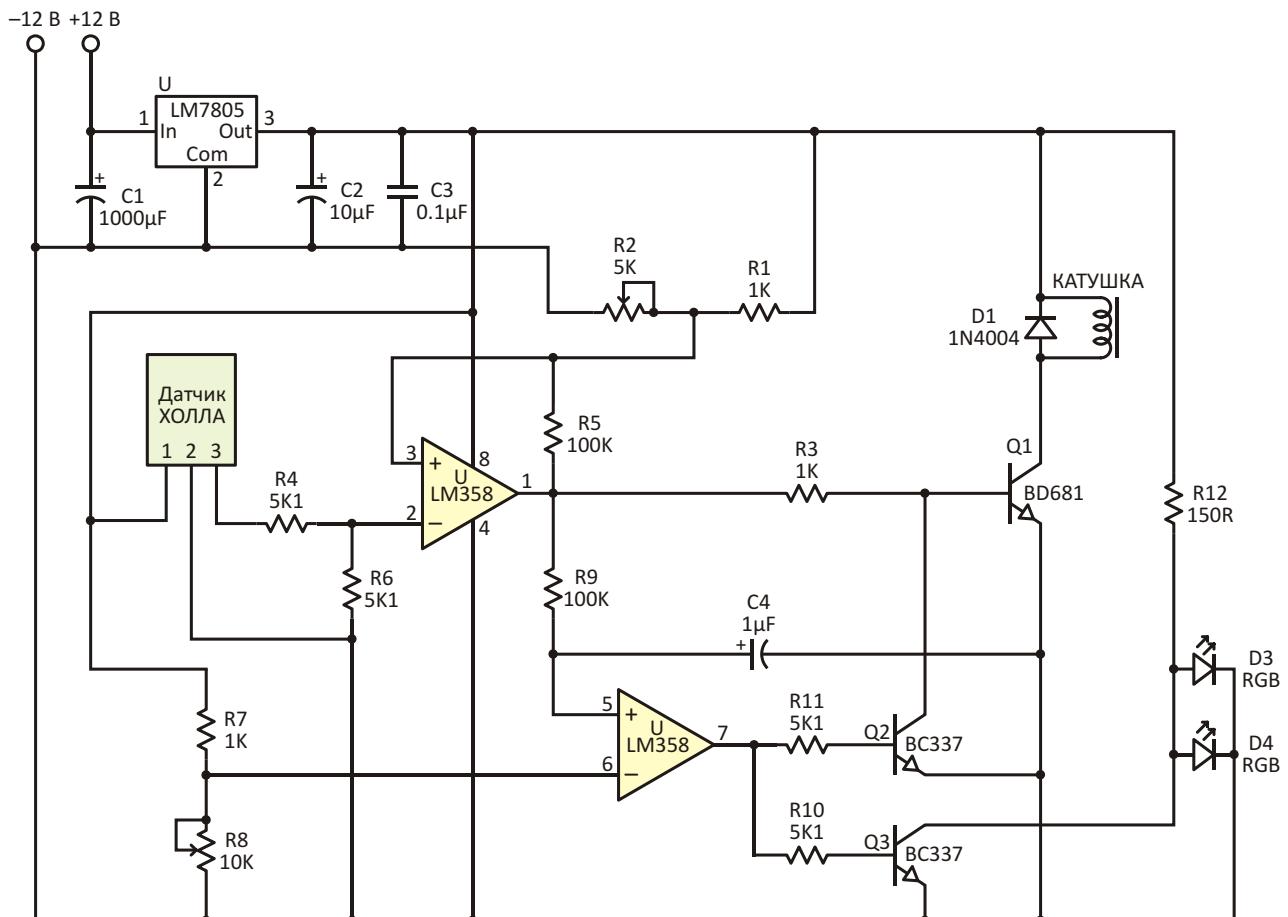
Для удобства я установил датчик в пластиковый диск (Рисунок 6), который вырезал из акрилового листа, но можно обойтись и просто kleem или двухсторонним скотчем.

Очень важно установить датчик по центру катушки и ее металлического сердечника.

Первоначально я пытался считывать сигнал датчика Холла и управлять катушкой через транзистор с помощью системы

PICAXE, выпускаемой фирмой Revolution Education на основе микроконтроллера PIC, но PICAXE оказалась слишком медленной. Тогда я решил воспользоваться операционным усилителем (ОУ) LM358, и это дало желаемый результат.

Конструкция получилась очень простой. Я обнаружил, что когда магнит левитирует, схема, в зависимости от веса объекта, потребляет всего 50...150 mA. Но если магнит убрать,



**Рисунок 7.** Принципиальная схема устройства.

управляющий транзистор полностью открывается, средний ток увеличивается, и стабилизатор 5 В начинает перегреваться.

Поэтому схема была переработана (Рисунок 7). Чтобы отключать катушку при отсутствии магнита, я использовал второй операционный усилитель микросхемы LM358.

Вся схема, включая катушку, питается напряжением 5 В, стабилизированным микросхемой LM7805, максимальный ток которой не должен превышать 0,5 А.

В отсутствие внешнего поля выходное напряжение линейного датчика Холла UGN3503U равно примерно половине напряжения питания 5 В. Если к датчику поднести магнит, выходное напряжение увеличивается или уменьшается, в зависимости от того, каким полюсом магнит направлен к датчику (северным или южным). В этой схеме при приближении магнита напряжение должно повышаться, поэтому подносить магнит к датчику нужно южным полюсом.

Выход датчика подключен к инвертирующему входу первого операционного усилителя (ОУ1), на неинвертирующем вход которого подается напряжение с делителя напряжения R1/R2. Подстроечный резистор R2 используется для уравновешивания в точке левитации разных по размерам и весу магнитов и объектов.

Выход ОУ1 через резистор 1 кОм соединен с базой транзистора BD681, управляющего включением катушки. Здесь подойдет практически любой NPN транзистор или MOSFET с допустимым током не менее 1 А.

Второй операционный усилитель микросхемы (ОУ2) используется для слежения за частотой переключения транзистора Q1. Для этого выходное напряжение ОУ1, эффективно сглаженное RC-фильтром R9/C4 (100 кОм/1 мкФ), подается на неинвертирующий вход ОУ2.

На инвертирующий вход ОУ2 поступает напряжение с делителя R7/R8, в одно плечо которого включен подстроечный резистор. Пока ток катушки, управляемый выходом ОУ1, пульсирует, стремясь удерживать магнит в подвешенном состоянии, аналоговое напряжение на неинвертирующем входе ОУ2 ниже установленного делителем на инвертирующем входе. Но если убрать магнит, напряжение на этом входе увеличится, поскольку ОУ1 будет пытаться вернуть магнит на место,

непрерывно открывая транзистор управления током катушки, колебания прекратятся, и выходное напряжение ОУ1 станет постоянно высоким. В результате напряжение на неинвертирующем входе ОУ2 превысит напряжение на инвертирующем, и уровень выходного сигнала переключится на высокий. К выходу ОУ2 через резистор 5,1 кОм подключена база NPN транзистора BC337, коллектор которого соединен с базой транзистора BD681, управляющего током катушки. Шунтируя базовый резистор 1 кОм (R3) на землю, Q2 отключает катушку.

Второй транзистор BC337 (Q3), также подключенный к выходу ОУ2, управляет светодиодами, закорачивая на землю токоограничительный резистор R12, когда их надо погасить.

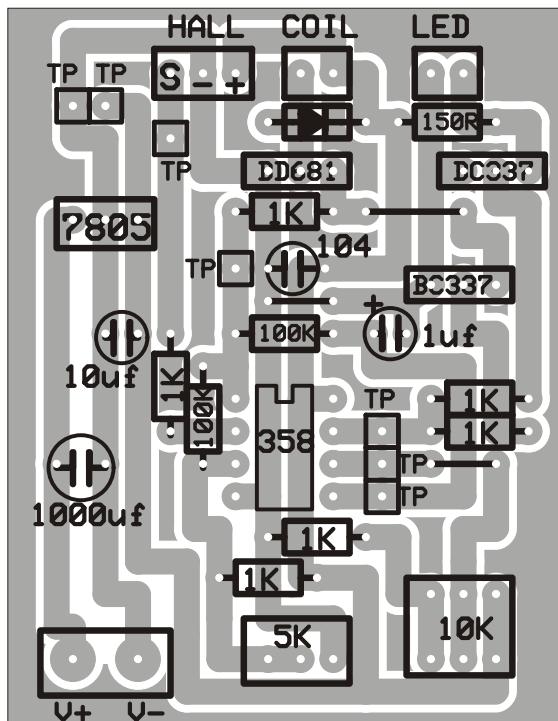
Установка точки отключения катушки легко выполняется вращением движка подстроечного резистора R8 до положения, в котором светодиоды погаснут. Если внести магнит в зону чувствительности датчика, светодиоды зажгутся вновь, ток катушки начнет пульсировать, и далее лишь останется с помощью подстроечного резистора R2 найти точку равновесия магнита.

Теперь, после того, как все ошибки схемы были устранены, имея несколько простых компонентов, ее очень легко повторить.

Конструкция печатной платы представлена на Рисунках 8 и 9. Площадки, помеченные «TP», служили тестовыми точками, в которые в процессе отладки я запаивал штырьки для подключения приборов. При повторении схемы их можно не устанавливать.



**Рисунок 8.** Вид печатной платы со стороны элементов.



**Рисунок 9.** Рисунок печатной платы со стороны проводников.

## Несколько советов и замечаний

Выводы катушки должны быть подключены так, чтобы создавать магнитное поле нужного направления. Проверить правильность их присоединения очень просто: если схема не работает, поменяйте местами провода.

Размеры магнита не слишком важны, но он должен быть достаточно сильным. Хорошо подойдет редкоземельный магнит, например, неодимовый.



**Рисунок 10.** Установка мигающих цветных светодиодов создаст приятный эффект.



**Рисунок 11.** Интересным левитирующим объектом может стать небольшой пропеллер с магнитом, прикрепленным в его центре.

Во избежание перегрева стабилизатора напряжения, обязательно установите его на радиатор. Выберите источник питания с напряжением 7 ... 12 В, поскольку чем выше входное напряжение, тем больше нагревается стабилизатор напряжения 5 В.

Максимально допустимое входное напряжение датчика Холла равно 6 В, поэтому для питания схемы выбрано напряжение 5 В.

Если ваш магнит сильно вибрирует, или вообще не хочет левитировать, это может быть вызвано несколькими причинами, главной из которых является недостаточная толщина металлической пластины на катушке. Попробуйте добавить к ней еще несколько шайб. Возможно также, что датчик Холла смещен относительно центра катушки, или же зазор, установленный между катушкой и магнитом, слишком мал, и магнит нужно немного опустить регулировкой подстроенного резистора R2. (Это очень тонкая настройка). А может быть, катушка перекошена и установлена не вертикально.

Добавление мигающих RGB светодиодов сверху и снизу магнита создаст приятный эффект, если вы заставите левитировать какой-либо блестящий объект, такой, например, как шарик из алюминиевой фольги (Рисунки 10 и 11). Поскольку верхний светодиод находится ближе к объекту, желательно расширить угол его излучения, спилив линзу напильником.

Совсем другой эффект можно получить, изготовив небольшой пропеллер с прикрепленным в его центре магнитом. Я вырезал его из банки от Кока-Колы. Затем поместите под пропеллером плоскую свечку-таблетку или ароматическую масляную горелку, и поднимающийся поток теплого воздуха заставит леви-

тирующий пропеллер вращаться. Для вращения пропеллера требуется совсем небольшая разница температур, и если воздух в помещении холодный, будет вполне достаточно тепла, выделяемого катушкой. Конечно же, если воздух теплый, это работать не будет.

В устройстве можно использовать катушку от ненужного соленоида, но предварительно необходимо убедиться в том, что потребляе-

мый ею ток не перегрузит схему, поскольку многие соленоиды очень прожорливы.[РЛ](#)

## Материалы по теме

1. [Datasheet Texas Instruments LM358](#)
2. [Datasheet Allegro UGN3503U](#)
3. [Datasheet Fairchild BC337](#)
4. [Datasheet Fairchild BD681](#)

## Загрузки

<a href="#">Принципиальная схема в формате PDF</a>	
<a href="#">Печатная плата в формате PDF</a>	
<a href="#">Печатная плата в формате системы проектирования ExpressPCB</a>	

# Принудительный срыв улучшает характеристики трехтранзисторного ЧМ тюнера

Lyle Williams

EDN

Описания идей использования сверхрегенеративного радио для приема коммерческих ЧМ радиостанций можно найти на многих страницах Интернета. Из-за своей исключительной простоты эта схема производит большое впечатление на посетителей лабораторий, в особенности, на детей. Однако показанная на Рисунке 1 базовая однотранзисторная схема имеет ряд недостатков, в связи с чем в этой статье предложен более совершенный вариант.

Обычно по сверхрегенеративной схеме делают АМ приемники, а широкополосный ЧМ сигнал преобразуют в АМ, используя для демодуляции одну сторону настроенной кривой. Такой способ демодуляции ЧМ очень груб, и поэтому никогда не дает достаточно хорошего качества.

Сверхрегенеративный приемник основан на регенеративной схеме, генерация которой запускается и срывается с ультразвуковой частотой, например, 25 кГц, которая называется частотой срыва колебаний. Эта частота должна лежать выше порога человеческого слуха, в то же время, оставаясь настолько низкой, насколько это возможно. Увеличение частоты срыва снижает чувствительность приемника. На выходе схемы RC-интегратора формируется последовательность широтно-модулированных импульсов с частотой срыва. Интегратор преобразует эти широтно-модулированные импульсы в выходной аудио сигнал.

Схема, изображенная на Рисунке 1, является самосрывающейся. Добиться срыва, а значит и правильного управления схемой, не всегда просто. Не исключено, что для получения наилучших характеристик потребуется

отбирать транзисторы с максимальными коэффициентами усиления и экспериментировать с рабочим напряжением. В самосрывающихся схемах выходной сигнал можетискажаться. Кроме того, частота срыва может меняться с настройкой приемника и оказаться как слишком высокой, так и слишком низкой.

Все эти проблемы решаются добавлением внешнего генератора, управляющего срывом колебаний схемы. В качестве такого генератора используется двухтранзисторный

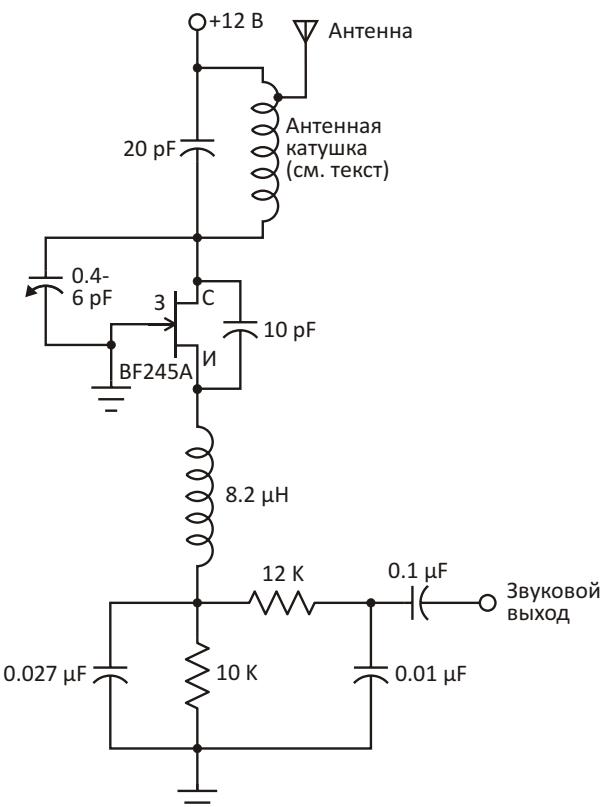
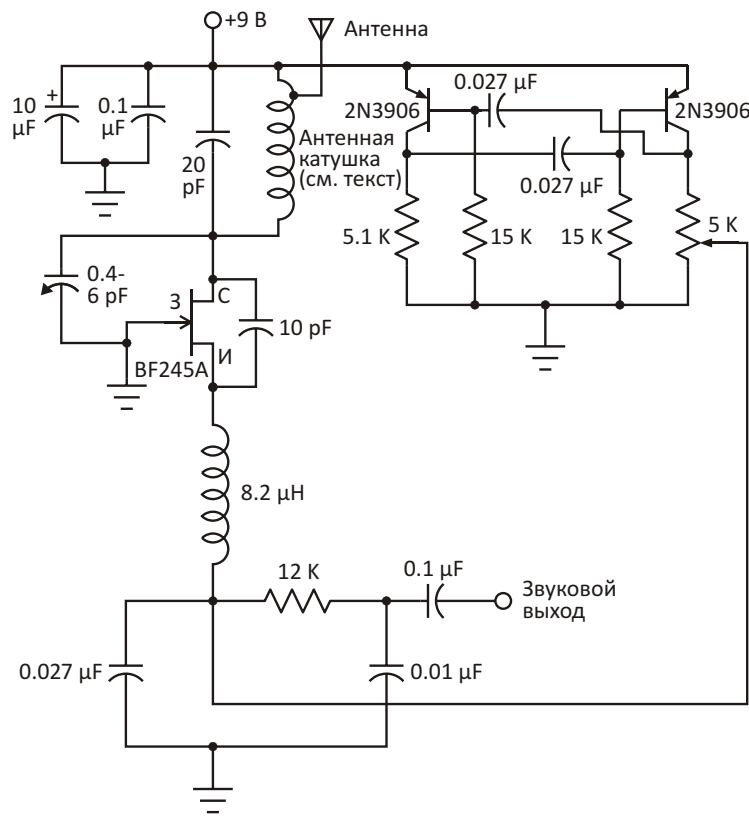


Рисунок 2. Тюнер с принудительным срывом колебаний.



**Рисунок 1.** Самосрывающийся однотранзисторный сверхрегенеративный тюнер.

автоколебательный мультивибратор. В результате получается трехтранзисторная схема – все еще довольно простая для ЧМ радио (Рисунок 2). Настройка управления уровнем срыва очень тонка, и для нее необходим хороший многооборотный потенциометр. Частота срыва этого генератора равна примерно 21 кГц.

Антenna катушка состоит из 5 витков миллиметрового провода, намотанных на оправке диаметром 6.5 мм. Витки уложены с зазором, равным диаметру провода, что позволяет вам подстраивать индуктивность, сдвигая и раздвигая витки. Закончив формирование катушки, оправку из нее можно вынуть. От половины витка катушки со стороны точки подключения питания 9 В сделан отвод, к которому подключена антенна. Сама антenna изготовлена из отрезка провода метровой длины. Для настройки на станцию используется переменный конденсатор емкостью 0.04/6 пФ.

Тюнер необходимо дополнить аудио усилителем. Уровень его выходного сигнала ниже стандартной чувствительности линейного входа, поэтому лучше вам подойдет уси-

литель с микрофонным входом. Благодаря высокому усилинию гитарных входов можно воспользоваться усилителем для музыкальных инструментов. Другое решение описано в [1]. Эта схема, имеющая коэффициент усиления, равный десяти, поднимает уровень сигнала до чувствительности линейного аудио входа.

Я слушал трансляцию Национального общественного радио, передающего преимущественно речь. Станция имеет два дополнительных цифровых канала: джаз/классика и дубль основного канала в HD качестве, каждый из которых работает на одной частоте 90.7 МГц. Эти дополнительные программы и пилот-сигнал стерео никак не мешали основному аналоговому сигналу, принимаемому на описанный здесь тюнер. **РЛ**

## Ссылки

1. «[Операционный усилитель на трех дискретных транзисторах](#)»

## Материалы по теме

1. [Datasheet NXP BF245](#)
2. [Datasheet Fairchild 2N3906](#)

# Приставки директор-секретарь и разветвитель линии 1x2



## Часть 1

Витушкин Д. Ф., Узбекистан, Ташкент

В статье описываются собранные по одинаковой схеме телефонные приставки, осуществляющие разделение абонентов по принципу «директор-секретарь» и «разветвитель 1x2». Устройства реализованы на микроконтроллере PIC.

В различных учреждениях и конторах телефоны директора и секретаря обычно подключены параллельно. То есть, входящие звонки на них поступают одновременно, и существует возможность прослушивания с параллельного телефона. От этого и

других недостатков подобного подключения избавит приставка «директор-секретарь», схема которой показана на Рисунке 1. Приставка построена на базе микроконтроллера младшего семейства Microchip – PIC12F629.

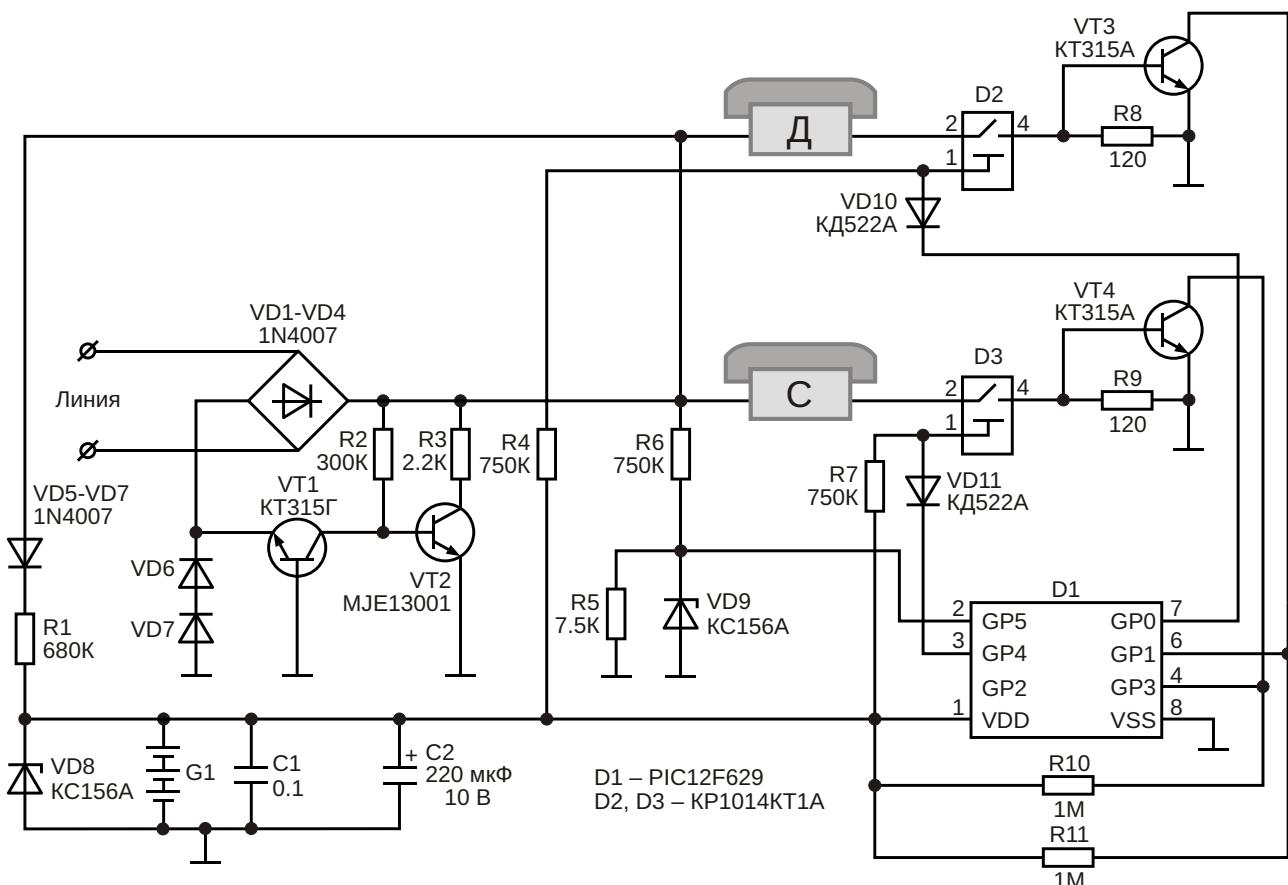


Рисунок 1.

Функциональные возможности приставки:

1. При поступлении входящего вызова осуществляется селекция вызывных посылок, благодаря чему первым начинает звонить телефон секретаря, а при отсутствии ответа после серии из трех первых посылок вызов перенаправляется на телефон директора.
2. При осуществлении входящей связи на телефон директора телефон секретаря блокируется, исключая возможность прослушивания разговора.
3. При осуществлении исходящей связи с телефона директора телефон секретаря блокируется, исключая возможность прослушивания разговора.
4. При передаче ответа на входящий звонок или при исходящем соединении от секретаря директору телефон секретаря также блокируется через 10 секунд, если трубка не будет уложена секретарем.
5. При необходимости передачи входящего либо исходящего соединения от директора секретарю трубка телефонного аппарата (ТА) секретаря должна быть поднята прежде, чем директор уложит свою.
6. Приставка исключает «подзывивание» при импульсном наборе номера на параллельном аппарате.

Иными словами, телефон директора имеет полный приоритет и позволяет перехватить разговор при любой связи (входящей, исходящей), за исключением трех первых посылок вызова при входящей связи и во время импульсного набора с телефона секретаря.

Приставка питается от гальванического элемента, либо от аккумулятора, который постоянно подзаряжается малым током от параметрического стабилизатора на диоде VD5, резисторе R1, стабилитроне VD8 и емкости C2. Ключ D2 подключает телефонный аппарат директора к линии. Ключ D3

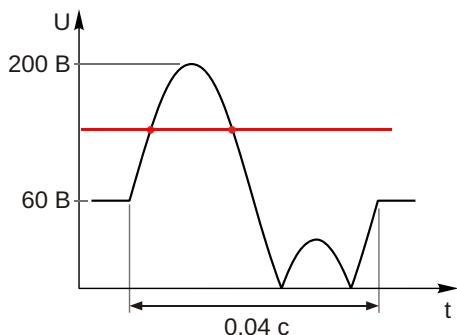


Рисунок 2.

подключает к линии телефонный аппарат секретаря.

Микросхема KP1014KT1 выпускается в корпусах типа: DIP8, TO-92 и TO-128. На схеме приведена нумерация выводов токового ключа KP1014KT1 в корпусе DIP8: 1, 8 – затвор, 2, 3, 6, 7 – сток (вход), 4, 5 – исток (выход). В корпусе TO-92 нумерация будет следующая: 1 – сток (вход), 2 – затвор, 3 – исток (выход). В корпусе TO-128 выводы: 1 – затвор, 2 – сток (вход), 3 – исток (выход). Импортный аналог – VN2410M.

Вместо KP1014KT1 также можно использовать ключ KP501A (Б) (импортный аналог ZVN2120); он выпускается в корпусе TO-92: 1 – затвор; 2 – сток (вход); 3 – исток (выход).

На транзисторах VT3 и VT4 собран детектор поднятия трубки телефона директора и секретаря, соответственно. В состоянии уложенной на аппарат трубки на его коллекторе (как и на портах GP1, GP3 контроллера) напряжение соответствует «лог. 1». При снятии трубки с аппарата оно падает до уровня «лог. 0».

На делителе из резисторов R5, R6 и стабилитроне VD9 построен детектор вызывного сигнала. В его функции входит отслеживание линии на предмет наличия на ней частоты сигнала вызова. Делитель настроен таким образом, что при напряжении близком к 200 В в его средней точке возникает напряжение, соответствующее «лог. 1» микроконтроллера (Рисунок 2).

На элементах VT1, VT2, VD6, VD7, R3, R3 собран узел дополнительной модуляции вызывного сигнала. Назначение этого узла – периодическое закорачивание линии с целью создания условия для протекания через вызывное устройство звонкового тока.

Вспомним теорию: во время вызова в линии формируется синусоидальное напряжение частотой 25 Гц и амплитудой до 200 В (Рисунок 3). Из осциллограммы видно, что синусоида также входит в область отрицательного напряжения, благодаря чему вызывное устройство телефонного аппарата, имеющее в своем составе разделительную

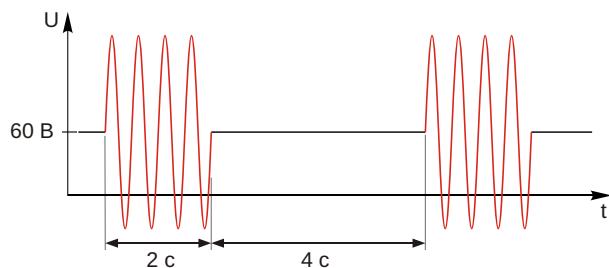
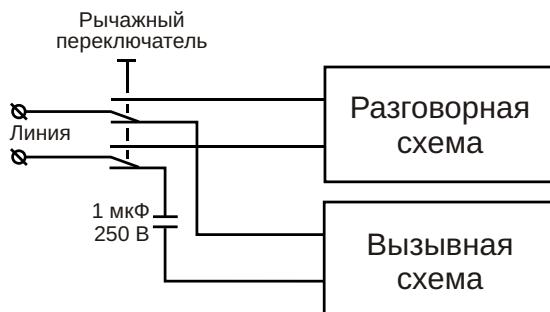


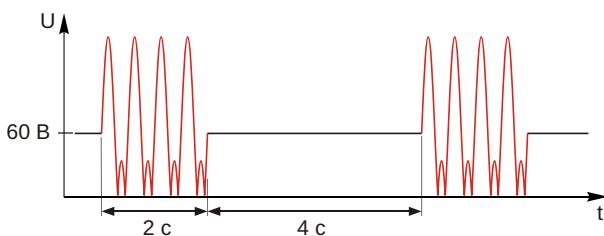
Рисунок 3.

емкость (обычно 1 мкФ/250 В), вследствие ее перезарядки начинает звонить (Рисунок 4).



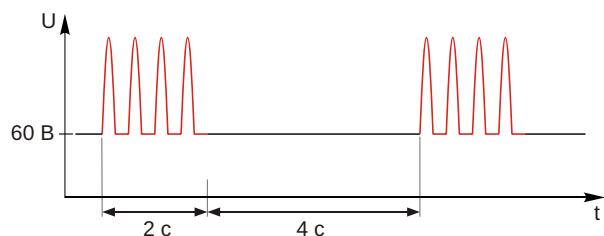
**Рисунок 4.**

Однако после диодного моста форма вызывного напряжения меняется (Рисунок 5). Синусоида больше не входит в область отрицательного напряжения, и емкость вызывной схемы не может перезаряжаться — вызывной ток через нее не протекает, и телефонный аппарат не будет принимать вызов.



**Рисунок 5.**

Единственный способ заставить аппарат звонить — ввести в схему модулятор, позволяющий периодически разряжать емкость вызывной схемы. Выходной транзистор модулятора VT2 закорачивает линию через резистор R3 на землю при нисходящей синусоиде (Рисунок 6).

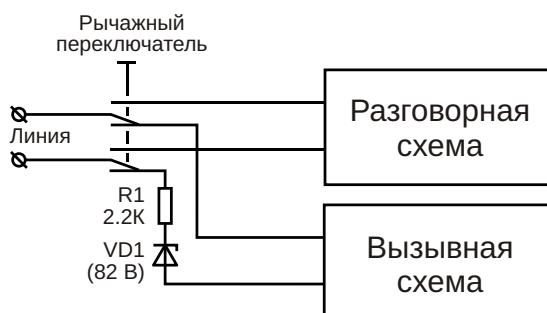


**Рисунок 6.**

В настоящее время производятся аппараты, не имеющие в составе вызывного устройства разделительной емкости (роль порогово-

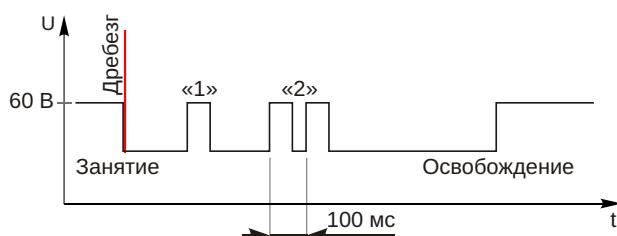
го элемента вместо нее выполняет стабилитрон). Они могут принимать вызов после диодного моста без использования схемы модуляции (Рисунок 7). Несмотря на это, схема модуляции необходима, так как возможно использование аппаратов с разными вызывными устройствами.

Приставка предполагает возможность набора номера как в тоновом, так и в импульсном режимах. В импульсном режиме набора информация о номере передается серией импульсов, размыкающих телефонный шлейф (Рисунок 8).



**Рисунок 7.**

Период наборного импульса в среднем составляет 100 мс. Это значение используется в программе для определения импульсного набора номера. Схемотехника приставок такова, что при извлечении контроллера из схемы (например, для обновления прошивки) оба аппарата будут работать в обычном параллельном режиме.



**Рисунок 8.**

Приставки проектировались под ЭАТС EWSI Siemens. Режимы набора номера — тоновый и импульсный.

Необходимо отметить, что для подключения подобных устройств к сетям ГТС требуется их обязательная сертификация. Поэтому материал предоставлен исключительно в ознакомительных целях. **РЛ**

## Окончание в следующем номере

# Индикация статуса заряда в простом зарядном устройстве для литий-ионных аккумуляторов

Peter Miller

EDN

Так же, как и другие простые зарядные устройства для одноэлементных литий-ионных аккумуляторов, выпускаемая Microchip микросхема MCP73812 не имеет средств индикации статуса заряда. Эту ситуацию вы можете исправить, добавив несколько показанных на Рисунке 1 компонентов. Добавив еще один необязательный светодиод, вы получите индикатор окончания заряда. Дополни-

тельным преимуществом конфигурации с двумя светодиодами является то, что один из светодиодов всегда включен, показывая, что на зарядное устройство подается питание.

До тех пор, пока заряжающая аккумулятор микросхема работает в режиме стабилизации тока, через диод D<sub>1</sub> протекает 401 мА. Дополнительный 1 мА – это собственный ток, потребляемый микросхемой. Поскольку

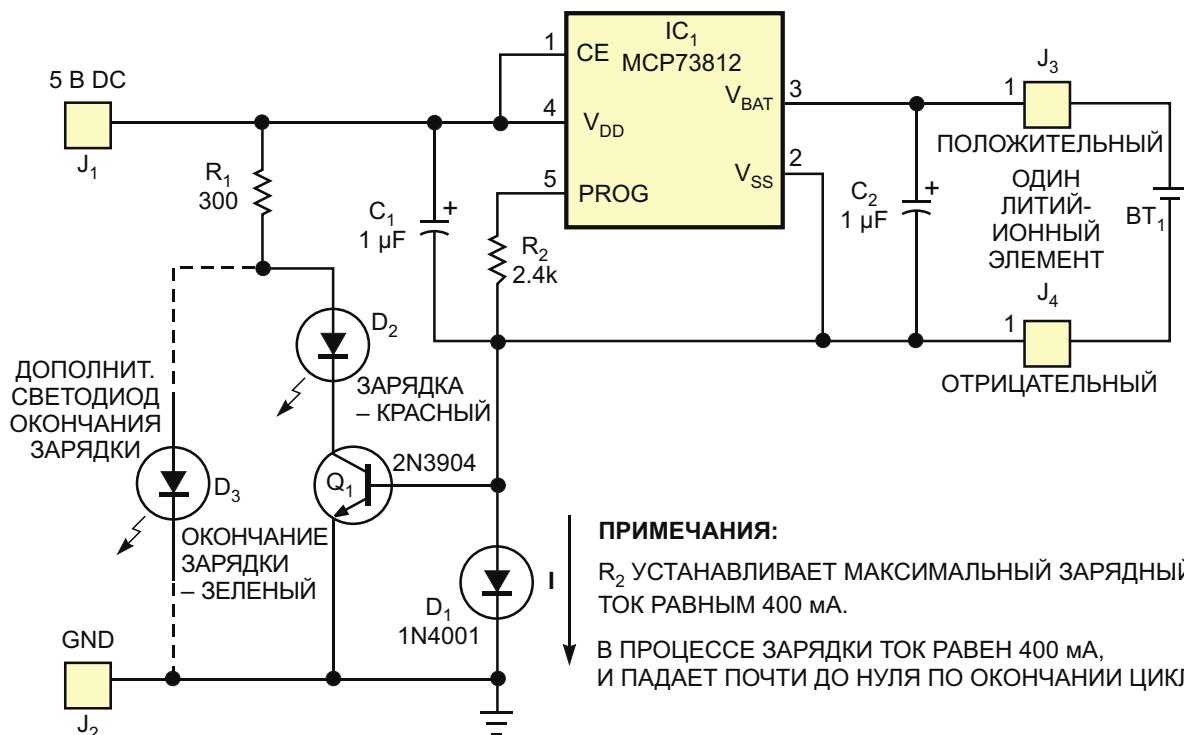


Рисунок 1. Добавление нескольких компонентов к зарядному устройству для литий-ионных аккумуляторов обеспечивает индикацию статуса заряда.

диод 1N4001 начинает проводить раньше, чем открывается переход база-эмиттер Q<sub>1</sub>, он не позволяет транзистору включиться до тех пор, пока прямое напряжение на нем не достигнет уровня порядка 450 мВ. Затем Q<sub>1</sub> начинает открываться и включает D<sub>2</sub> – красный светодиод, индицирующий процесс заряда. Из-за того, что прямое падение напряжения на зеленом светодиоде, как правило, больше, чем на красном (типичные значения – 2.1 В и 1.7 В, соответственно), суммарное напряжение на D<sub>2</sub> и Q<sub>1</sub> меньше, чем напряжение включения зеленого светодиода D<sub>3</sub>, и последний остается закрытым.

На последнем этапе цикла заряда контроллер переключается в режим стабилизации напряжения. По мере того, как напряже-

ние на контактах аккумулятора приближается к 4.2 В, ток через диод D<sub>1</sub> уменьшается, и при его значении от 15 до 40 мА оба светодиода зажигаются.

Диапазон этих токов проверялся и был подтвержден при испытаниях с несколькими экземплярами транзисторов 2N3904. Измерения с транзисторами 2N4401 дали более узкий диапазон – от 4 до 18 мА. Когда ток падает ниже примерно 15 мА, транзистор Q<sub>1</sub> включает светодиод D<sub>2</sub>. Теперь напряжение на D<sub>3</sub> растет до порога его включения, и светодиод индикации окончания заряда загорается. **РЛ**

## Материалы по теме

1. [Datasheet Microchip MCP73812](#)

# Активная нагрузка для тестирования высоковольтных источников питания

Gheorghe Plasoiyanu

EDN

**М**аксимальные напряжения, допустимые для лабораторных электронных нагрузок, обычно не превышают 100 В, что затрудняет проведение испытаний высоковольтных источников питания. В этой статье предлагается недорогое альтернативное решение, позволяющее, в зависимости от использованных компонентов, тестировать источники питания с напряжением 500 В и более. В своей основе – это понижающий преобразователь, вход которого является нагрузкой проверяемого источника питания. В качестве нагрузки выхода преобразователя использовался наполненный водой 1000-ваттный электрочайник, имеющий сопротивление порядка 53 Ом.

В отличие от обычных понижающих преобразователей, сигналом обратной связи для усилителя ошибки контроллера здесь служит не выходное напряжение, а входной ток, измеряемый резистором  $R_{SH}$ . Поэтому кон-

троллер работает в режиме управления по среднему току без внешней петли обратной связи. Подобная архитектура отличается тем, что индуктивность работает как источник тока, питающий комплексное выходное сопротивление  $R1||C2$ . Таким образом, мы имеем однополюсную систему, частотная компенсация которой не вызывает никаких затруднений. Произведение коэффициента усиления на ширину полосы пропускания микросхемы U2 должно быть достаточно большим, чтобы исключить появление дополнительных полюсов в передаточной функции замкнутого контура. Поскольку частота переключения 50 кГц достаточно низка, потери мощности в MOSFET и диоде будут незначительными, что позволяет устанавливать эти компоненты без теплоотвода.

Падение напряжения на токоизмерительном резисторе  $R_{SH}$ , пропорциональное току, протекающему через источник питания, уси-

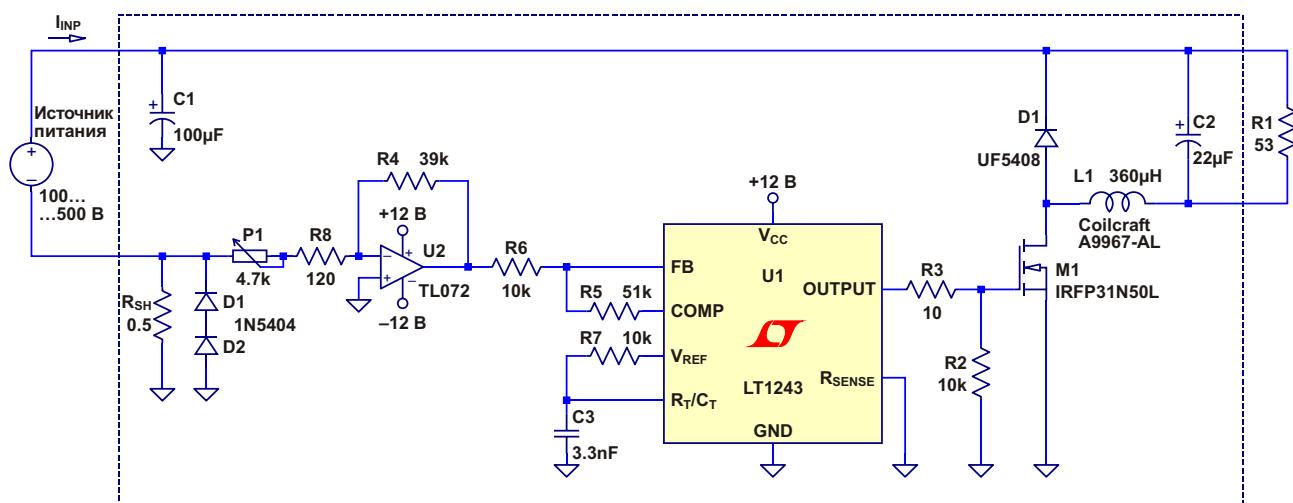


Рисунок 1. Высоковольтная электронная нагрузка на основе микросхемы LT1243.

ливается, инвертируется и подается на вход обратной связи микросхемы U1.

Забираемый из источника питания ток регулируется потенциометром P1.

При указанных на схеме номиналах компонентов напряжение на выводе  $V_{REF}$  определяется выражением

$$V_{REF} = \frac{I_{INP} R_{SH} R4}{P1 R8},$$

и диапазон токов нагрузки, соответственно, составляет  $I_{INP} = 15 \text{ mA} \dots 618 \text{ mA}$ .

Диоды D2 и D3 защищают входы операционного усилителя от бросков зарядного тока конденсатора C1, возникающих при подключении источника питания.**РЛ**

## Ссылки

1. [Switching Power Supply Design](#), Abraham Pressman

## Материалы по теме

1. [Datasheet Linear Technology LT1243](#)
2. [Datasheet Texas Instruments TL072](#)
3. [Datasheet Vishay IRFP31N50L](#)
4. [Datasheet Vishay UF5408](#)
5. [Datasheet PanJit 1N5404](#)

# Логарифмический датчик для измерения токов от 0 до 500 А

Jose Carrasco

EDN

Простая схема на Рисунке 1 может измерять токи как малых, так и больших уровней без ухудшения чувствительности или потери точности на нижнем или верхнем пределах шкалы. Схема полезна для измерения больших или малых токов в условиях сильных помех.

Основными элементами схемы являются токовое зеркало на согласованной транзисторной паре  $Q_1$ ,  $Q_2$  и цепь обратной связи, замыкаемая транзистором  $Q_3$ . Когда измеряемый ток  $I$  протекает через резистор  $R_S$ ,

напряжение на эмиттере  $Q_2$  увеличивается. Соответственно, начинает расти напряжение на базе транзистора  $Q_3$ , что приводит к росту тока  $I_{EQ3}$ , идущего через его эмиттер. Процесс продолжается до тех пор, пока схема не достигнет равновесного значения, когда рабочая точка  $Q_2$  совпадет с рабочей точкой включенного диодом транзистора  $Q_1$ . Тогда будет справедливо следующее соотношение:

$$I \cdot R_S = I_{EQ3} \cdot R_1.$$

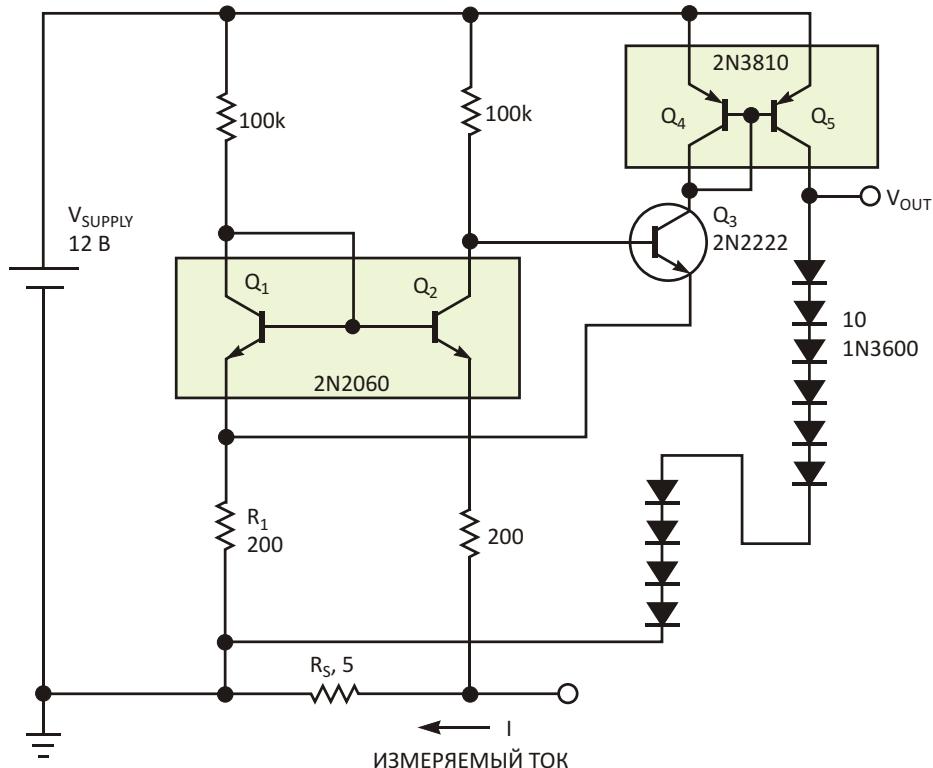
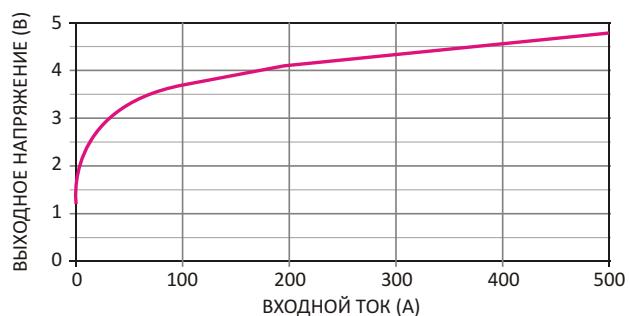


Рисунок 1. Простой датчик может измерять токи как малых, так и больших уровней.

Следовательно, ток эмиттера  $Q_3$  пропорционален току, протекающему через измерительный резистор  $R_S$ . Аналогичным образом будут совпадать рабочие точки  $Q_5$  и  $Q_4$ , где диодом работает транзистор  $Q_4$ , и коллекторный ток  $Q_5$  также будет пропорционален измеряемому току  $I$ . Последовательная цепочка диодов предназначена для формирования логарифмического шкалы преобразователя ток-напряжение. На Рисунке 2 изображена передаточная функция для сигналов постоянного тока, отражающая зависимость выходного напряжения  $V_{OUT}$  от входного тока, протекающего через резистор  $R_S$ .

В качестве  $Q_1$ ,  $Q_2$  и  $Q_4$ ,  $Q_5$  очень важно использовать согласованные пары транзисторов, поскольку рабочие точки каждого из транзисторов пары должны оставаться одинаковыми даже при изменениях температуры корпуса. В схеме использованы мало мощные пассивные компоненты, за исключением токоизмерительного резистора  $R_S$ , име-



**Рисунок 2.** Зависимость выходного напряжения от измеряемого тока имеет логарифмический характер в диапазоне от 0 до 500 А.

ющегого сопротивление 5 мОм. Сопротивление его выводов должно быть точно известно – либо из заводской калибровки, либо из расчетов, основанных на информации о погонном сопротивлении выводов, также предоставляемой изготовителем. **РЛ**

## Материалы по теме

1. [Datasheet Microsemi 2N2060](#)
2. [Datasheet Microsemi 2N3810](#)

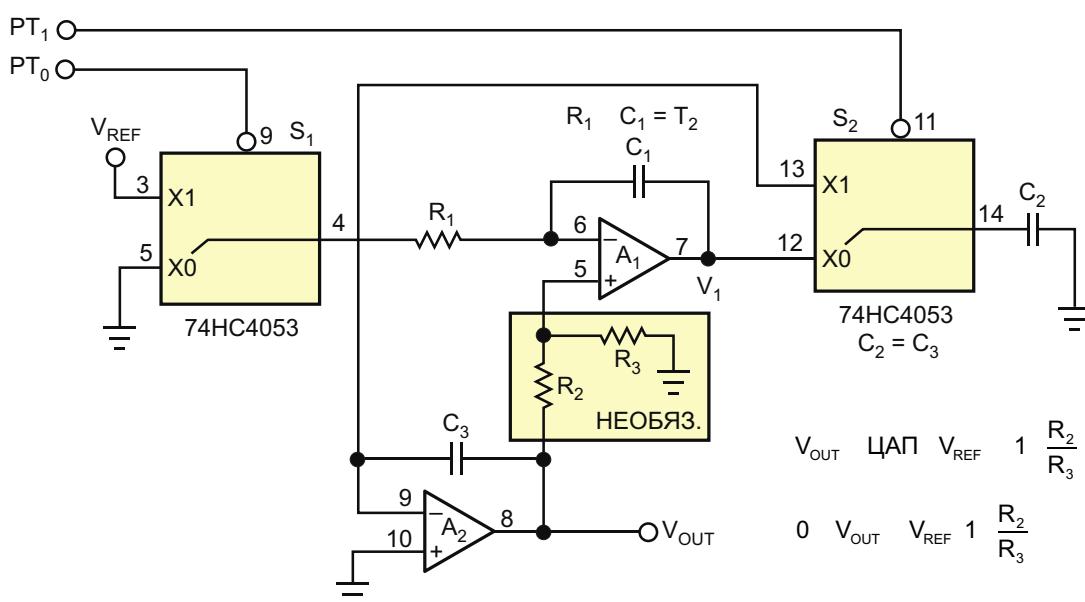
# Снижение уровня пульсаций выходного напряжения ШИМ-ЦАП с помощью синхронного фильтра

Stephen Woodward

EDN

Используя комбинацию ШИМ выходов микроконтроллера с прецизионными источниками опорного напряжения (ИОН), КМОП коммутаторами и аналоговыми фильтрами, можно создать недорогой цифро-аналоговый преобразователя (ЦАП) высокого разрешения [1]. Однако разработка таких ШИМ-ЦАП очень непроста. Каким образом вы обеспечите достаточный уровень подавления больших пульсаций, неизбежно присутствующих на выходах коммутаторов? Проблема пульсаций становится особенно острой, когда для генерации сигнала ШИМ вы используете типичную 16-битную периферию микрокон-

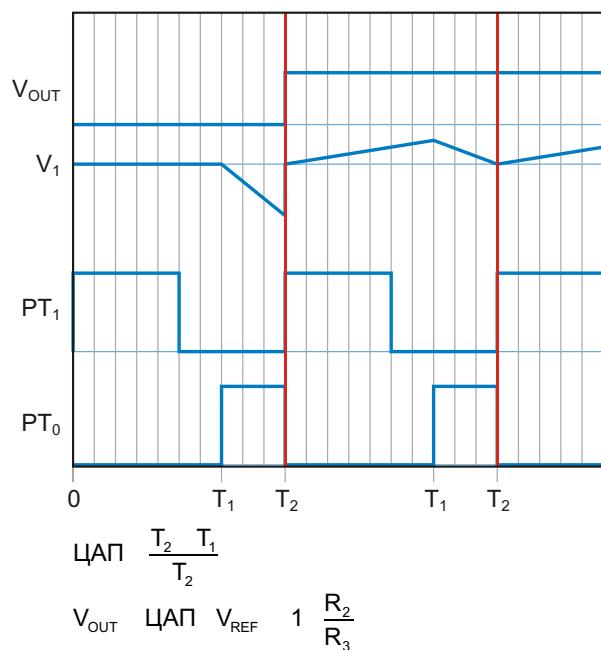
троллера. Для формирования ШИМ такого высокого разрешения обычно требуется очень большое количество циклов работы 16-битных таймеров и компараторов. В результате спектр пульсаций оказывается в районе очень низких, и поэтому крайне неудобных частот 100 или 200 Гц. Если при столь низких частотах пульсаций вы захотите использовать обычный аналоговый фильтр, чтобы подавить их до уровня, соответствующего 16-битной точности, то есть, до -96 дБ, время установления выходного напряжения ЦАП может составить целую секунду, а может быть, и больше.



**Рисунок 1.** В этом фильтре подавления пульсаций ЦАП объединены дифференциальный интегратор  $A_1$  и усилитель выборки-хранения  $A_2$ , образующие петлю обратной связи, работающую синхронно с ШИМ.

Изображенная на Рисунке 1 схема позволяет решить большинство проблем низкочастотной фильтрации с помощью комбинации дифференциального интегратора  $A_1$  с усилителем выборки-хранения  $A_2$ , включенныхных в цепь обратной связи и работающими синхронно с циклами ШИМ (T<sub>2</sub> на Рисунке 2). Если постоянную времени интегратора вы сделаете равной длительности цикла ШИМ, а именно  $R_1 C_1 = T_2$ , и если емкость конденсатора выборки  $C_2$  равна емкости конденсатора хранения  $C_3$ , то новое значение напряжения  $V_{OUT}$  сможет устанавливаться на выходе фильтра в точности за время, равное одному периоду ШИМ. Хотя вряд ли подобный подход позволит сделать по настоящему «высокоскоростной» ЦАП, все же, время установления 0.01 с – это в 100 раз лучше, чем одна секунда. И, что очень важно, существенное снижение времени установления здесь никак не ухудшает качества подавления пульсаций. Теоретический уровень подавления помех синхронным фильтром равен бесконечности, и единственным практическим ограничением здесь является ненулевая инжекция заряда из S<sub>2</sub> в C<sub>3</sub>. Выбором ключа S<sub>2</sub> с низкой величиной инжекции заряда и конденсатора C<sub>3</sub> с емкостью, равной приблизительно 1 мкФ, амплитуду пульсаций можно легко снизить до уровня единиц микровольт.

Необязательный делитель напряжения обратной связи R<sub>2</sub>/R<sub>3</sub> обеспечивает дополнительную гибкость управления выходной шкалой ЦАП при использовании стандартных



**Рисунок 2.** Выходное напряжение ЦАП устанавливается за один цикл ШИМ.

ИОН. Например, если R<sub>2</sub> = R<sub>3</sub>, то при 5-вольтовом ИОН выходной сигнал будет изменяться в диапазоне от 0 до 10 В. Преимуществом такого метода управления размахом шкалы является независимость пульсаций выходного напряжения от усиления опорного напряжения. **РЛ**

## Ссылки

1. Woodward, Steve, “[Combine two 8-bit outputs to make one 16-bit DAC](#),” EDN, Sept 30, 2004, pg 85.

## Материалы по теме

1. [Datasheet NXP 74HC4053](#)

# Простой измеритель емкости на основе ПНЧ

K Suresh

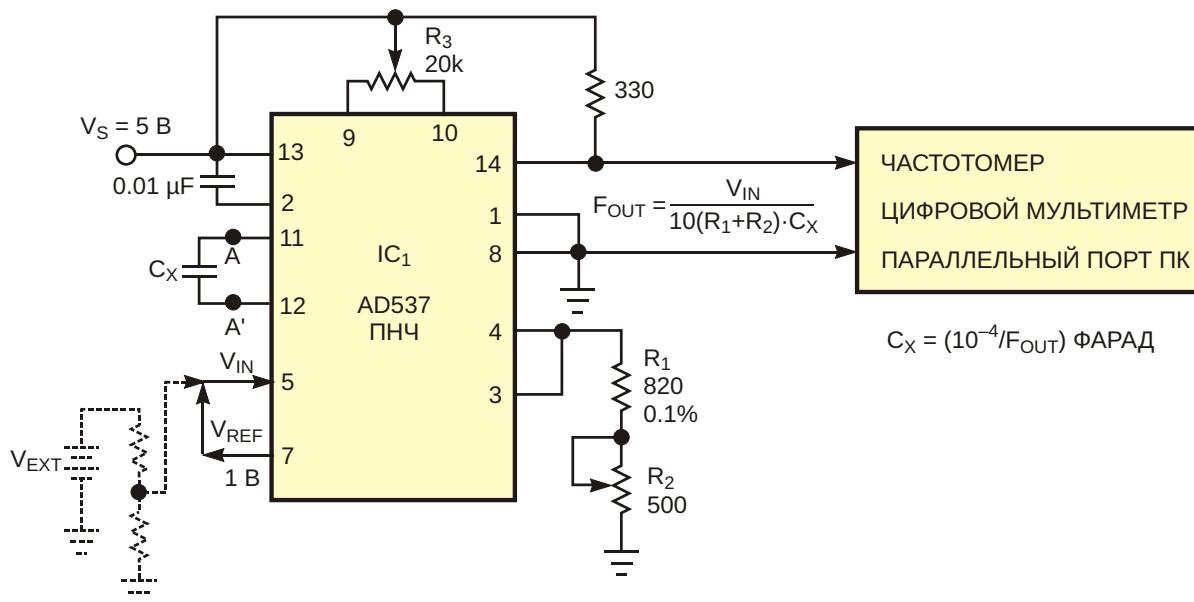
EDN

При разработке прототипа схемы или при замене старого дефектного конденсатора на новый у вас часто возникает необходимость узнать величину емкости конденсатора, который вы приготовили для установки. Иногда маркировка емкости на корпусе стирается и перестает читаться. Кроме того, большие допуски номиналов могут заставить вас усомниться в истинной емкости конденсатора. В таких ситуациях обычно вы ищите LCR-мост или цифровой мультиметр с функцией измерения емкости. Однако не всякий мультиметр

позволяет измерять емкость, а работа с LCR-мостом – процесс тяжелый и неудобный.

Альтернативой может служить простой ПНЧ (преобразователь напряжение-частота) с несколькими недорогими компонентами (Рисунок 1). Схема способна измерять емкости от единиц нанофарад до десятков микрофарад. Ее выходная передаточная функция описывается выражением

$$F_{\text{OUT}} = \frac{V_{\text{IN}}}{10(R_1 + R_2) \cdot C_x} \text{ Гц},$$



**Рисунок 1.** Простой ПНЧ использует внутренний источник опорного напряжения, чтобы сформировать последовательность импульсов, частота которых обратно пропорциональна неизвестной емкости СХ. Для измерения частоты выходных импульсов ПНЧ можно использовать цифровой мультиметр или принтерный порт компьютера, дополнив схему простыми счетчиками и буферными элементами.

где

$V_{IN}$  – напряжение на одноименном входе микросхемы, выраженное в вольтах;

$R_1$  и  $R_2$  – выражены в омах;

$C_x$  – измеряемая емкость, выраженная в фарадах.

При изменении входного напряжения микросхемы IC<sub>1</sub> от 0 до 10 В диапазон частот выходной последовательности импульсов ПНЧ составит 0 ... 150 кГц с ошибкой нелинейности менее 0.05%.

В штатном режиме, когда микросхема работает как ПНЧ, вы подаете на вход  $V_{IN}$  измеряемое напряжение от 0 до 10 В и для того, чтобы получить хорошую линейность зависимости  $F_{OUT}$  от  $V_{IN}$ , выбираете сопротивления резисторов  $R_1$  и  $R_2$  такими, при которых ток через них, равный  $V_{IN}/(R_1+R_2)$ , изменился бы в диапазоне от 0 до 1 мА. Однако предлагаемая схема не имеет внешнего входа ПНЧ. Вместо этого в ней используется внутреннее опорное напряжение  $V_{REF}$ , для чего выход  $V_{REF}$  просто соединен с входом  $V_{IN}$ . Чтобы избежать возможной перегрузки опорного источника, подать напряжение  $V_{REF}$  на вход  $V_{IN}$  вы можете через буфер. Вы можете также использовать внешний источник постоянного напряжения, например, батарею, подключив его так, как показано пунктирными линиями на Рисунке 1.

Для измерения величины неизвестной емкости вы подключаете конденсатор между выводами A and A' в непосредственно близости от микросхемы ПНЧ. Если  $V_{IN} = V_{REF} = 1.00$  В, а сумма сопротивлений  $R_1 + R_2$  путем подстройки сделана равной 1 кОм, частота выходных импульсов будет изменяться обратно пропорционально неизвестной емкости в соответствии с выражением

$$C_x = \frac{10^4}{F_{OUT}} \text{фарад.}$$

Подстроечные резисторы  $R_3$  и  $R_4$  вы должны использовать для калибровки схемы на

верхнем и нижнем краях диапазона измеряемых емкостей, соответственно. В результате, после калибровки частота 1 Гц на выходе ПНЧ будет соответствовать емкости 100 мкФ, а максимальная частота 150 кГц будет означать, что емкость равна 0.6 нФ. Если вы захотите расширить диапазон измеряемых емкостей, выберите микросхему ПНЧ с более широкой шкалой выходных частот, например, от 0 до 1 МГц. В этом случае вы должны обращать особое внимание на влияние паразитных емкостей.

Измерить частоту выходных импульсов схемы на Рисунке 1 вы можете несколькими способами. Проще всего воспользоваться любым частотомером или дешевым цифровым мультиметром с функцией измерения частоты. Таким образом ПНЧ превращается в достаточно удобный интерфейс мультиметра, позволяющий выполнять измерения емкости. Вы можете также использовать микросхему программируемого счетчика-таймера, такого как Intel 8254, которую можно легко найти в продаже или же извлечь из старой платы расширения ПК. Для третьего способа потребуется микросхема 16-разрядного счетчика, например, CD4040 или CD4520, подключенная к принтерному порту ПК через соответствующие буферные и управляющие схемы [1]. В последних двух случаях вы можете задействовать специальное прерывание BIOS вашего ПК – INT 1Ch, чтобы, не мешая нормальной процедуре обработки, обеспечить окно измерений шириной в одну секунду. В течение этой секунды счетчик будет суммировать выходные импульсы ПНЧ. В конце окна измерений содержимое счетчика передается в ПК, и, совершив определенные манипуляции данными, вы получите значение неизвестной емкости прямо на экране компьютера. **РЛ**

## Ссылки

1. Suresh, K, "Use your printer port as a high-current ammeter," EDN, July 6, 2000, pg 144.

## Материалы по теме

1. [Datasheet Analog Devices AD537](#)
2. [Datasheet Intersil 82C54](#)

# Изолированный цифровой индикатор сетевого напряжения отличает 120 В от 220 В

Edward K. Miguel

Electronic Design

**В** этой простой схеме оптоизолятор управляет стандартным транзистором 2N2222, низкий или высокий уровень на коллекторе которого индицирует напряжение сети – 120 В или 220 В.

Для таких приложений как драйверы двигателей или источники питания часто требуется знать, чему равно напряжение в сети. Показанная на Рисунке 1 схема контролирует напряжение сети переменного тока и обеспечивает простейшую индикацию, открывая выходной транзистор при входном напряжении 120 В и закрывая при напряжении 220 В.

Идея схемы исключительно проста и заключается в том, чтобы при напряжении 220 В сделать ток входных светодиодов достаточным для открывания внутреннего транзистора оптрона и, соответственно, для

выключения транзистора Q1. (Используется стандартный транзистор 2N2222). В то же время, при входном напряжении 120 В фототранзистор должен оставаться закрытым, чтобы уровень выходного напряжения схемы был низким. В качестве оптоизолятора U1 был выбран H11AA1 по той причине, что этот прибор сертифицирован для использования в приложениях, работающих под напряжением сети.

Входное переменное напряжение проходит через резисторы R1 и R2 и встречнопараллельные светодиоды оптрона U1. Для минимизации характерной для оптронов деградации коэффициента передачи ток светодиода установлен на минимальном уровне, равном примерно 1 мА для напряжения 120 В и 2 мА для напряжения 220 В [1...3]. «Пички»

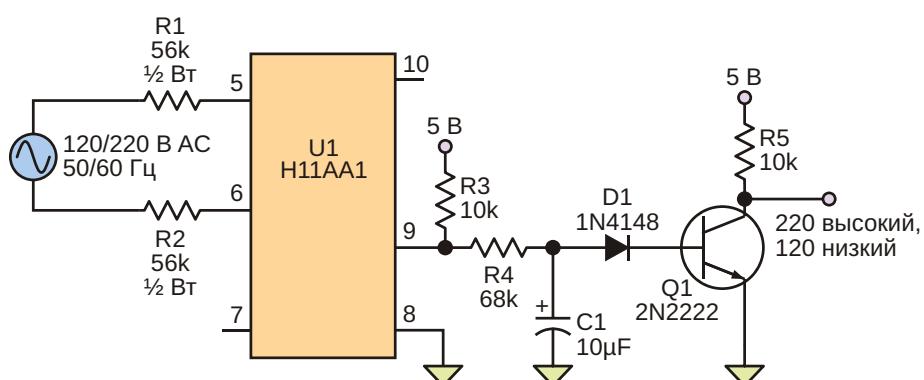


Рисунок 1. При входном напряжении 220 В АС светодиоды оптрона выключают транзистор Q1, а при напряжении 120 В АС – включают.

напряжения, возникающие на выходе U1, когда входное напряжение пересекает ноль, и оба светодиода оптрана закрыты, имеют наименьшую ширину при напряжении 220 В, поскольку фототранзистор входит в режим насыщения.

Пройдя через RC фильтр с постоянной времени 0.7 с, эти «пички» сглаживаются, усредненное напряжение не может включить Q1, и уровень выходного сигнала остается высоким. Поскольку для полного открывания фототранзистора напряжения 120 В недостаточно, на выходе оптрана, подтянутом к +5 В резистором R3, будет высокое напряжение, которое, пройдя через фильтрующую цепочку C1/R4, откроет Q1 до полного насыщения. Фактически, Q1 работает как компаратор с низким коэффициентом усиления, который медленно переключается между противоположными состояниями относительно «порогового» уровня 150 ... 170 В сетевого напряжения 50/60 Гц.

При сетевом напряжении 120 В в течение примерно одной секунды после включения питания, пока происходит заряд конденсатора, выходное напряжение нарастает до максимального уровня, а затем падает вниз. Наличие такого временного состояния дол-

жно приниматься во внимание и, если требуется, игнорироваться внешней схемой управления. Если заранее известно, что частота напряжения 120 В всегда будет равна 60 Гц, а напряжения 220 В – 50 Гц, и если внешняя схема, принимающая сигналы индикатора, способна измерять временные интервалы, то конденсатор С1 можно удалить. В таком случае на выходе схемы будут наблюдаться прямоугольные импульсы, которые можно использовать для измерения длительности полупериода сетевого напряжения (8.33 мс для 120 В, и 10 мс для 220 В). Кроме того, если выход подключен к низкоимпедансной нагрузке, рекомендуется буферизовать его обычным эмиттерным повторителем. **РЛ**

## Ссылки

1. "Calculate Reliable LED Lifetime Performance in Optocouplers," Avago Technologies/Broadcom
2. "How to simulate Current Transfer Ratios (CTR) and long-term CTR degradation in transistor optocouplers," California Eastern Laboratories
3. "Study and Modelling of Optocouplers Ageing," Journal of Automation & Systems Engineering

## Материалы по теме

1. [Datasheet Vishay H11AA1](#)



# 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!**