

ЖУРНАЛ ДЛЯ ТЕХ, КТО ИНТЕРЕСУЕТСЯ ЭЛЕКТРОНИКОЙ

WWW.RLOCMAN.RU



РАДИОЛОЦМАН

App Store

Google play

Июль 2018 (86)



ЗАКАТ ЭПОХИ
ЗАКОНА
МУРА



РадиоЛоцман.Журнал

www.rlocman.ru/magazine

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



РадиоЛоцман.Форум

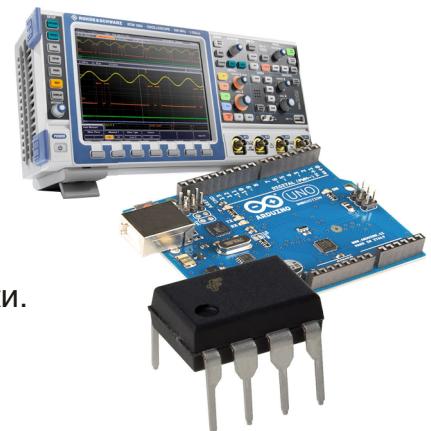
www.rlocman.ru/forum

Обсуждайте статьи и новости, общайтесь!
Приглашаем профессионалов.

РадиоЛоцман.Цены

www.rlocman.ru/price

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



РадиоЛоцман.Соц.Сети

Обновления в привычном формате.



vk.com/rlocman



facebook.com/rlocman



ok.ru/rlocman



twitter.com/rlocman



google.com/+RlocmanRuPlus

И еще многое другое на портале:

РадиоЛоцман. ...

www.rlocman.ru

РАДИОЛОЦМАН

Июль 2018 (86)

Главный редактор:

А. Николаев

Над номером
работали:

В. Колесник
С. Муратчев
А. Николаев
Н. Радунцева
М. Русских
А. Русу

Обложка:

А. Кравчук

Директор:

С. Муратчев

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

rlocman@rlocman.ru

+7 (903) 721-72-14

www.rlocman.ru

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

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

Мнения авторов не всегда отражают точку зрения редакции.

Оформление
бесплатной подписки:
www.rlocman.ru/magazine

Новости

- 4 Fujitsu начала серийное производство микросхем 8-мегабитных FRAM
- 4 Elmos разработала новый контроллер RGB светодиодов для подсветки салона автомобиля
- 5 Analog Devices представила самую совершенную в отрасли микросхему интерфейса биологических и химических датчиков
- 6 Infineon представила новый высокоеффективный контроллер резонансного преобразователя для источников питания и драйверов осветительных приборов
- 7 Интегрированный оптический модуль Analog Devices снизит вероятность ложных срабатываний дымовых извещателей
- 8 Новые MOSFET Nexperia соответствуют требованиям стандарта UL2595
- 9 Toshiba предлагает новый оптрон с аналоговым выходом для автомобильных приложений
- 9 CML Microcircuits предлагает новый аналоговый процессор, поддерживающий стандарты DMR и dPMR
- 10 Alpha and Omega Semiconductor выпустила 25-вольтовый MOSFET новейшего поколения в корпусе XSPairFET
- 11 Дроссели охлаждают модуль 50-амперного преобразователя
- 12 Diodes анонсировала автономный понижающий преобразователь для приложений IoT
- 13 active-semi выпустила набор 30-вольтовых повышающе-понижающих преобразователей, поддерживающих USB-PD 3.0
- 14 Новые прецизионные МЭМС датчики STMicroelectronics будут использоваться в точных автомобильных системах позиционирования и управления
- 15 Diodes выпускает миниатюрный драйвер MOSFET синхронного выпрямителя вторичной стороны для автономных сетевых адаптеров
- 16 Новые 8-разрядные микроконтроллеры tinyAVR расширяют функциональность сенсорных узлов
- 17 Alpha and Omega Semiconductor выпускает ключ защиты входов для USB Type-C PD с блокировкой обратных токов
- 18 Новые драйверы светодиодов Diodes упростят управление маломощными световыми приборами автомобилей
- 19 Цифровые контроллеры DC/DC преобразователей Renesas упростят разработку источников питания
- 20 Самокалирующаяся микросхема Analog Devices упрощает встроенные измерения энергопотребления
- 21 Toshiba выпускает интеллектуальный драйвер затворов мощных MOSFET
- 22 Vishay закончила разработку самых миниатюрных в отрасли светодиодов для автомобильных приложений
- 23 STMicroelectronics выпустила автомобильные цифровые аудио усилители с новыми функциями диагностики
- 24 Toshiba запускает в производство сильноточные фотореле в корпусах DIP4

Статьи

- 26 Закат эпохи закона Мура. Что впереди?
- 30 Как определить размеры магнитопровода дросселя импульсного преобразователя. Часть 1
- 34 Microchip и AWS расширяют сотрудничество для поддержки разработки облачных приложений IoT
- 38 Понимание выходных артефактов импульсных регуляторов напряжения ускоряет проектирование источников питания
- 44 Компании и бренды корпорации Panasonic. Радиоприемная и звуковая техника 1950-1980-х годов. Часть 1

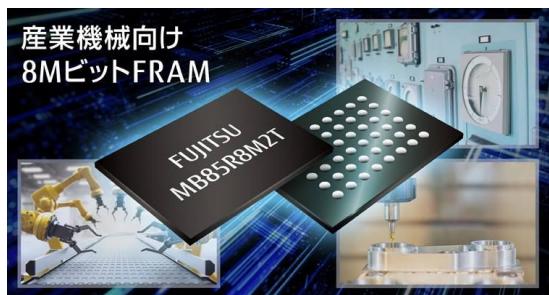
Схемы

- 48 Прецзионный измеритель тока верхнего плеча
- 52 Высокоэффективный сильноточный импульсный преобразователь отрицательного напряжения в отрицательное
- 54 Быстродействующий ШИМ ЦАП без пульсаций
- 58 Инструментальный усилитель улучшает параметры пьезоэлектрического акселерометра
- 62 Источник бесперебойного питания для USB-устройств
- 64 Перестраиваемый генератор sin/cos на двух фильтрах
- 66 Точный аналоговый калькулятор функции косинуса
- 68 Ионистор повышает безопасность велосипедиста
- 70 Недорогой детектор перенапряжения на основе шунтового регулятора

Fujitsu начала серийное производство микросхем 8-мегабитных FRAM

Оптимальное решение для исключения батарей резервного питания ОЗУ из промышленного оборудования

Fujitsu Semiconductor объявила о завершении разработки и начале серийного производства 8-мегабитного сегнетоэлектрического ОЗУ (FRAM) MB85R8M2T – микросхемы с наибольшим объемом памяти в семействе энергонезависимых устройств Fujitsu.



Устройство, работающее в широком диапазоне питающих напряжений от 1.8 В до 3.6 В, оснащено параллельным интерфейсом, совместимым со статическими ОЗУ. MB85R8M2T является наиболее подходящим запоминающим устройством для разработчиков промышленной техники, ищущих

компоненты с большей плотностью, чем существующие FRAM емкостью 4 Мбит, или не желающих устанавливать в схему батарею, необходимую для ОЗУ во время отключения питания.

Замена статических ОЗУ новыми FRAM в различных промышленных приложениях, таких как устройства управления оборудованием и роботами, позволит исключить из схемы батарею резервного питания, сэкономив примерно 90% площади для установки дополнительных элементов памяти.

Основные технические характеристики

- Объем (организация): 8 Мбит (512К × 16);
- Интерфейс: параллельный;
- Диапазон рабочих напряжений: от 1.8 В до 3.6 В;
- Диапазон рабочих температур: от -40 °C до +85 °C;
- Количество циклов чтения/записи: 10 трлн (10^{13});
- Корпус: FBGA, 48 выводов (8 мм × 6 мм).

Elmos разработала новый контроллер RGB светодиодов для подсветки салона автомобиля

С помощью E521.36 можно легко создавать немерцающие приложения

На основе разработанной компанией Elmos микросхемы E521.36 можно создавать различные недорогие, экономичные и компактные RGB светодиодные модули, управляемые по шине LIN. Устройство содержит мощный 16-разрядный микроконтроллер с



32 КБ энергонезависимой памяти и 128 байт EEPROM и приемопередатчик интерфейса LIN, удовлетворяющий требованиям стандарта вплоть до версии 2.2. Для программирования микроконтроллера может использоваться популярная среда разработки IAR. Сетевой адрес устройства может быть фиксированным или назначаться автоматически с использованием функции BSM (Bus Shunt Method – метод шунтирования шины).

Устройство содержит три 40-миллиамперных источника тока и три 16-разрядных ШИМ-генератора с тактовой частотой 48 МГц, обеспечивающих 16-битное цветовое разрешение с частотой обновления 732 Гц. Это позволяет создавать немерцающие приложения, отвечающие всем известным требованиям производителей.

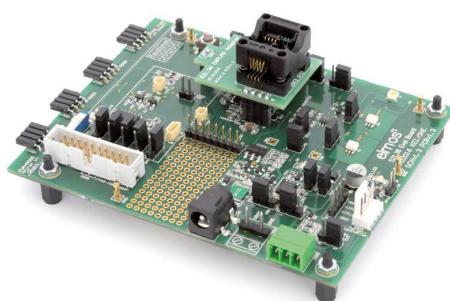
Возможной областью применения E521.36 является управление подсветкой салона автомобиля.

Для управления питанием и температурной компенсации в микросхему интегрирован датчик температуры. Кроме того, как температурный, так и временной дрейф можно эффективно компенсировать, используя дифференциальное измерение напряжения на светодиоде, выполняемое с помощью встроенного АЦП.

Автоадресация – это надежный и хорошо зарекомендовавший себя метод управления приложениями, использующими шину LIN. Для ее реализации и диагностики в E521.36 интегрированы все необходимые программные и аппаратные инструменты. Используемый для автоадресации метод, основанный на включении в разрыв линии пассивных компонентов, обеспечивает отличную отказоустойчивость, например, при «потере земли», и допускает смешанное использование в одной системе как приложений, поддерживающих функции BSM, так и стандартных устройств, не имеющих такой опции. Особенностями метода являются доступность каж-

дого приложения в процессе адресации, а также возможность передачи широковещательных пакетов всем устройствам в любое время. Благодаря простоте реализации программного обеспечения ведомых приложений, ведущий шины может присваивать им адреса, соответствующие их положению нашине. Эта уникальная опция может использоваться даже для распознавания адресов.

Микросхемы E521.36 выпускаются в корпусах SO8EP.



Оценочная плата для E521.36 – RGB контроллер с источником тока, контроллером LIN и 16-разрядным микроконтроллером.

Analog Devices представила самую совершенную в отрасли микросхему интерфейса биологических и химических датчиков

Analog Devices представила новую микросхему интерфейса датчиков, предназначенную для следующего поколения интеллектуальных электромеханических сенсоров. Являясь единственным доступным одно-

криスタльным решением, поддерживающим функции потенциостата и электрохимической импедансной спектроскопии, прецизионный аналоговый микроконтроллер ADuCM355 с интерфейсами биологических и химических сенсоров будет идеальным решением для таких приложений, как промышленный газоанализ, контроль жизненно важных функций организма и борьба с заболеваниями. Устройство имеет самый полный в отрасли набор средств диагностики датчиков, лучшие в своем классе шумовые параметры, самое низкое потребление мощности и наименьшие размеры. По сравнению с традиционными дискретными решениями, ограниченными в возможностях и требующими для достижения аналогичных характеристик нескольких микросхем, новая платформа микроконтроллеров ADI обеспечивает повышенную надежность, максимальную гибкость и существенную экономию средств.



Основные особенности ADuCM355

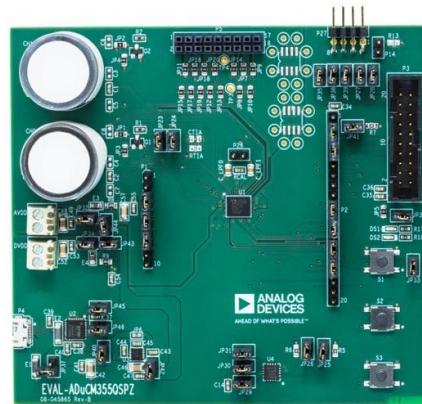
Прецизионный аналоговый микроконтроллер ADuCM355 с ультразвуковым потреблением мощности, основанный на процессорном ядре ARM Cortex M3, разрабатывался специально для управления и измерения в системах с датчиками химических и биологических параметров. Это единственное на сегодня решение, поддерживающее двухэлектродный потенциостат и более трех сенсорных электродов. Из остальных характеристик прибора можно выделить следующие:

- Измерение напряжения, тока и импеданса
- Ультрамаломощные малошумящие двухэлектродные потенциостаты: 8.5 мА, 1.6 мВ с.к.з.;
- Гибкий 16-битный измерительный канал с быстродействием 400 квыб/с;
- Расширенная диагностика датчика;
- Интегрированные аналоговые аппаратные ускорители;

- Процессорное ядро: 26 МГц, 128 КБ Flash, 64 КБ ОЗУ.

Цена и доступность

ADuCM355 выпускаются серийно в 72-выводном корпусе LGA размером 6 мм × 5 мм и в партиях из 1000 приборов продаются по цене \$5.90 за штуку.



Оценочная плата EVAL-ADuCM355QSPZ.

Infineon представила новый высокоеффективный контроллер резонансного преобразователя для источников питания и драйверов осветительных приборов

Эффективные и недорогие микросхемы контроллеров позволяют оптимизировать решения для светодиодного освещения. Infineon Technologies представила микросхему контроллера резонансного преобразователя второго поколения ICL5102, разработанную специально для источников питания и драйверов осветительных приборов. Контроллер предназначен в первую очередь для светодиодных драйверов промышленных и уличных светильников. Микросхема может также использоваться в автономных AC/DC источниках питания и LCD телевизорах.



В корпус DSO-16 микросхемы ICL5102 интегрированы корректор коэффициента мощности (ККМ) и контроллер полумоста. Устройство поддерживает универсальные входные напряжения от 70 В до 325 В переменного тока и широкий диапазон выходных напряжений. Для конфигурирования и поддержки контроллера требуется небольшое количество внешних компонентов. Все параметры устанавливаются резисторами. ICL5102 обеспечивает быстрый запуск примерно за 500 мс при токе нагрузки менее 100 мА. Лучший в отрасли коэффициент мощности превышает 99%, а общие гармонические искажения составляют менее 3.5%. КПД прибора в резонансной топологии достигает 94%. Активный пульсирующий режим снижает мощность, потребляемую в режиме покоя, до значения ниже 300 мВт. Для управления яркостью предусмотрена функция включения/выключения.

Контроллер содержит схему обнаружения провалов напряжения, регулятор уровня нелинейных искажений при легких нагрузках и мощный ККМ. Благодаря высокой точности

измерения напряжения на входной шине для коррекции коэффициента мощности требуется всего четыре вывода микросхемы. Резонансный полумостовой контроллер содержит 650-вольтовый драйвер верхнего плеча с интегрированным бессердечниковым трансформатором, работающий на частоте до 500 кГц и адаптивно меняющий мертвое время от 250 нс до 750 нс. Контроллер защищен от перегрузки, коротких замыканий, пониженных или повышенных напряжений на входе и выходе, а также от перегрева кристалла. Встроенный регулятор блокирует работу схемы в емкостном режиме (аварийном для резонансного преобразователя – ред.). Выход контроллера из всех аварийных режимов происходит автоматически.

Доступность

В настоящее время потребителям доступны единичные образцы новых приборов и оценочная плата REF-ICL5102-U130W-CC. В ближайшее время будет развернуто массовое производство контроллеров.

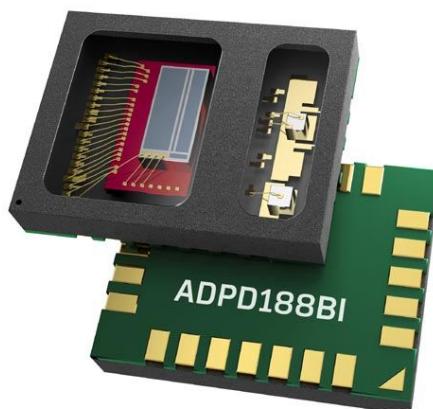


REF-ICL5102-U130W-CC – оценочная плата диммируемого 130-ваттного драйвера светодиодов.

Интегрированный оптический модуль Analog Devices снижает вероятность ложных срабатываний дымовых извещателей

Analog Devices (ADI) выпускает на рынок интегрированный оптический модуль ADPD188BI, в корпусе которого объединены два светодиода, фотодиод и аналоговая схема обработки сигналов. Высокоэффективная входная схема обеспечивает подавление окружающей засветки и снижает потребление мощности, увеличивая срок службы батареи. Два светодиода уменьшают вероятность ложных тревог, часто вызываемых паром и пылью. Ложные тревоги являются основным фактором, побуждающим потребителей снимать или отключать извещатели. Согласно исследованиям Национальной ассоциации противопожарной защиты, почти каждая четвертая (23%) гибель людей в Соединенных Штатах происходит из-

за того, что дымовые извещатели не работали или были отключены.



Модуль ADPD188BI разработан в соответствии с требованиями нового стандарта UL217 и норм пожарной безопасности EN54/14604. Для разделения размеров частиц в конструкции модуля использованы светодиоды двух цветов, увеличивающие способность обнаруживать и классифицировать типы дыма и отсеивать мешающие источники. Решение ADI позволяет использовать обратное рассеяние с меньшим расстоянием между светодиодом и фотодиодом, что дает возможность уменьшить размеры печатной платы и самого извещателя для лучшей архитектурной совместимости с элементами жилого и коммерческого интерьера.

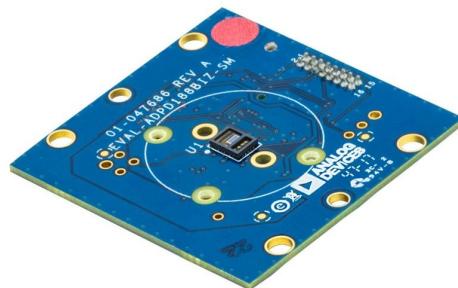


Основные особенности модуля ADPD188BI

- Модуль размером 3.8 мм × 5.0 мм × 0.9 мм с интегрированными оптическими компонентами;
- Синий (470 нм) и инфракрасный (850 нм) светодиоды;
- Два входа внешних датчиков;
- Три 370-миллиамперных драйвера свето-диодов;
- 20-битный аккумулятор вспышек позволяет накопить 20 бит за один период выборки;
- Встроенный аккумулятор выборок обеспечивает одновременное считывание до 27 бит;
- Отношение сигнал/шум, оптимизированное для слабых сигналов;
- Интерфейсы I²C или SPI.

Цена и доступность

Модули ADPD188BI выпускаются серийно в 24-выводных корпусах LGA с размерами 3.8×мм × 5.0 мм и могут быть приобретены по цене \$4.00 за штуку.



Оценочная плата EVAL-ADPD188BIZ-SK.

Новые MOSFET Nexperia соответствуют требованиям стандарта UL2595

Единственные в отрасли устройства, совместимые с посадочным местом корпуса Power-SO8 и отвечающие новым стандартам для оборудования с батарейным питанием

Nexperia объявила о пополнении линейки MOSFET, выпускаемых в корпусах LFPAK56, двумя новыми приборами, с длинами путей утечки по корпусу и выводам, увеличенными для соответствия требованиям стандарта UL2595, регламентирующего характеристики оборудования, питающегося от аккумуляторов с напряжением от 15 В до 32 В. Новые приборы на 100% совместимы с посадочными местами стандартных для отрасли корпусов Power-SO8. До сих пор не существовало компактных транзисторов для поверхностного монтажа, удовлетворяющих стандарту UL2595, который устанавливает минимальные пути утечки по корпусу и выводам между контактами стока и истока, равными 1.5 мм.

В отличие от корпусов Power-SO8, выпускаемых некоторыми конкурентами, где разварка кристаллов традиционно выполняется проволокой, в LFPAK56 используется медный зажим, припаиваемый к поверхности кристалла за одну операцию. Это снижает распределенное сопротивление и обеспечивает превосходные электрические и тепловые характеристики приборов, а также увеличивает их надежность. Новые N-канальные MOSFET



PSMN0R9-30ULD и PSMN1R0-40ULD выпускаются в улучшенных корпусах SOT1023A с длинами путей утечки по корпусу и между выводами, равными 1.5 мм и 1.55 мм, соответственно. Транзистор PSMN0R9-30ULD рассчитан на напряжение 30 В, имеет сопротивление канала 0.87 мОм и способен пропускать ток до 300 А, тогда как для PSMN1R0-40ULD эти параметры равны 40 В, 1.1 мОм и 280 А, соответственно.

PSMN0R9-30ULD и PSMN0R9-40ULD стали частью семейства MOSFET Next-PowerS3, сочетающего низкое сопротивление открытого канала, высокий максимальный ток и расширенную область безопасной работы, и идеально подходящего для управления двигателями в приложениях с батарейным питанием.

Toshiba предлагает новый оптрон с аналоговым выходом для автомобильных приложений

Новое устройство для высокоскоростной связи в электронном оборудовании автомобилей

Компанией Toshiba Electronics Europe запущена в серийное производство новая микросхема оптоизолятора с аналоговым выходом, предназначенная для организации высокоскоростной связи в автомобильных приложениях, прежде всего, в электрических и гибридных транспортных средствах.

Оптоизолятор TLX9309 содержит высокоэффективный GaAlAs светоизлучающий диод, оптически связанный с быстродействующим детектором. Детектор состоит из фотодиода и транзистора, изготовленных на одном кристалле. Интегрированный в кристалл фотодетектора экран Фарадея обеспечивает повышенные уровни устойчивости к синфазным помехам, позволяя устройству в типичном случае выдерживать броски напряжения со скоростью нарастания до 15 кВ/мкс, что является важным параметром для автомобильного оборудования, работающего в условиях сильных помех.

Разделение фотодиода и усилительного транзистора позволило уменьшить емкость коллектора и, соответственно, время задержки распространения, в результате чего быстродействие приборов с открытым коллектором TLX9309 оказалось выше, чем у других оптронов с двухтактными выходами. Фактическое время задержки распространения гарантированно находится в интервале между 0.1 мкс и 1.0 мкс при разнице между временами нарастания и спада, не превыша-

ющей 0.7 мкс, что делает новые оптроны хорошими компонентами для оборудования высокоскоростной связи, систем управления инверторами или интерфейсов интеллектуальных силовых модулей.

Электрическая прочность изоляции составляет 3750 В с.к.з. при длинах путей утечки по выводам и корпусу, равных 5 мм. Устройство может работать при питающих напряжениях от -0.5 В до 30 В, отдавая в нагрузку до 25 мА при выходных напряжениях до 20 В. Коэффициент передачи тока находится в диапазоне от 15% до 300%.



TLX9309 выпускается в 5-выводном корпусе SO6 с размерами 3.7 мм × 7.0 мм × 2.2 мм и рассчитан на работу в диапазоне температур от -40 °C до +125 °C. Оптоизолятор, отвечающий требованиям директивы RoHS и стандарта AEC-Q101, может использоваться в автомобильных приложениях.

CML Microcircuits предлагает новый аналоговый процессор, поддерживающий стандарты DMR и dPMR

CML Microcircuits предлагает новый продукт, разработанный в ее конструкторском центре Sicomm Technologies. Предоставляя потребителям высокоинтегрированное решение для обработки модулирующего сигнала, поддерживающее стандарты DMR и dPMR, микросхема SCT3258TD расширяет присутствие CML на рынке мобильного радио. Как и другие устройства CML аналогичного назначения, SCT3258TD содержит полные

стеки протоколов DMR и dPMR, но отличается от них добавлением нескольких низкоско-



ростных вокодеров, включая AMBE+2 (Digital Voice Systems Inc.) и RALCWI (собственная запатентованная технология CML).

Находясь в цифровом режиме, микросхема может обнаруживать присутствие аналоговых сигналов PMR и автоматически переключать режим работы. Это позволяет радиостанциям, содержащим SCT3258TD, взаимодействовать с устаревшими радиостанциями, предоставляя пользователям возможность плавного перехода от аналоговых к новым цифровым стандартам.

Для того чтобы облегчить процесс разработки, предоставив всестороннюю техническую поддержку, а также аппаратные наборы, которые помогут в оценке продукта, CML плотно работает с производителями радио.

CML China, выступающий под брендом Sicomm Communication Technologies, являет-



Оценочный набор SCT3258 HDK.

ся профессиональным центром разработки микросхем, расположенным в Уси и Шанхае, Китай. Sicomm специализируется на разработке самых передовых микросхем, ориентированных на массовое производство высокointегрированных недорогих решений для цифровой радиотелефонной связи.

SCT3258TD уже можно приобрести у CML Microcircuits или у авторизованных дистрибуторов компании.

Alpha and Omega Semiconductor выпустила 25-вольтовый MOSFET нового поколения в корпусе XSPairFET

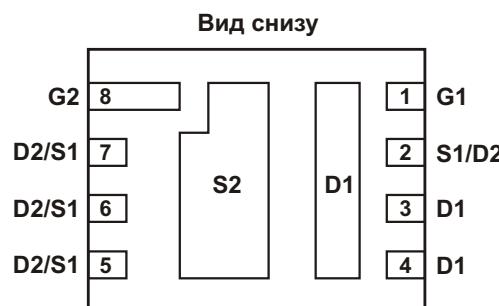
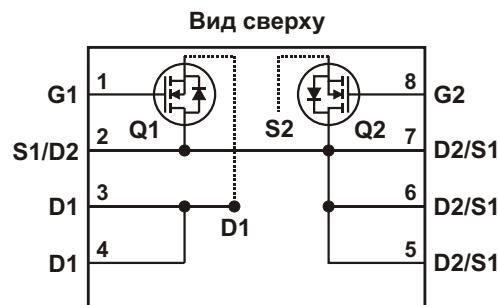
Изготовленные с использованием новейшей технологии транзисторы устанавливают новый отраслевой стандарт для приложений с высокой плотностью мощности

Alpha and Omega Semiconductor выпустила новую транзисторную сборку AONX38168 из двух 25-вольтовых N-канальных MOSFET. В безвыводном корпусе XSPairFET размером 5 мм × 6 мм содержатся транзисторы нижнего и верхнего плеча, идеально подходящие для использования в синхронных DC/DC преобразователях.



Применяемая при изготовлении AONX38168 новейшая технология монтажа истока на теплоотводящую поверхность корпуса благодаря меньшей паразитной индуктивности существенно снижает «звон» коммутацион-

ного узла. По сравнению с существующими решениями новое устройство обеспечивает более высокую плотность мощности и хоро-



Подключение транзисторов к контактам корпуса.

шо подходит для рынков серверного и телекоммуникационного оборудования. Являясь новейшим прибором в семействе XSPairFET, AONX38168 имеет самое низкое в отрасли сопротивление канала и наилучший фактор качества (произведение сопротивления открытого канала на заряд затвора). Подключение истока MOSFET нижнего плеча к теплоотводящему основанию корпуса улучшает

тепловые характеристики прибора, упрощает разводку печатной платы и снижает уровень излучаемых помех.

Цена и доступность

AONX38168 могут поставляться в промышленных объемах через 12-14 недель после подтверждения заказа. Цена одной микросхемы в париях из 1000 штук составляет \$1.7.

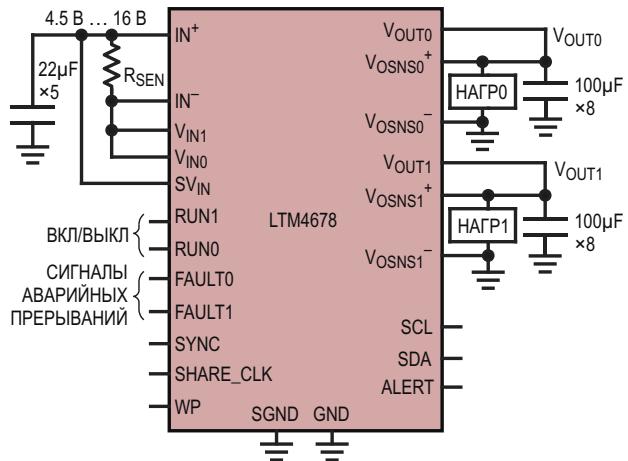
Основные характеристики AONX38168

Обозначение	Корпус	V_{DS} (В)	V_{GS} (±В)	$R_{DS(ON)}$ (мОм, макс) при $V_{GS} =$		C_{ISS} (пФ)	C_{OSS} (пФ)	C_{RSS} (пФ)	
				10 В	4.5 В				
AONX38168	DFN 5×6	Верхнее плечо (Q1)	25	12	3.3	5	1150	460	40
		Нижнее плечо (Q2)	25	12	0.8	1.05	4520	1270	170

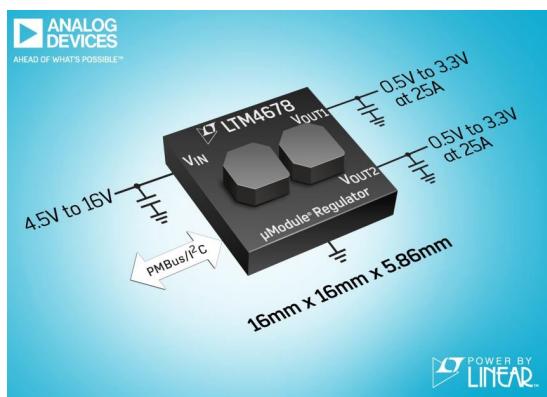
Дроссели охлаждают модуль 50-амперного преобразователя

Analog Devices анонсировала выпуск понижающего регулятора с цифровым интерфейсом Power by Linear LTM4678 семейства μModule, который может использоваться как два 25-амперных преобразователя или один 50-амперный. Благодаря размещению открытых дросселей на верхней поверхности корпуса BGA, LTM4678 использует их как радиаторы, отводящие тепло от внутренних элементов модуля. Встроенные EEPROM и интерфейс PMBus I²C позволяют потребителю измерять, изменять и регистрировать основные параметры работы устройства, такие как напряжение, ток нагрузки, температура и последовательность включения. Для питания процессоров, ПЛИС и специализированных микросхем возможно распределение между несколькими модулями суммарного тока до 250 А. Сфера применения LTM4678 включает платы PCIe, устройства коммуника-

ционной инфраструктуры, облачные вычисления, оптическое и медицинское оборудование, а также промышленные и контрольно-измерительные системы.



Два 25-амперных регулятора с цифровым интерфейсом для управления и контроля.



Модуль LTM4678 выпускается в корпусе BGA с размерами 16 мм × 16 мм × 5.86 мм, содержащем контроллер DC/DC преобразователя, EEPROM, мощные полевые транзисторы и компоненты поддержки. Точность стабилизации выходного напряжения ±0.5% гарантируется во всем диапазоне входных напряжений, токов нагрузки и температур (-40 °C...125 °C).

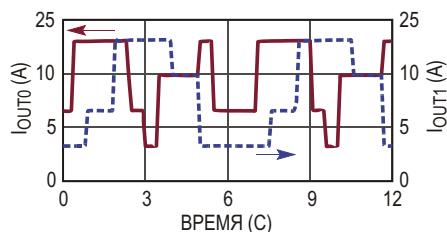


Диаграмма считываемого тока при изменении нагрузки.

Входное напряжение в диапазоне от 4.5 В до 16 В LTM4678 преобразует в два выходных напряжения, значения которых от 0.5 В до 3.3 В программируются через интерфейс PMBus. При входном напряжении 12 В, выходном напряжении 0.9 В и токе нагрузки 50 А пиковый КПД модуля достигает 90%. Максимальный выходной ток при тех же входных и выходных напряжениях, температуре окружающей среды 70 °C и охлаждении воздушным потоком со скоростью 200 футов в минуту составляет 40 А. В чувствительных к помехам приложениях частота переключения 350 кГц ... 1 МГц может быть синхронизирована с внешним генератором, работающим в том же частотном диапазоне.

Высокая плотность мощности и масштабируемость LTM4678 делают модуль идеальным устройством для плотно заполненных системных плат, питающих современные низковольтные цифровые устройства с большим потреблением тока.

Сводка основных характеристик LTM4678

- Цифровой интерфейс PMBus для управления, сбора телеметрии и контроля рабочих параметров;

- Два канала по 25 А или один канал 50 А с возможностью параллельного наращивания до 250 А;
- Широкий диапазон входных напряжений: от 4.5 В до 16 В;
- Диапазон выходных напряжений: от 0.5 В до 3.3 В;
- Точность стабилизации выходного напряжения: ±0.5%;
- Точность считывания величины тока нагрузки: ±5%;
- Встроенное EEPROM;
- Корпус BGA со сниженным тепловым сопротивлением с размерами 16 мм × 16 мм × 5.86 мм.

Цена и доступность

Модули LTM4678 выпускаются серийно и доступны для приобретения по цене от \$47.48 за штуку.

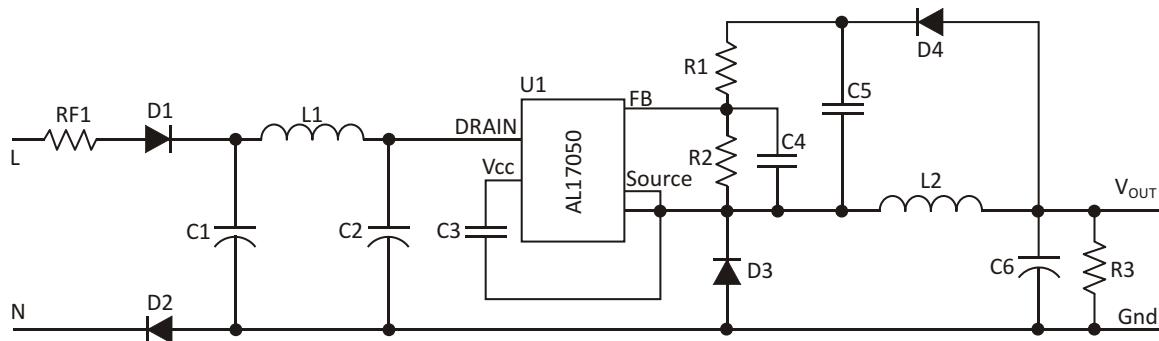


Демонстрационный модуль 2552A – два 25-амперных или один 50-амперный регулятор с цифровым управлением.

Diodes анонсировала автономный понижающий преобразователь для приложений IoT

Компания Diodes анонсировала выпуск универсального автономного понижающего преобразователя AL17050 для маломощных приложений Интернета вещей (IoT). Благодаря широкому диапазону входных напряжений и интегрированному MOSFET, прибор предоставляет возможность создания компактных и эффективных решений для маломощных приложений со строгими ограничениями в отношении мощности, потребляемой в дежурном режиме.





Типовая схема включения AL17050.

AL17050 рассчитан на входное напряжение переменного тока от 85 В до 265 В, что позволяет использовать его в странах с любыми стандартами сетевого напряжения. Внутренний 500-вольтовый MOSFET, оптимизированный для маломощных приложений, обеспечивает статический ток потребления устройства не более 100 мкА. Кроме того, устройство способно самостоятельно настраиваться на легкие нагрузки, поддерживая высокий уровень общего КПД во всех режимах работы.

Неизолированная конструкция минимизирует число компонентов в таких приложениях IoT, как умные бытовые приборы и датчики, а также интеллектуальные системы освещения. AL17050 стабилизирует выходное напряжение 3.3 В или 5 В при токе нагрузки до 60 мА, что идеально подходит для устройств, основанных на маломощных микроконтроллерах с интегрированными возможностями подключения к таким сетям, как Bluetooth LE или Zigbee.

Используя AL17050, производители смогут разрабатывать приложения IoT, получающие питание непосредственно от сети переменного тока, но при этом обеспечивающие отличную энергоэффективность. В связи со стремительным ростом количества устройств IoT, которое, как ожидается, в ближайшие несколько лет достигнет многих миллиардов, основным критерием сегодня является КПД эффективности использования энергии. Помимо отличного качества стабилизации и высокого КПД мощности, AL17050 отличается наличием средств защиты от перегрева, перегрузки, короткого замыкания выхода и обрыва цепи обратной связи. Микросхема выпускается в корпусе SOT25 и в конфигурации понижающего преобразователя требует очень небольшого количества внешних компонентов, а потому хорошо подходит для миниатюрных устройств с ограниченным объемом монтажного пространства.

active-semi выпустила набор 30-вольтовых повышающе-понижающих преобразователей, поддерживающих USB-PD 3.0

active-semi выпустила свои первые повышающе-понижающие преобразователи, программируемые по интерфейсу I²C:

- ACT5101 – с регулируемым выходным напряжением;
- ACT5102 – с фиксированным выходным напряжением;
- ACT2861 – зарядное устройство, совместимое со стандартом JEITA.

ACT2861, ACT5101 и ACT5102 позволяют создавать высокоэффективные компактные решения с минимальным числом внешних компонентов. Благодаря широкому диапазо-

ну входных напряжений от 4 В до 29 В, они идеально подходят для приложений, питающихся от аккумуляторов с количеством элементов от 2 до 5, а также для 12- и 24-вольтовых промышленных систем.



Дополнительная оптимизация ACT2861, необходимая для использования прибора в приложениях, чувствительных к потребляемому току, например, питающихся от батарей, позволила уменьшить входной ток в режимах транспортировки, отключения и ожидания. Все три новых прибора поддерживают спецификации быстрой зарядки QC2.0/3.0/4.0 для USB PD OTG, а также функции PPS (Programmable Power Supply – программируемый источник питания) и AFC (Adaptive Fast Charging – адаптивная быстрая зарядка).

Благодаря усовершенствованному алгоритму управления и внутренней гибкости, ACT2861, ACT5101 и ACT5102 позволяют создавать компактные решения с минимальным количеством внешних компонентов. Преобразователи обеспечивают плавное переключение между режимами повышения и понижения без выходных выбросов и субгармонических возмущений.

ACT2861, ACT5101 и ACT5102 позволяют управлять системой через интерфейс I²C, а встроенный АЦП может использоваться для получения информации о входных и выходных напряжениях и токах, температуре кри-

сталла и батареи и общем состоянии входа. В паре с микроконтроллером ACT2861 можно легко конфигурировать для зарядки многоэлементных аккумуляторов от различных источников питания. Во все приборы интегрированы 100-миллиамперные LDO стабилизаторы, использование которых для питания микроконтроллера и периферийных цепей системы дополнительно сокращает количество компонентов в приложении.

Преобразователи ACT2861, ACT5101 и ACT5102 выпускаются в 32-выводных корпусах QFN с размерами 4 мм × 4 мм.



Оценочный набор ACT2861EVK1-201 EVK.

Новые прецизионные МЭМС датчики STMicroelectronics будут использоваться в точных автомобильных системах позиционирования и управления

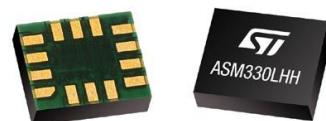
- Новейший инерциальный датчик обеспечивает возможность высокоточного счисления для средств автомобильной навигации, телематики и высокоавтоматизированных систем автономного вождения.
- 3-осевой акселерометр и 3-осевой гироскоп, интегрированные на одном кристалле, выпускаются на запатентованной технологической платформе компании STMicroelectronics.

STMicroelectronics (ST) представила 6-осевой инерциальный датчик ASM330LHH сверхвысокого разрешения для современных навигационных систем автомобилей и телематических приложений.

Отвечая требованиям непрерывного и точного определения местоположения транспортных средств, необходимого для работы автоматизированных служб, ASM330LHH позволяет использовать усовершенствованные алгоритмы счисления для точного расчета координат, основанного на данных датчика в ситуациях, когда сигналы спутника заблоки-

рованы. Такое часто происходит в условиях плотной городской застройки, в туннелях,

Precision automotive IMUs assure accurate tracking in all conditions



крытых дорогах, на подземных парковках или в густых лесах. Современная, малошумящая, термостабильная конструкция датчика обеспечит высокую надежность таких телематических сервисов, как электронные системы сбора платежей, дистанционная диагностика и системы автоматического вызова экстренных служб. Высокоточные инерциальные данные, получаемые от шести осей, могут также использоваться системами автоматического вождения.

ST полностью владеет всем процессом производства ASM330LHH, как и других МЭМС датчиков – от проектирования, изготовления пластин, корпусирования, испытаний и калибровки до поставки потребителям.

Инженерные образцы будут доступны для апробирования в третьем квартале 2018 года, а массовое производство начнется в последнем квартале года. Цены, установленные для партий из 1000 приборов, начинаются от \$5.00 за штуку.

Дополнительные технические характеристики ASM330LHH

- Расширенный до 105 °C температурный диапазон дает инженерам дополнительную свободу размещения датчиков в горячих областях, таких как интеллектуальные антенны на крышах автомобилей или устройства, расположенные вблизи моторного отсека;

- Сверхнизкий уровень шума позволяет добиться лучшего разрешения измерений, минимизируя накапливаемые ошибки, когда позиционирование зависит только от датчиков;
- Высокая линейность и встроенные схемы температурной коррекции исключают какую-либо необходимость использования внешних алгоритмов компенсации во всем диапазоне рабочих режимов;
- Самая низкая в своем классе рассеиваемая мощность и возможность управления расходом энергии для оптимизации потребления в системах с батарейным питанием;
- Отвечает жестким требованиям автомобильного стандарта AEC-Q100;
- Сигналы обоих датчиков объединяются в сигнальную цепь на одном кристалле, изготовленном по технологии HCMOS9A с проектными нормами 130 нм;
- Имеются базовые проекты, а также модули спутниковой навигации Teseo компании ST с соответствующим программным обеспечением. Включенный в чипсет приемника ГНСС Teseo III алгоритм счисления уже поддерживает ASM330LHH, генерируя высокоточные данные, пригодные для автономной навигации;
- Крошечный низкопрофильный корпус LGA с габаритами 3 мм × 2.5 мм × 0.83 мм минимально влияет на размеры любого бортового модуля.

Diodes выпускает миниатюрный драйвер MOSFET синхронного выпрямителя вторичной стороны для автономных сетевых адаптеров

Компания Diodes выпустила новый драйвер MOSFET синхронного выпрямителя вто-



ричной стороны. Микросхема APR346 обеспечит повышенный КПД автономных сетевых адаптеров, преобразующих напряжение переменного тока в постоянное напряжение 5 В ... 20 В.

APR346 поддерживает работу в режимах непрерывной или прерывистой проводимости, а также в квазирезонансном режиме. Синхронное выпрямление обеспечивает намного лучшие характеристики и более высокий КПД, чем диодное выпрямление напряжения вторичной стороны. Большинство изотовителей адаптеров питания сегодня отдает предпочтение схемам син-

хронного выпрямления, которые, как ожидается, станут основой источников питания ноутбуков, мобильных телефонов и ряда других портативных устройств, во многих из которых будут использоваться разъемы USB Type-C с поддержкой PD (Power Delivery).

Для APR346 нужно очень мало дополнительных внешних компонентов, а работа с внешним MOSFET обеспечивает максимальную свободу выбора конструктивных реше-

ний. Благодаря малым временам включения и выключения (типовыe значения 70 нс и 100 нс, соответственно) и прямому измерению напряжения сток-исток внешнего MOSFET, достигаются высокие значения КПД. Внутренний ограничитель минимального времени включения (типовое значение 1.6 мкс) эффективно подавляет звон на стоке MOSFET, поддерживая эффективную работу в то время, когда через его канал начинает протекать ток нагрузки.

Новые 8-разрядные микроконтроллеры tinyAVR расширяют функциональность сенсорных узлов

Семейство tinyAVR компании Microchip пополнилось новыми приборами ATtiny3217 и ATtiny3216 с наибольшим в серии объемом памяти

Благодаря своей дешевизне и простоте использования, микроконтроллеры AVR уже давно применяются при создании высокоэффективных сенсорных узлов. Для добавления новых функциональных возможностей и повышения чувствительности таких приложений, Microchip расширила свое семейство микроконтроллеров tinyAVR, включив в него два устройства с усовершенствованной аналоговой периферией и максимальным объемом памяти. Устройства, предназначенные для работы в тяжелых условиях эксплуатации, содержат встроенные элементы функциональной безопасности, помогающие разработчикам создавать надежные и защищенные системы.



ATtiny3217 и ATtiny3216, идеальные для приложений узловых датчиков, включая емкостные сенсорные интерфейсы, отличаются наличием двух АЦП, позволяющих системам поддерживать сенсорное управление

одновременно с выполнением других аналоговых измерений. Один АЦП может использоваться с Контроллером сенсорной периферии (PTC) для выборки сигналов касания, в то время как другой – следить за входами, обслуживающими, например, термисторы и датчики давления, или же для большей скорости выборки оба АЦП могут работать с сенсорными интерфейсами различных типов.

Дополнительные преимущества микроконтроллеров ATtiny3217 и ATtiny3216

- Улучшенные характеристики реального времени и повышенная точность:

Сдвоенный АЦП может использоваться для синхронной выборки аналоговых сигналов, таких, например, как ток и напряжение, улучшая характеристики реального времени и точность системы. Кроме того, аппаратная поддержка системных событий, позволяющая выполнять обмен между периферийными устройствами без привлечения центрального процессора, снижает задержки и сокращает время реакции.

- Высокая надежность:

Защитные функции обоих устройств позволяют разработчикам обнаруживать флюктуации или провалы питающего напряжения и принимать соответствующие меры, используя схему сброса по включению питания, программируемый детектор провалов напряжения, монитор питания и оконный сторожевой таймер.

- Повышенная помехозащищенность и расширенная функциональность:

Устройства работают при напряжении питания и температуре окружающей среды до 125 °С.

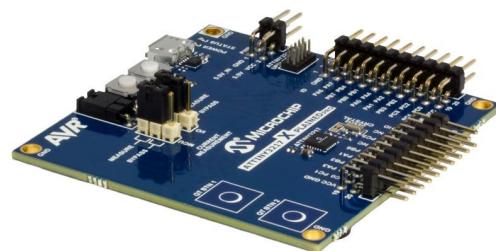
- Дополнительная память для программного кода:

32 КБ флеш-памяти дают разработчикам достаточный запас места для размещения кода приложения при сохранении минимальных физических размеров.

ATtiny3217 и ATtiny3216 являются самыми последними приборами в выпускаемом Microchip семействе микроконтроллеров tinyAVR, включая ATtiny1617 и ATtiny817 – миниатюрные устройства, оптимизированные для максимальной энергоэффективности и простоты использования.

Средства разработки

Все микроконтроллеры серии tinyAVR поддерживаются интегрированной средой разработки Atmel Studio 7 и графическим конфигуратором кода Atmel START. Для изучения возможностей новых приборов выпускается оценочный набор ATtiny3217 Xplained Pro.



Оценочный набор ATtiny3217 Xplained Pro.

Цены и доступность

В настоящее время потребителям доступны как единичные образцы, так и промышленные партии микросхем ATtiny3217 и ATtiny3216. Цена одного прибора при покупке лотами по 10,000 штук составит \$0.68. Оценочный набор ATtiny3217 Xplained Pro (ATTINY3217-XPRO) можно приобрести за \$38.

Дополнительную информацию можно получить в офисах продаж Microchip или у авторизованных дистрибуторов компании, а также на веб-сайте Microchip. Там же можно приобрести микросхемы, упомянутые в этом пресс-релизе.

Alpha and Omega Semiconductor выпускает ключ защиты входов для USB Type-C PD с блокировкой обратных токов

Интеллектуальный ключ с лучшими в отрасли характеристиками обеспечивает защиту портов Type-C PD от напряжений до 28 В

Alpha and Omega Semiconductor (AOS) анонсировала выпуск нового переключателя защиты входов для приложений USB Type-C Power Delivery, рассчитанного на входные напряжения до 28 В. Интеллектуальный выключатель AOZ1376 с полной блокировкой обратного тока предназначен для устройств,

внутренние схемы которых нуждаются в защите от воздействия высоких напряжений. Новое устройство поставляется в корпусе DFN размером 3 мм × 3 мм со сниженным тепловым сопротивлением. Новые технологии AOS позволили объединить на одном кристалле надежные средства защиты и MOSFET последнего поколения с широкой областью безопасной работы и сопротивлениями открытых каналов 20 мОм. AOZ1376 является идеальным решением для новейших ноутбуков, ультрабуков, USB ключей и док-станций с портами Thunderbolt и USB Type-C PD.

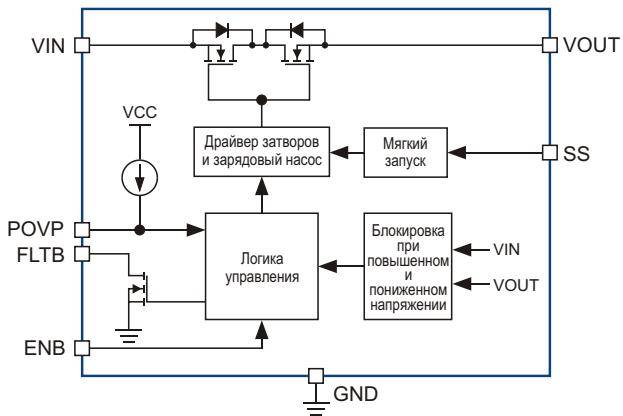
Как правило, устройства с питанием от USB Type-C защищены от обратных токов с помощью схем, в которых используются два дискретных встречно включенных MOSFET, а также резисторы и конденсаторы, однако такие схемы не программируются и не могут



выполнять защитные функции. Лишенная этих недостатков AOZ1376 позволит уменьшить количество компонентов и площадь печатной платы, гарантируя при этом надежную защиту конечным продуктам, использующим USB Type-C PD.

Основные технические характеристики

AOZ1376 работает при входных напряжениях от 3.4 В до 22 В. Предельно допустимые значения входных и выходных напряжений равны 28 В. Встречная конфигурация ключей блокирует любой ток, идущий между входом и выходом при выключенном устройстве, или когда устройство включено, но выходное напряжение превышает входное. AOZ1376 содержит схему программируемого мягкого запуска и полный набор функций, защищающих устройство от коротких замыканий, перегрева, переполюсовки и повышенных напряжений. Порог срабатывания защиты от повышенного напряжения устанавливается внешним резистором. Внутренняя схема мягкого запуска ограничивает броски тока, обусловленные большой емкостной нагрузкой. Скорость нарастания



Функциональная схема AOZ1376.

выходного напряжения может регулироваться с помощью внешнего конденсатора. Вход и выход устройства выдерживают разряды статического электричества до ± 8 кВ, а остальные выводы – до ± 4 кВ.

Цена и доступность

AOZ1376 доступны для заказа в промышленных объемах со сроком поставки 12 недель. Цена одной микросхемы в партии из 1000 приборов составляет \$2.25.

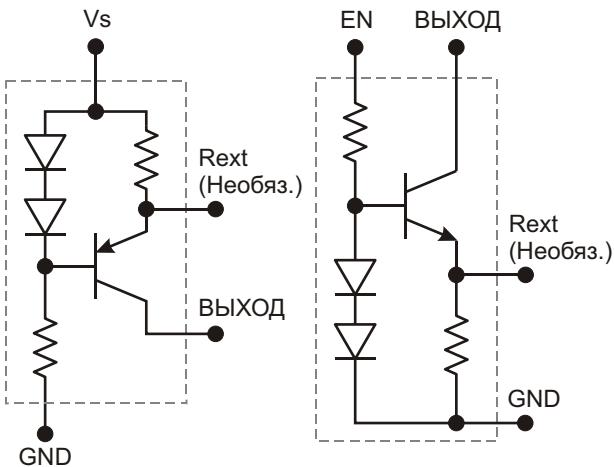
Новые драйверы светодиодов Diodes упростят управление маломощными световыми приборами автомобилей

Компания Diodes расширила свое семейство автомобильных драйверов светодиодов приборами серии BCR4xxUQ, которые упростят управление маломощными световыми приборами. Светодиодные технологии вытесняют традиционные лампочки из светотехнического оборудования автомобилей – от внешнего, такого как габаритные огни и подсветка порогов, до внутреннего, включая приборные панели, перчаточные ящики и подсветку кнопок. Разработанные с учетом

нужд именно таких приложений, приборы серии BCR4xxUQ обеспечат простые, низкопрофильные и гибкие решения для управления маломощными светодиодами.

Каждое из устройств серии BCR4xxUQ без использования каких-либо внешних компонентов может отдавать в нагрузку фиксированный постоянный ток, или устанавливаемый внешним резистором регулируемый ток от 10 мА до 100 мА (BCR401UQ, BCR402UQ и BCR405UQ), 200 мА (BCR420UQ) или 350 мА (BCR421UQ), стабилизированный с точностью $\pm 10\%$. Все устройства серии выпускаются в стандартных для отрасли корпусах SOT26 и низкопрофильных корпусах DFN2020. Корпус DFN2020, имеющий высоту 0.6 мм, предназначен для периферийной подсветки салона, где требуются более тонкие конструкции светильников. Все приборы имеют отрицательный температурный коэффициент, который снижает ток драйвера по мере роста внутренней температуры, тем самым, защищая драйвер и продлевая срок





Внутренние схемы драйверов: BCR401, BCR402, BCR405 (слева); BCR420, BCR421 (справа).

службы светодиодов. Кроме того, используемая линейная топология драйверов означает, что устройства практически не излучают электромагнитных помех.

Благодаря широкому диапазону входных напряжений от 1.4 до 40 В и полной рассеиваемой мощности до 1.7 Вт, устройства могут использоваться для управления длинными цепочками светодиодов, обеспечивая при этом надежную защиту от бросков напряжения в 12-вольтовых автомобильных системах питания. BCR421UQ отличается возможностью ШИМ регулирования яркости путем прямого управления сигналом микроконтроллера с уровнем 3.3 В, частотой до 25 кГц и минимальным коэффициентом заполнения 1%.

Цифровые контроллеры DC/DC преобразователей Renesas упростят разработку источников питания

Контроллеры ISL68300 и ISL68301 с богатыми функциональными возможностями обеспечивают ПЛИС, цифровые процессоры, специализированные микросхемы и сетевые процессоры током до 240 А

Renesas Electronics анонсировала выпуск двух новых полностью цифровых контроллеров одноканальных DC/DC преобразователей, совместимых с PMBus, предназначенных для питания ПЛИС, цифровых процессоров, специализированных микросхем и сетевых процессоров в точке подключения нагрузки и организации системных шин общего назначения. ISL68300 с интегрированными драйверами MOSFET и ISL68301 с выходом ШИМ упрощают разработку источников питания для центров обработки данных, оборудования проводной и беспроводной связи и средств промышленной автоматизации. Для создания законченных регуляторов напряжения непосредственно к выводам ISL68300 нужно подключить внешние MOSFET, в то время как ISL68301 необходимо дополнить интеллектуальными силовыми каскадами или каскадами DrMOS, также выпускаемыми Renesas.

Цифровые контроллеры ISL68300 и ISL68301 поддерживают высокоскоростную шину распределения токов, позволяющую параллельно объединять до восьми контроллеров с различными фазами тактовой синхронизации и суммарным током более 240 А. В обоих контроллерах реализована запатентованная Renesas технология модуляции



ChargeMode, реагирующая на переходные процессы в нагрузке в течение одного цикла синхронизации и обеспечивающая устойчивость контура регулирования без внешних элементов коррекции. Эта архитектура модуляции значительно снижает требования к выходному конденсатору и минимизирует провалы и выбросы выходного напряжения.

Инженеры, работающие с ISL68300 и ISL68301, могут воспользоваться графическим интерфейсом пользователя PowerNavigator, который упростит им настройку, управление последовательностью, конфигурирование и контроль, включающий все параметры устройства и данные телеметрии. Полное конструирование схемы можно завершить за несколько минут, а графический интерфейс и шина PMBus позволят легко управлять всем

устройством и изменять его функции без пайки компонентов или доработки схемы.

Основные особенности цифровых контроллеров ISL68300 и ISL68301

- Возможность параллельной работы до восьми контроллеров на один выход;
- Диапазон выходных напряжений: от 0.45 В до 5.5 В;
- Диапазон входных напряжений: от 4.75 В до 16 В или от 4.5 В до 5.5 В;
- Точность стабилизации выходного напряжения 0.5% во всех диапазонах изменения входных напряжений, токов нагрузки и температур;
- Частота переключения: от 200 кГц до 1.0 МГц;
- Собственная однопроводная последовательная шина Digital-DC (DDC) для управления последовательностью включения источников и передачи информации об ошибках другим цифровым силовым микросхемам Renesas;
- Поцикловое ограничение пикового тока дросселя;
- Конфигурируемые цепи защиты от повышенного и пониженного входного и выходного напряжения, а также от перегрева;
- Энергонезависимая память для хранения рабочих параметров и телеметрической информации.

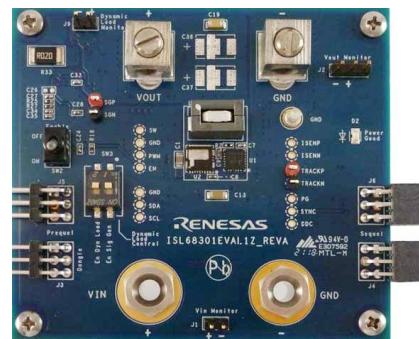
В типичном источнике питания системы на ПЛИС контроллеры ISL68300 и ISL68301 обеспечат выходные токи от 10 А до 40 А и более для питания вспомогательных шин,

памяти DDR и системных устройств. Для питания ядер рекомендуется использовать цифровые многофазные контроллеры Renesas в комплекте с интеллектуальными силовыми каскадами, два выхода которых способны отдавать в нагрузку токи от 15 А до 70 А.

Цены и доступность

ISL68300 с интегрированными драйверами, оптимизированный для работы с дискретными MOSFET, выпускается серийно в 24-выводном корпусе QFN размером 4 мм × 4 мм и в партиях из 1000 приборов продается по цене 2.60 за штуку. За \$125 можно приобрести оценочные платы однофазного или двухфазного преобразователей на основе ISL68300.

ISL68301 с выходом ШИМ для управления интеллектуальными силовыми каскадами ISL99227B или DrMOS выпускается в таком же корпусе и продается по цене \$2.26 за штуку. Оценочные платы для ISL68301 стоят \$125 за одну штуку.



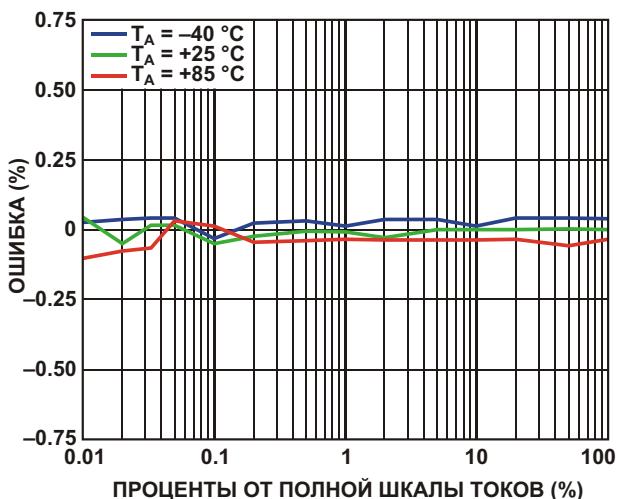
Оценочная плата ISL68301EVAL1Z.

Самокалибрующаяся микросхема Analog Devices упрощает встроенные измерения энергопотребления

Analog Devices представила микросхему с функцией автокалибровки, предназначенную для приложений однофазных измерений



расхода энергии. В новом приборе ADE9153A используется технология *mSure*, автоматически калибрующая измерительную систему и значительно сокращающая время и трудоемкость калибровки, а также стоимость необходимого оборудования. Являясь единственной на рынке самокалибрующейся микросхемой измерителя энергии, ADE9153A позволяет разработчикам систем интеллектуального освещения, data-центров, зарядных станций для электротранспорта и промышленных приложений легко добавлять в свои устройства функцию высокоточного измерения



Зависимость общей ошибки активной энергии от величины измеряемого тока.

энергопотребления. Традиционным микросхемам измерения энергии требуется калибровка с использованием дорогостоящих внешних источников опорного напряжения и тока. В отличие от них, в ADE9153A используется технология калибровки *tSure*, основанная на прямом постоянном контроле точности каждого элемента измерительной цепочки. Устройства, в которых используются ADE9153A, могут самокалиброваться уже на этапе изготовления, не требуя создания, обслуживания и эксплуатации высокоточных калибровочных установок на производственном участке.

ADE9153A соответствует стандартам, устанавливающим требования к однофазным счетчикам активной энергии, включая IEC 62053-21, IEC 62053-22, EN50470-3, OIML R46 и ANSI C12.20. Кроме того, поддерживаются стандарты измерения реактивной энергии IEC 62053-23 и IEC 62053-24. ADE9153A также выполняет функции, необходимые для оценки качества энергии, такие как детектирование перехода через ноль, вычисление периода сетевого напряжения,

измерения углов, фиксация спада и роста энергопотребления, детектирование пиковых и перегрузочных режимов и измерения коэффициента мощности.

Основные характеристики ADE9153A

- Быстрая автоматическая калибровка, основанная на прямом контроле всех элементов, участвующих в измерениях сигнала;
- Не требуются внешние опорные источники тока и напряжения;
- Поддерживает классы 0.5 и 1 точности измерения электрической энергии;
- Три высококачественных АЦП с отношением сигнал/шум 88 дБ и токовый канал с большим коэффициентом усиления;
- Расширенные метрологические функции: Вт, вар, В А, Вт ч, вар ч и В А ч.

Цены и доступность

Микросхемы ADE9153A выпускаются серийно в 32-выводных корпусах LFCSP с размерами 5 мм × 5 мм × 0.75 мм и в партиях из 1000 приборов продаются по цене \$2.97 за штуку. Кроме того, за \$110.00 можно приобрести оценочную плату измерителя энергии ADE9153EVK.



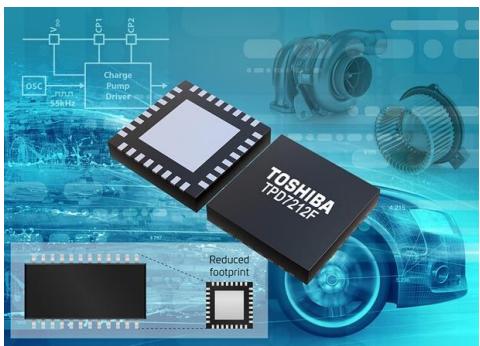
ADE9153EVK – оценочный набор измерителя энергии на основе микросхемы ADE9153B и технологии *tSure*.

Toshiba выпускает интеллектуальный драйвер затворов мощных MOSFET

Новое устройство значительно уменьшит размеры приложений управления автомобильными трехфазными бесщеточными двигателями

Toshiba Electronics Europe объявила о выпуске очередного интеллектуального силового устройства (Intelligent Power Device, IPD) – нового компактного драйвера затворов мощ-

ных MOSFET для автомобильных трехфазных бесщеточных двигателей. Устройство предназначено для использования в автомобильных приложениях управления электро-



двигателями, таких как 12-вольтовые электроусилители руля, масляные и водяные насосы, двигатели вентиляторов и электрические турбокомпрессоры.

Выпускаемые Toshiba продукты IPD обеспечивают защиту мощных ключей верхнего и нижнего плеча, что особенно важно для автомобильных приложений. Как правило, они защищают от короткого замыкания или обрыва нагрузки, от замыкания выхода на источник питания, а также от нештатных режимов блоков управления, таких, например, как перегрев. IPD могут напрямую принимать сигналы управления от микроконтроллера, а также отправлять ему диагностическую информацию. IPD сокращают количество необходимых компонентов и повышают надежность электронных блоков управления автомобилей.

Новый драйвер TPD7212F основан на разработанном Toshiba технологическом процессе BiCD с проектными нормами 0.13 мкм, позволяющим объединять на одном кристалле аналоговые схемы, логику и мощные полевые транзисторы, и тем самым уменьшить размеры и энергопотребление автомобильных систем.

Устройство может управлять затворами приводов трехфазных бесщеточных двигателей при напряжении питания от +4.5 В до +18.0 В, отдавая в нагрузку втекающий или вытекающий ток 1.0 А или 1.5 А, соответственно. Встроенный зарядовый насос упрощает проектирование трехфазных полномостовых схем. Драйвер защищен от замыкания источника питания, замыкания выхода на землю и повышенного напряжения. Встроенные средства диагностики обеспечивают обратную связь с системой, сообщая о замыканиях шины питания, замыканиях на землю и об аномальных напряжениях питания драйвера.

Драйверы выпускаются в корпусах WQFN32, имеющих размеры всего 5.0 мм × 5.0 мм, площадь которых на 75% меньше, чем у предшествующих приборов. Микросхемы полностью отвечают всем требованиям стандарта AEC-Q100 и могут работать в диапазоне температур от -40 °C до +150 °C.

Массовое производство приборов начнется в августе 2018 года.

Vishay закончила разработку самых миниатюрных в отрасли светодиодов для автомобильных приложений

Приборы в стандартных корпусах PLCC-2 и сверхкомпактных MiniLED с силой света до 1400 мкд соответствуют требованиям стандарта AEC-Q101

Vishay Intertechnology готовится к серийному производству двух новых серий мощных светодиодов для автомобильной промышленности в стандартных SMD корпусах



PLCC-2 и сверхкомпактных корпусах MiniLED. Используя новейшую AlInGaP технологию при изготовлении самых миниатюрных в отрасли кристаллов, подразделение Vishay Semiconductors создало светодиоды высокой яркости серий VLMx335xx и VLMx235xx с прямым током до 50 мА, предназначенные для автомобильных, промышленных и потребительских приложений.

В светодиодах, сертифицированных на соответствие стандарту AEC-Q101, сочетаются низкое тепловое сопротивление 400 К/Вт и большая рассеиваемая мощность 130 мВт, что, в свою очередь, позволило увеличить их рабочий ток. Миниатюрные размеры корпуса

MiniLED (2.3 мм × 1.3 мм × 1.4 мм), в котором выпускаются светодиоды VLMx335xx, и высокая интенсивность свечения, достигающая 1400 мкд, идеально подходят для использования приборов во внутреннем и внешнем световом оборудовании автомобилей, в светофорах и дорожных указателях, в индикаторах, а также в качестве подсветки для аудио и видео оборудования, переключателей с жидкокристаллическими табло и световых символов общего назначения.

Vishay предлагает светодиоды насыщенного красного, красного, янтарного, оранжевого и желтого цветов. Выводная рамка приборов встроена в белый термопласт с внутренним отражателем, заполненным прозрачной эпоксидной смолой. Угол излучения устройств по уровню половинной мощности составляет ±60°, прямое падение напряже-

ние равно 1.8 В, а разброс силы света приборов в одной упаковке не превышает 1.6. Светодиоды разбраковываются на группы по цвету и яркости.

Светодиоды не содержат галогенов и отвечают требованиям директивы RoHS и экологической инициативы Vishay Green. Приборы поставляются заказчикам упакованными в 8-мм ленту. Светодиоды выдерживают разряды статического электричества до 2 кВ в соответствии со стандартом JESD22-A114-B и допускают пайку инфракрасным оплавлением припоя с преднагревом согласно Уровню 2а стандарта JEDEC.

Заказы на единичные образцы и промышленные партии светодиодов серий VLMx335xx и VLMx235xx начнут приниматься в 4 квартале 2018 года и будут выполняться в течение шести недель.

STMicroelectronics выпустила автомобильные цифровые аудио усилители с новыми функциями диагностики

Выпущенные STMicroelectronics автомобильные аудио усилители FDA803D и FDA903D с цифровыми входами насыщены новыми полезными функциями, упрощающими интеграцию в систему и обеспечивающими максимальную надежность оборудования служб телематики и экстренного вызова, систем звукового предупреждения о присутствии электрических и гибридных транспортного средства, а также позволяющими наращивать функциональные возможности информационно-развлекательных систем высшего класса.

Fully digital amplifiers
for a powerful audio experience



Новые усилители класса D с выходной мощностью 1×45 Вт, с цифровыми входами I²S и TDM и запатентованной топологией

обратной связи, когда сигнал берется после выходного фильтра, отличаются низким уровнем шумов и высоким качества звука. Небольшое количество требуемых внешних компонентов упрощает и удешевляет схемотехнические решения. Полный набор диагностических функций, управляемых по интерфейсу I²C, предусматривает, в частности, контроль смещения выхода и обрыва нагрузки непосредственно в режиме воспроизведения. Кроме того, интеграция этих функций упрощает сертификацию конечных изделий на соответствие стандарту ISO 26262 ASIL (Automotive Safety Integrity Level – уровень полноты безопасности автомобиля).

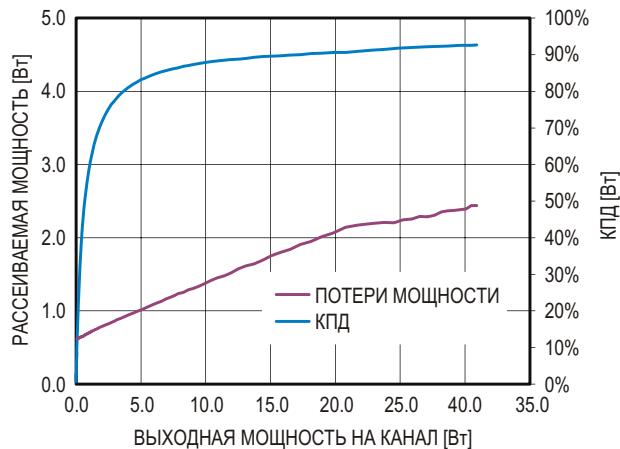
В FDA903D включена дополнительная функция контроля тока нагрузки, не только позволяющая постоянно следить за состоянием динамика, но и улучшающая его акустические характеристики.

Устройства расширяют семейство надежных полностью цифровых аудио усилителей FDA, выпускаемых ST для автомобильных приложений, включающее 2- и 4-канальные приборы с выходной мощностью до 4×135 Вт. В новых приборах семейства впервые реализована функция диагностики и инновационная концепция обратной связи с выхода фильтра.



FDA803D и FDA903D, обеспечивающие высокое качество звука с низкими искажениями, могут использоваться не только в оборудовании систем безопасности, но и в информационно-развлекательных системах высшего класса для добавления дополнительных каналов аудио. Приборы, работающие на динамики с сопротивлением от 2 Ом, содержат встроенные ограничители мощности для защиты малогабаритных или дешевых громкоговорителей. КПД, достигающий 90% (4 Ом, 1 кГц, 20 Вт), и высокие тепловые характеристики корпуса PowerSSO36 с вскрытым теплоотводящим основанием позволяют создавать компактные конструкции без радиаторов, легко монтируемые в автомобиле.

FDA803D и FDA903D работают в широком диапазоне напряжений питания от 3.3 В до 18 В и могут использоваться в различном



Зависимость потерь мощности и КПД усилителя FDA903D от выходной мощности (напряжение питания 14.4 В, синусоидальный сигнал 1 кГц, нагрузка 4 Ом).

оборудовании, питающемся от аккумуляторной батареи автомобиля или от других источников. Чтобы помочь разработчикам в выполнении строгих требований, предъявляемых к электромагнитной совместимости автомобильного оборудования, устройства тестируются на соответствие классу V стандарта CISPR.

Toshiba запускает в производство сильноточные фотореле в корпусах DIP4

Улучшенные параметры и расширенный температурный диапазон упрощают использование приборов

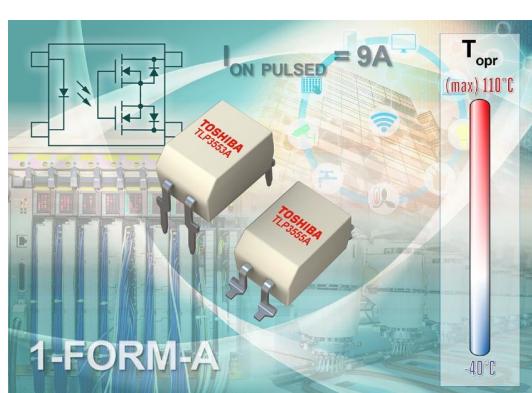
Toshiba Electronics Europe начала выпуск двух сильноточных фотореле, изготавливаемых с использованием новейшего технологического процесса U-MOS IX.

В закрытом состоянии новые устройства TLP3553A и TLP3555A выдерживают напряжения 30 В и 60 В, соответственно, а в откры-

том – пропускают непрерывные токи 3 А и 4 А, – больше, чем приборы предыдущего поколения. В импульсном режиме работы максимально допустимый ток обоих фотореле увеличивается до 9 А.

Типичными приложениями для этих приборов будет промышленное оборудование (ПЛК, интерфейсы ввода-вывода, схемы контроля датчиков), системы автоматизации зданий (управление отоплением, вентиляцией и кондиционированием воздуха), технические средства безопасности и замена механических реле в устаревших системах.

Сопротивление TLP3553A в открытом состоянии не превышает 50 мОм, что меньше, чем у типичных электромеханических реле (порядка 100 мОм). Это дает гарантию, что в рабочем режиме потери будут сведены к минимуму, когда устройство используется



для замены механических реле с одним нормально разомкнутым контактом, которые чаще всего используются в промышленных приложениях. Фотореле, рассчитанные на работу при температурах от -40°C до $+110^{\circ}\text{C}$, позволяют легко обеспечить требуемый конструкцией температурный запас.

Замена механических реле фотоприборами, такими как TLP355xA, сразу же повышает надежность системы. А поскольку фотореле

физически меньше, чем механические реле, и не нуждаются в дополнительном драйвере, такая замена позволяет также снизить размеры и вес. Оба фотореле TLP3553A и TLP3555A впускаются в корпусах DIP4 с двумя вариантами выводов: для монтажа в отверстия и для монтажа на поверхность печатной платы.

Оба устройства уже поставляются заказчикам в промышленных объемах.

Закат эпохи закона Мура. Что впереди?



Михаил Шустов, г. Томск

Произведен анализ пределов применимости закона Мура, характеризующий развитие электронной техники по законам геометрической прогрессии. Сделан вывод о том, что границы применимости этого закона давно преодолены. Приведено уравнение, характеризующее закон развития любых объектов во времени, показана возможность определения вида зависимости развития объекта и прогноза последующего развития процесса во времени.

В 1965 году американский бизнесмен и предприниматель Гордон Эрл Мур (Gordon Earle Moore, 1929–), Рисунок 1, один из основателей компании Intel, в ходе подготовки к докладу «Будущее интегральной электроники» выявил закономерность: «Число компонентов на чипе удваивается каждый год», Рисунок 2. Эта закономерность, точнее эмпирическое наблюдение, получило впоследствии наименование «Закон Мура» и позво-

лило прогнозировать развитие электронной техники на грядущие годы.

Уже через 10 лет «закон» пришлось корректировать: удвоение числа транзисторов в кристалле микропроцессора по независящим от законодателя причинам стало происходить не реже, чем раз в два года, а прогноз коллеги Г. Мура по компании Intel Давида Хауса (David House, 1943–) говорил о том, что производительность процессоров должна удваиваться каждые полтора года.

В 2003 г. Гордон Мур заявил, что экспоненциальный рост физических величин в течение длительного времени просто невозможен [3]. Еще через 4 года Мур наконец-то признал, что закон, названный его именем, скоро перестанет действовать из-за «атомарной природы вещества и ограничения скорости света».

В своих прогнозах развития техники Гордон Эрл Мур не был первым: еще в 1873 г. немецкий философ Фридрих Энгельс в своем незавершенном труде «Диалектика природы» заметил, что развитие науки ускоряется пропорционально квадрату времени, прошедшего от момента ее возникновения.



Рисунок 1. Гордон Эрл Мур. (Фото: [1]).

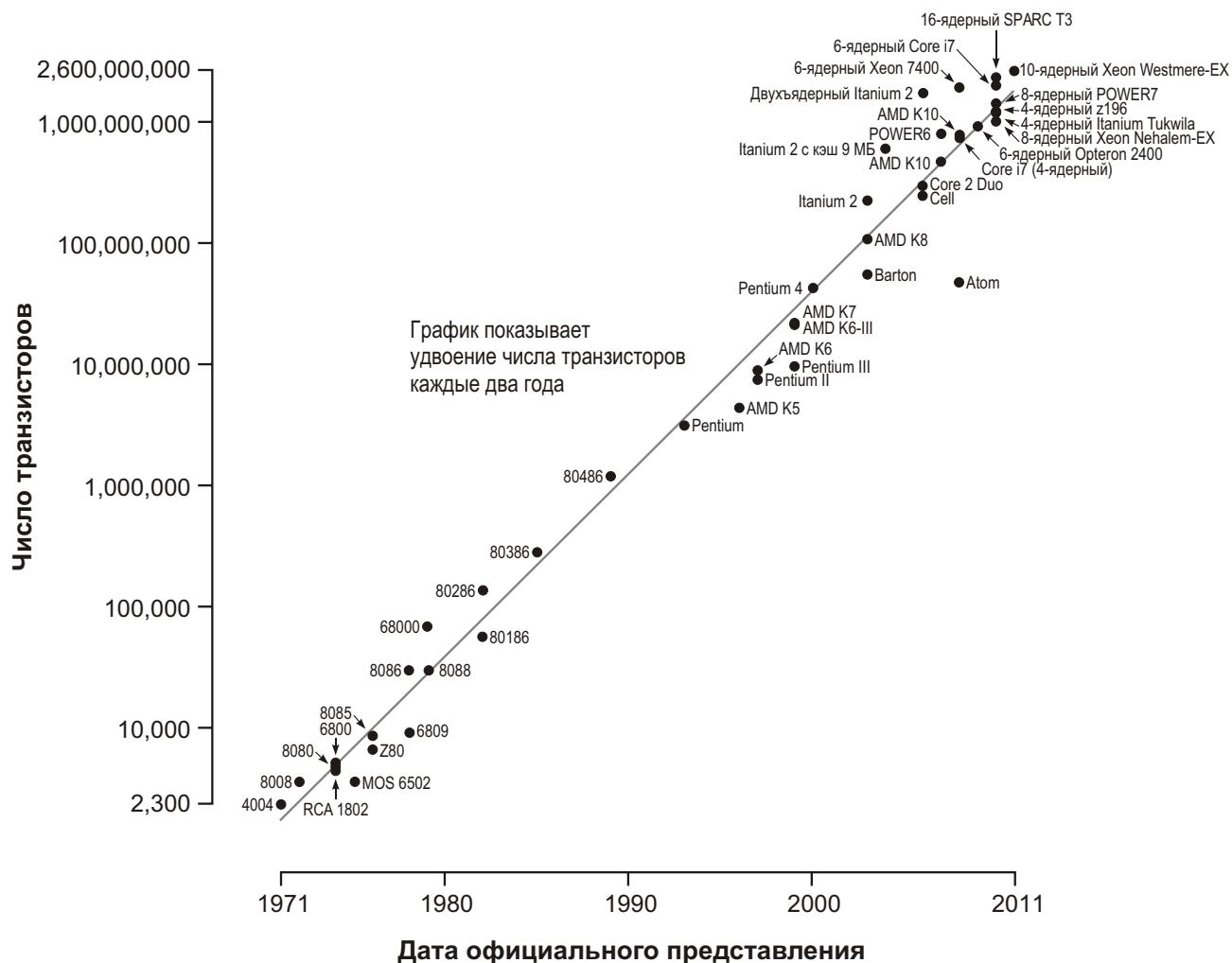


Рисунок 2. Рост числа транзисторов на кристалле микропроцессора по годам; спрямление графика обусловлено использованием полулогарифмической шкалы. (Источник: [2]).

Следует сказать, что подобные законы могли родиться только в головах людей, не очень хорошо знакомых с основами математики, а именно, с сутью геометрических прогрессий. Хотя оговоримся: на очень узком отрезке времени такие «законы» могут быть правомочны.

Несостоятельность закона Мура будет очевидна, если вспомнить древнюю притчу про мудреца, который изобрел шахматы. Согласно легенде, мудрец попросил у правителя страны «скромное» вознаграждение: за первую клетку шахматной доски заплатить ему одно зерно пшеницы, за вторую – два, за третью – четыре и т. д. В итоге оказалось, что необходимое для оплаты количество зерна намного превышает весь урожай пшеницы, собранный за всю историю человечества. Можно привести и более живой пример –

небезызвестная россиянам финансовая пирамида МММ и ее скоротечный крах.

Между тем, развитие любого объекта, в том числе технических систем во времени подчиняется более общим, более фундаментальным законам природы – законам диалектики, сформулированным еще в XVIII–XIX столетиях отцами немецкой философии Иммануилом Кантом и Георгом Гегелем. В осовремененном звучании это Закон единства и борьбы противоположностей, Закон перехода количественных изменений в качественные и Закон отрицания отрицания. Суть их излагать не будем, они общеизвестны, отметим лишь, что эти законы описывают, как это принято у философов, на словах то, что в физике и математике принято выражать строгими математическими формулами.

В математической форме закон развития степени совершенства любого технического

объекта во времени можно описать при помощи достаточно универсальной формулы, полученной автором в 1979 году [4-6]:

$$(t) = A \ln(1 + B \exp \int_0^t p(t) dt),$$

где

(t) – степень изменения (совершенствования) объекта в пределах от 0 до 1,

A и B – взаимосвязанные нормировочные коэффициенты,

$p(t)$ – закон развития процесса.

При определенных приближениях приведенное выше уравнение преобразуется:

$$(t) = 1 - \exp \int_0^t p(t) dt,$$

и, в частном случае, при $p(t) \sim t^m$, переходит в уравнение типа:

$$(t) = 1 - \exp(-kt^m),$$

хорошо известное, как уравнение Ерофеева-Колмогорова.

На Рисунке 3 представлена нормированная S-образная кривая степени совершенствования конкретного технического объекта во времени, описываемая приведенной выше формулой для различных показателей степени m .

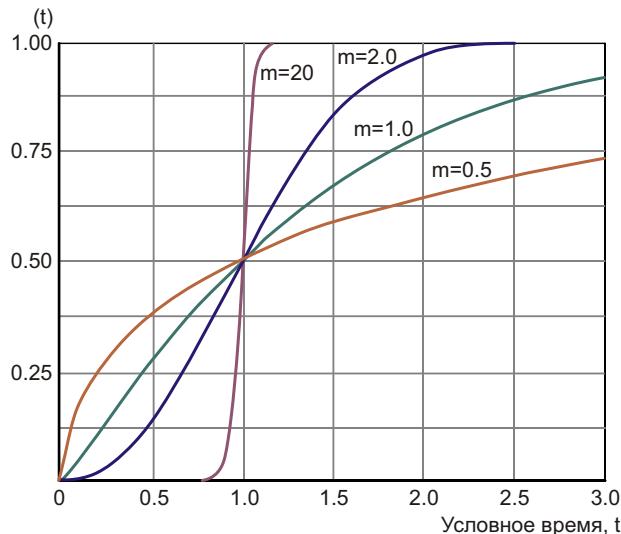


Рисунок 3. Внешний вид кривых развития объекта во времени при варьировании показателя степени m .

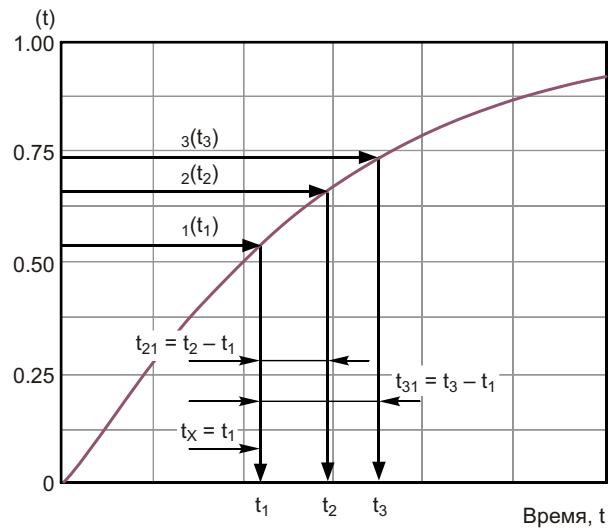


Рисунок 4. Определение степеней развития объекта во времени по трем точкам.

При дальнейших упрощениях на кривых, приведенных на рисунке, можно найти участки, соответствующие линейному, квадратичному или иному закону развития системы, но справедливость таких приближений будет приемлема лишь на узких интервалах времени.

Отметим, что для закона Мура $m = 2$, стремительный рост кривой возможен лишь на ранних стадиях процесса. В любом случае, независимо от значения показателя m , кривая развития объекта рано или поздно выйдет на стационарное значение, обусловленное теми или иными объективными причинами.

Для ретроспективного анализа или, напротив, прогноза развития процесса во времени по зависимостям, приведенным на Рисунке 3, может быть использован метод трех точек [4]. Следуя логике этого метода, производят три разнесенных во времени определения степени развития (преобразования) системы, Рисунок 4.

На основании приведенных выше уравнений несложно получить следующие выражения для вычисления давности события t_x , а также коэффициента k :

$$t_x(1) = \frac{t_{31}}{\sqrt[m]{\frac{c}{a} - 1}}, \quad t_x(2) = \frac{t_{21}}{\sqrt[m]{\frac{b}{a} - 1}}, \quad k = \frac{a}{t_x^m},$$

где

$$a = \ln[1 - 1(t_1)],$$

$$b = \ln[1 - \frac{t_2}{t_1}],$$

$$c = \ln[1 - \frac{t_3}{t_1}]$$

– координаты трех точек на Рисунке 4 (нормированные значения количественных изменений системы для трех моментов времени).

Используя систему уравнений для метода трех точек, можно построить графические зависимости $t_x(m)$ – кривые $t_x(1)$ и $t_x(2)$. Точка пересечения кривых дает сведения о «возрасте» процесса и о значении показателя степенной зависимости m . На основании вычисленных значений t_x и m может быть определен и коэффициент пропорциональности k .

Наиболее просто задачу установления давности события, определения вида и хода последующего развития процесса можно решить методом последовательных приближений, либо графическим методом.

Для тех, кто не любит математику. Вернемся к закону Мура и попробуем решить задачу проще, по Рисунку 3. Учитывая, что для закона Мура на определенном его участке (ориентировочно за период 1965–2003 гг.) выполнялся показатель степени $m = 2$, по рисунку определим «текущие координаты» процесса развития. С учетом начала выхода кривой на насыщение это будет точка, отвечающая $(t) = 0.69$ и условному времени $t = 1.25$. Тогда, «цена деления» ($t = 1$), будет равна

$(2003-1965)/1.25 = 30.4$ лет. Отсюда значение времени $t = 2$, отвечающие почти полному прекращению роста, будет равно 60.8 лет от начала точки отсчета, что соответствует 2026 году.

Однако пессимистический вывод делать рано, означенная дата будет лишь констатировать факт исчерпания возможности совершенствования данного объекта в силу технологических или иных ограничений. Развитие техники пойдет по иному витку или направлению, с использованием новых технических достижений и научных открытий.**РЛ**

Литература

1. [Закону Мура – 40 лет!](#)
2. [Microprocessor Transistor Counts 1971-2011 & Moore's Law.](#)
3. Moore G.E. No exponential is forever: but «Forever» can be delayed! // Solid-State Circuits Conference, IEEE International Digest of Technical Papers – 2003. – Vol. 1. – Pp. 20–23.
4. Шустов М.А., Кучеренко И.В. Определение вида кинетической кривой и установление давности события методом трех точек // Известия Томского политехнического университета. – 2001. – Т. 304. – Вып. 1. – С. 114–117.
5. Шустов М.А. Методические основы инженерно-технического творчества. – М.: НИЦ ИНФРА-М, 2015–2017. – 128 с. (I–III изд.).
6. Шустов М.А. Кинетика и формулировки законов фотохимических превращений // Известия Томского политехнического университета. – 2001. – Т. 304. – Вып. 1. – С. 117–122.

Как определить размеры магнитопровода дросселя импульсного преобразователя



Часть 1

Александр Рузы, Одесса, Украина

Методики расчета импульсных преобразователей иногда вызывают чувство легкой паники, особенно когда дело доходит до выбора магнитопровода индуктивных элементов. Почему-то этот вопрос часто умалчивается многими производителями электронных компонентов даже с мировым именем. Например, в [1] очень подробно рассмотрены вопросы расчета обмоток дросселя, в том числе и способы уменьшения индуктивностей рассеяния – одной из основных проблем обратноходовых схем. Но выбор магнитопровода производится на уровне общих рекомендаций из таблиц, содержащих наиболее подходящие для данного случая модели. Конечно, если преобразователь работает на нужной частоте и имеет нужное выходное напряжение, то эти таблицы очень полезны. Но что делать, если параметры работы преобразователя имеют другие значения? И почему рекомендуются именно эти магнитопроводы, насколько они оптимальны? Эти вопросы в большинстве случаев остаются без ответа.

Еще большей тайной покрыта методика выбора магнитопровода в другом документе [2]. Там просто выбирается сердечник EFD30/15/9 без каких-либо комментариев и пояснений.

На сегодняшний день вопросам расчета индуктивных элементов посвящено множество публикаций. Например, очень подробно эти вопросы рассмотрены в книге [3], пережившей уже четыре переиздания. Но до сих пор выбор магнитопровода для моточных узлов импульсных преобразователей, особенно дросселей, вызывает у разработчиков ряд затруднений и чаще всего сводится к «эмпирическому» перебору доступных типоразмеров.

В данной статье, являющейся продолжением цикла, посвященного импульсному преобразованию электрической энергии [4 – 8], рассмотрено, как связаны геометрические размеры магнитопровода с характеристиками преобразователя, и ключевые факторы, влияющие на эту связь. Этот материал позволит глубже понять процессы, происходящие в индуктивных элементах, и поможет в нестандартных ситуациях, часто возникающих на практике. А желающие еще глубже разобраться могут ознакомиться со статьей [9], в которой эти вопросы рассмотрены более подробно.

На какие параметры магнитопровода необходимо обращать внимание

В простейшем случае индуктивный элемент состоит из магнитопровода и обмотки

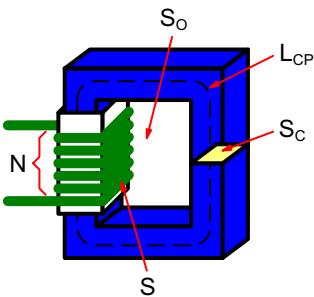


Рисунок 1. Устройство простейшего индуктивного элемента.

(Рисунок 1). При протекании электрического тока по любому проводнику выделяется тепло со скоростью, определяемой законом Джоуля-Ленца:

$$P = I^2R, \quad (1)$$

где

P – мощность тепловыделения (количество выделяемого тепла в единицу времени);

I – действующее (эффективное) значение тока;

R – сопротивление проводника.

Величина тока I определяется назначением и режимом работы индуктивного элемента. В большинстве случаев разработчик может ее рассчитать, но не изменить. Это означает, что единственным способом уменьшить количество выделяемого обмоткой тепла является уменьшение ее сопротивления R , которое рассчитывается по формуле:

$$R = \rho \frac{L}{S}, \quad (2)$$

где

ρ – удельное сопротивление токопроводящего материала;

L – длина проводника;

S – площадь поперечного сечения.

Количество доступных материалов, обладающих низким удельным сопротивлением ρ , очень ограничено. Конечно, можно рекомендовать изготовить обмотку из золотого или серебряного провода, но общезвестно, что на практике чаще всего используют медь или алюминий. Длина провода L зависит от геометрических размеров магнитопровода, который еще предстоит выбрать. Она пропорцио-

нальна количеству витков обмотки и плохо поддается изменению. Таким образом, единственным способом регулировки тепловыделения остается изменение площади поперечного сечения провода S , которая, с одной стороны, не может быть бесконечно малой, иначе провод перегреется, а с другой – не может быть бесконечно большой, потому что это ухудшит большинство остальных характеристик прибора.

Обмотки индуктивных элементов располагаются в специальном отсеке магнитопровода, называемом окном, который имеет конечные размеры, а значит и фиксированную площадь S_o . Это означает, что в окне может поместиться определенное количество витков, поэтому желательно, чтобы провод был как можно тоньше – это позволит разместить больше витков, или использовать более компактный магнитопровод с меньшим значением S_o .

На практике при расчете индуктивных элементов оценку необходимой площади сечения проводника S часто проводят по упрощенной методике:

$$S = \frac{I}{J}, \quad (3)$$

где J – плотность тока в проводнике.

Допустимая плотность тока J зависит в первую очередь от условий охлаждения. При хорошем охлаждении выделение даже значительного количества тепла не приведет к перегреву индуктивного элемента, поэтому на практике J может изменяться в широких пределах – от 2 A/mm^2 до 10 A/mm^2 . И хоть реальная плотность тока все равно выбирается разработчиком на основании достаточно «размытых» рекомендаций, а чаще всего – на основании собственного опыта и интуиции, такой метод уже позволяет существенно упростить процесс выбора.

Таким образом, минимально необходимая для размещения обмотки площадь окна в идеальном случае определяется формулой:

$$S_o = N \frac{I}{J}. \quad (4)$$

Единственным неизвестным параметром в формуле (4) является количество витков N ,

зависящее от параметров и режима работы магнитной системы по закону Фарадея:

$$e = N \frac{d}{dt}, \quad (5)$$

где

e – ЭДС самоиндукции на выводах обмотки;
– магнитный поток в магнитопроводе.

Магнитный поток равен количеству линий магнитной индукции B , проходящей через некоторый замкнутый контур, поэтому:

$$BS_c, \quad (6)$$

где S_c – площадь поперечного сечения магнитопровода.

Если на протяжении некоторого интервала времени t к обмотке приложить некоторое неизменяющееся напряжение U , то, согласно (5) и (6), это приведет к изменению магнитной индукции в магнитопроводе на величину:

$$B = \frac{U t}{NS_c}. \quad (7)$$

Выразим из формулы (7) количество витков N и подставим его в формулу (4):

$$S_o = \frac{UI t}{JS_c B}. \quad (8)$$

Из формулы (8) видно, что площадь сечения магнитопровода S_c и необходимая площадь окна S_o взаимосвязаны. Так, например, если, не меняя размах магнитной индукции

B , увеличить площадь поперечного сечения магнитопровода в два раза, то для размещения обмотки, за счет уменьшения в два раза количества витков, потребуется окно в два раза меньшего размера.

Такая зависимость привела к тому, что для оценки требуемого размера магнитопровода используют произведение площадей сечения магнитопровода и окна $S_c S_o$, которое можно легко получить из формулы (8):

$$S_c S_o = \frac{UI t}{J B}. \quad (9)$$

Формула (9) записана в виде неравенства неслучайно, ведь все, что было сказано выше, относилось к определению минимально необходимых площадей S_c и S_o . То есть, если выбрать магнитопровод с большим значением произведения $S_c S_o$, то прибор с большой вероятностью можно реализовать физически, а вот с меньшим уже проблематично: или обмотки не поместятся в окне, или магнитопровод войдет в насыщение из-за увеличенного значения B , или провод перегреется из-за чрезмерно высокой плотности тока J .

Обратите также внимание, что размерностью числителя формулы (9) является джоуль (вольт-ампер-секунда или ватт-секунда). Это означает, что физические размеры магнитопровода прямо пропорциональны количеству энергии, проходящей через индуктивный элемент.

Максимальный размах магнитной индукции B в реальных магнитопроводах ограничен индукцией насыщения B_{HAC} магнитного материала и типом индуктивного элемента. Как показано в [8], для трансформаторов B может достигать величины $2B_{HAC}$, а вот для дросселей эта величина ограничена не только индукцией насыщения, но и остаточной намагниченностью B_R ($B < B_{HAC} - B_R$). Это означает, что при том же самом уровне энергии, с которым работает индуктивный элемент, магнитопровод дросселя будет как минимум в два раза больше магнитопровода трансформатора, а, учитывая, что многие дроссели импульсных преобразователей проектируются для работы в режиме $B = 0.3B_{HAC}$, становится очевидно, что в этом случае дроссель будет примерно в шесть раз больше трансформатора при тех же энергетических показателях.

Кроме того, в отличие от трансформаторов, не предназначенных для накопления энергии, магнитопровод дросселя является энергетическим хранилищем, поэтому для дросселей, кроме конструктивных ограничений $S_c S_o$, магнитопровод должен еще иметь определенный объем активного магнитного материала $V_c = S_c L_{CP}$ (L_{CP} – средняя длина магнитной линии). Если в трансформаторе площадь поперечного сечения магнитопровода, чисто теоретически, может быть нулевой (при бесконечной площади окна и бесконечном количестве витков обмоток), то дроссель при таких условиях работать не будет, потому что у него будет отсутствовать место для хранения энергии.

Таким образом, при выборе магнитопровода любого индуктивного элемента необходимо обращать внимание на конструктивный параметр $S_c S_o$, компоненты которого (S_c и S_o) всегда присутствуют в технической документации, а для дросселей еще необходимо дополнительно проверять объем магнитного материала $S_c L_{cp}$. **РЛ**

Список источников

1. Fairchild. AN-4140 [Transformer Design Consideration for Offline Flyback Converters Using Fairchild Power Switch](#)
2. Infineon. [40W isolated PFC Flyback converter based on the IRS2505L](#)
3. Colonel Wm. T. McLyman, Transformer and Inductor design Handbook, Third Edition, Revised and Expanded. Marcel Dekker, 2004
4. Русу А.П. «[Откуда появились базовые схемы преобразователей](#)»
5. Русу А.П. «[Почему импульсные преобразователи "не любят" "легкую" нагрузку](#)»
6. Русу А.П. «[Почему обмотки дросселя обратноходового преобразователя могут иметь разное число витков](#)»
7. Русу А.П. Может ли ток в обмотке дросселя измениться мгновенно? // Радиолоцман – 2018. – №3. – С.26 – 29 (Часть 1). – №4. – С.26 – 29 (Часть 2).
8. Русу А.П. В каком режиме должен работать магнитопровод дросселя импульсного преобразователя? // Радиолоцман – 2018. – №5. – С.26 – 30 (Часть 1). – №6. – С.26 – 30 (Часть 2).
9. Kadatskyy A.F., Rusu A.P. Determination of the necessary inductor core dimensions for switching electrical energy converters // Наукові праці ОНАЗ ім. О.С. Попова. – 2018. – №1. – С. 125–134.

Окончание в следующем номере

Microchip и AWS расширяют сотрудничество для поддержки разработки облачных приложений IoT

Microchip

Продукты Microchip с поддержкой Amazon FreeRTOS, AWS Greengrass и AWS IoT позволяют проектировать встраиваемые системы и приложения с защищенным подключением к облачным сервисам Amazon Web Services.

Системы с облачным подключением становятся все более востребованными в самых разных секторах рынка. От сельского хозяйства до «умных» городов, от бытовых устройств до промышленного оборудования – доступ к системам и данным в реальном времени является элементом, в корне меняющим ситуацию в этих отраслях, ускоряющим темп и эффективность бизнеса.

Стремясь внести свой вклад в создание таких интеллектуальных проектов, Microchip расширила сотрудничество с Amazon Web Services (AWS), запустив поддержку разработки подключаемых к облачным сервисам встраиваемых систем от узлов до «облака». Microchip предлагает все компоненты, инструменты и программы, необходимые для быстрой разработки защищенных облачных систем, поддерживающих Amazon Greengrass, Amazon FreeRTOS и AWS Internet of Things (IoT).

Теперь микроконтроллеры серии PIC32MZ EF поддерживают операционную систему реального времени Amazon FreeRTOS, которая делает программирование, использование и обслуживание маломощных оконечных устройств простым и безопасным. Эти высокопроизводительные микроконтроллеры с

лучшими в отрасли возможностями подключения содержат Flash-память большого объема, богатую аналоговую и цифровую периферию и набор надежных инструментальных средств, позволяющих разработчикам быстро создавать сложные приложения. В Amazon FreeRTOS включены программные библиотеки, упрощающие реализацию безопасного эфирного обновления ПО, а также предоставляющие возможность локального подключения устройств к сервису AWS Greengrass или непосредственно к облаку, обеспечивая выбор из множества мест обработки данных.

Для разработки приложений на базе операционной системы Amazon FreeRTOS



Рисунок 1. Отладочная плата Microchip Curiosity PIC32MZEF с установленными платами расширения для разработки приложений IoT.

Microchip предлагает отладочный набор Amazon FreeRTOS Curiosity PIC32MZEF Bundle. В состав набора входят высокointегрированная отладочная плата Curiosity PIC32MZEF, плата расширения Wi-Fi 7 Click, дочерняя плата LAN8720A PHY и плата расширения USB UART Click. Curiosity является полностью интегрированной платформой разработки, включающей два разъема расширения mikroBUS, позволяющих легко добавлять дополнительные возможности (Рисунок 1).

Для разработки приложений Amazon FreeRTOS, подключаемых к облачным сервисам AWS, могут использоваться платы расширения с интерфейсом mikroBUS, включая Wi-Fi 7 Click на контроллере WINC1500 и USB UART Click. Кроме того, для создания демонстрационного приложения с подключением по Ethernet можно использовать дочернюю плату LAN8720A PHY.

Если сбор и обработка данных должны происходить непосредственно в системе, разработчики могут использовать микропроцессоры Microchip серии SAMA5D2 (Рисунок 2) с встроенным ПО AWS Greengrass. Это позволит системе на локальном уровне выполнять обработку данных, управлять сообщениями, кэшированием данных и синхронизацией подключенных устройств с применением функций аутентификации и шифрования. Такой подход обеспечивает улучшенную реакцию на события, экономит полосу канала связи и позволяет использовать более экономичные облачные вычисления.

Устройства SAMA5D2, доступные также в вариантах систем-в-корпусе (СвК), обладают полной совместимостью с Amazon Greengrass и предназначены для промышленных шлюзов и сетевых концентраторов. Кроме того, встроенные функции безопасности и расширенный температурный диапазон

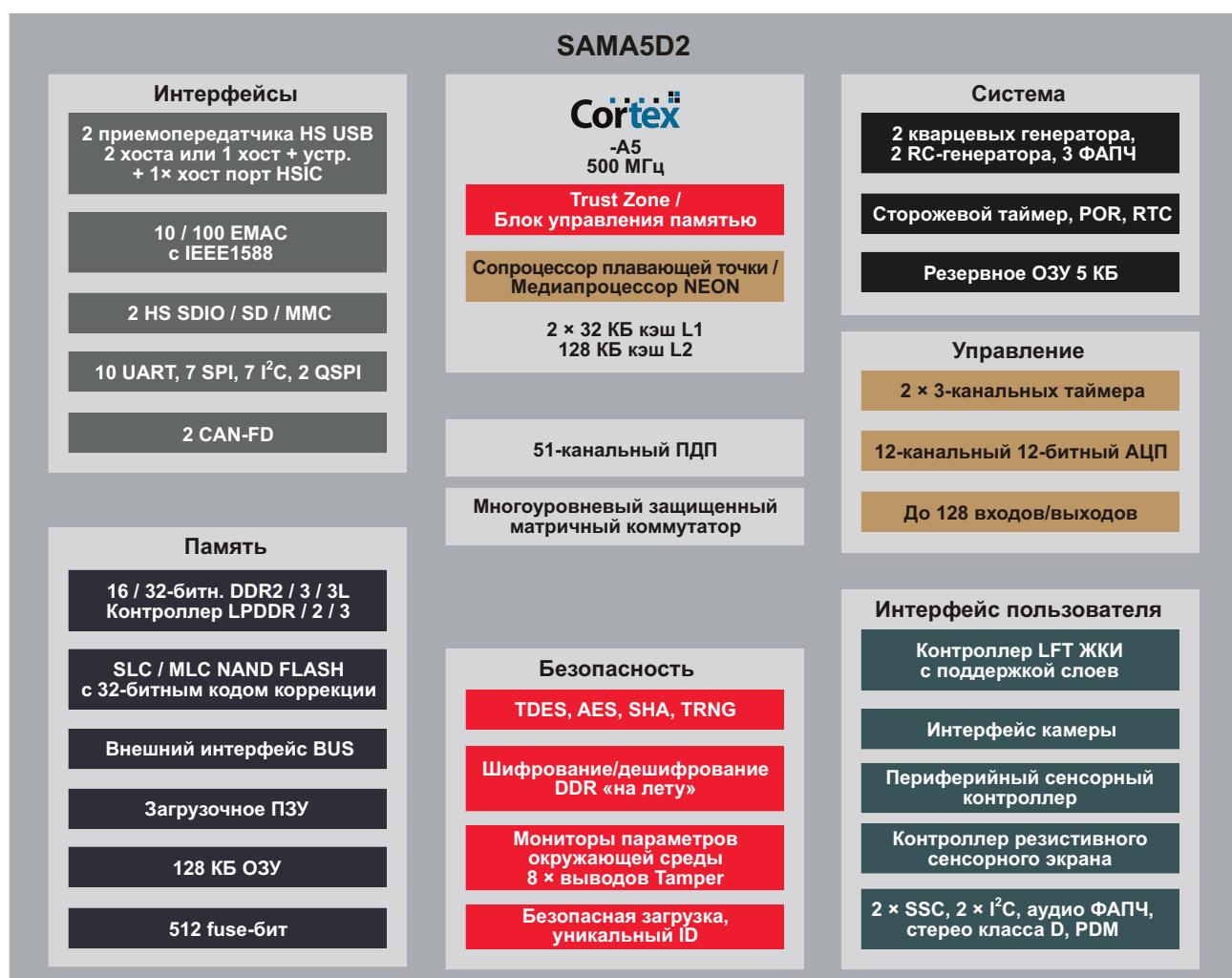


Рисунок 2. Блок-схема микропроцессоров Microchip серии SAMA5D2.

позволяют использовать эти микропроцессоры в физически небезопасных и жестких условиях. СвКATSAMA5D27C-D1G содержит процессор SAMA5D27 и 1 Гбайт динамического ОЗУ – объем памяти, требуемый для выполнения AWS Greengrass.

AWS Greengrass – программное обеспечение, позволяющее безопасно выполнять локальные вычисления, обмен сообщениями, кэширование данных и синхронизацию подключенных устройств. С помощью AWS Greengrass подключенные устройства смогут выполнять функции AWS Lambda, синхронизировать данные и безопасно обмениваться информацией с другими устройствами в сети, даже если они не подключены к Интернету. AWS Greengrass незаметно для пользователя расширяет AWS на все устройства, поэтому генерируемые ими данные могут обрабатываться локально, а облако используется для управления, аналитики и длительного хранения. Аутентификация и шифрование данных осуществляются во всех точках подключения с использованием возможностей AWS IoT по обеспечению безопасности и управлению доступом. Таким образом, устройства никогда не обмениваются данными – ни друг с другом, ни с облаком – без проверенной идентичности.

Для разработки и быстрого прототипирования систем на микропроцессоре SAMA5D2 с использованием AWS Greengrass Microchip предлагает оценочный набор SAMA5D2 Xplained Ultra (Рисунок 3).



Рисунок 3. Оценочный набор SAMA5D2 Xplained Ultra поддерживает разработку приложений AWS Greengrass.

В состав набора входит высокointегрированная оценочная плата, поддерживающая

подключение модулей расширения Arduino (Arduino DUE, Uno R2 и R3, Mega R3), с богатым набором интерфейсов передачи данных и памятью eMMC и DDR3. Разъемы интерфейсов и колодки расширения позволяют легко настраивать и быстро использовать встроенные функции, такие, например, как усилитель класса D или емкостной сенсорный контроллер. Набор дополняют дистрибутив Linux и пакет прикладных программ.

Критическое значение для безопасности IoT имеет защищенность конечного узла. Microchip предлагает потребителям решать эту проблему с помощью специализированной аппаратной архитектуры аутентификации, позволяющей обеспечить уникальную, надежную и защищенную идентификацию устройства. Опираясь на такие элементы безопасности, как криптографический сопроцессоры ATECC508A и ATECC608A, последний из которых относится уже к новому поколению, и используя в сервисе AWS IoT процедуры регистрации JITR и функции UYOC, можно создавать цепочки личных сертификатов.



Рисунок 4. На универсальной оценочной плате ATCryptoAuth-XPRO-B установлено несколько различных сопроцессоров шифрования.

Кроме того, для быстрого прототипирования безопасных и защищенных решений на платформе AWS IoT Microchip предлагает отладочный набор CryptoAuth Xplained Pro (ATCryptoAuth-XPRO-B), совместимый с любой оценочной платой серии Xplained или XplainedPro (Рисунок 4). Для решения все-в-одном предлагается обновленный отладочный комплект AT88CKECC-AWS-XSTK-B на процессоре Cortex-M4 (ATSAMG55) с обновленной прошивкой, работающим под FreeRTOS, с модулем Wi-Fi ATWINC1500 и сопроцессором шифрования ATECC508AMAHAW (доступен также вариант на ATECC608A).

Все устройства и инструменты, перечисленные в статье, доступны для заказа в промышленных объемах на сайте компании.

Цены на микроконтроллеры и отладочные средства с указанием поддерживаемого решения AWS отражены в Таблице 1. **РЛ**

Таблица 1. Цены на представленные в статье продукты компании *Microchip*, поддерживающие решения *Amazon Web Services*.

Продукты компании Microchip	Поддерживаемые решения AWS	Цена, \$ (за 1 шт.)
Микроконтроллеры серии PIC32MZ EF	Amazon FreeRTOS	от 5.48 (при заказе от 10000 шт.)
Отладочная плата PIC32MZ EF Curiosity board		47.99
Микропроцессоры серии SAMA5D2	AWS Greengrass	4.42 (при заказе от 10000 шт.)
Отладочная плата SAMA5D2 Xplained Ultra board		150
Криптографический сопроцессор ATECC608A	AWS IoT	0.56 (при заказе от 10000 шт.)
Отладочный набор CryptoAuth Xplained Pro		10
Отладочный набор AT88CKECC-AWS-XSTK-B		145.95

Понимание выходных артефактов импульсных регуляторов напряжения ускоряет проектирование источников питания

Aldrick S. Limjoco, Analog Devices

Analog Dialogue

Введение

Минимизация выходных пульсаций и коммутационных выбросов импульсного регулятора может иметь большое значение, особенно при питании таких чувствительных к помехам устройств, как АЦП высокого разрешения, где пульсации на выходе преобразователя могут проявляться в виде отдельных пиков в спектре выходного сигнала. Для того чтобы не допустить ухудшения отношения сигнал/шум и динамического диапазона, свободного от паразитных составляющих, импульсные регуляторы часто заменяют линейными LDO стабилизаторами, жертвуя высоким КПД импульсного регулятора ради чистого выхода LDO. Понимание этих артефактов позволит разработчикам успешно интегрировать импульсные преобразователи в более широкий круг высококачественных, чувствительных к шуму приложений.

В статье описаны эффективные методы измерения выходных пульсаций и коммутационных выбросов в импульсных стабилизаторах напряжения. Для измерения подобных артефактов требуется величайшая аккуратность, поскольку плохая организация процесса может привести к некорректным результа-

там из-за паразитной индуктивности, создаваемой петлей, образованной щупом осциллографа и выводами земли. Паразитная индуктивность увеличивает амплитуду выбросов, обусловленных фронтами импульсов переключения, поэтому при измерениях необходимо обеспечивать короткие связи, правильные методы и широкую полосу пропускания. Для демонстрации способов измерения выходных пульсаций и коммутационных шумов будет использована микросхема сдвоенного двухамперного синхронного понижающего DC/DC преобразователя ADP2114, допускающая также удвоение выходного тока путем объединения двух выходов. Этот понижающий регулятор обеспечивает высокий КПД, работая на частотах переключения до 2 МГц.

Выходные пульсации и коммутационные выбросы

Выходные пульсации и коммутационные выбросы зависят от топологии регулятора, а также от номиналов и характеристик внешних компонентов. Выходные пульсации – это остаточное напряжение переменного тока на выходе схемы, связанное с переключением

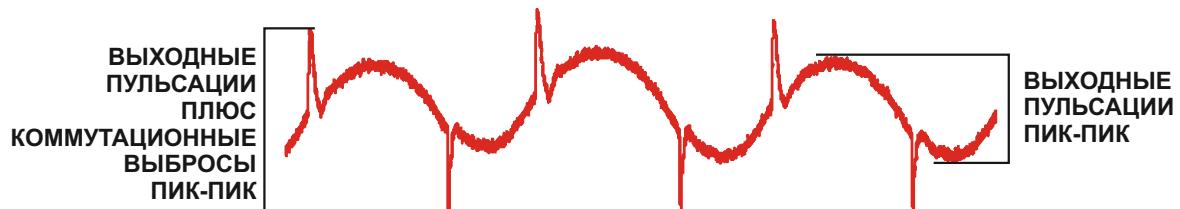


Рисунок 1. Выходные пульсации и коммутационные выбросы.

регулятора. Их основная частота равна рабочей частоте преобразователя. Коммутационные выбросы представляют собой высокочастотные колебания, создаваемые фронтами импульсов переключения. Измерение их амплитуды, выраженной как максимальное напряжение от пика до пика, затруднено, поскольку она сильно зависит от схемы испытаний. Пример выходных пульсаций и коммутационных шумов показан на Рисунке 1.

Выходные пульсации

Основные компоненты, влияющие на выходные пульсации – это дроссель и выходной конденсатор регулятора. Дроссель меньшей индуктивности увеличивает скорость отклика за счет большей амплитуды пульсаций тока, в то время как большая индуктивность дросселя снижает пульсации за счет ухудшения переходной характеристики. Минимизировать пульсации выходного напряжения позволяет использование конденсатора с низким значением эквивалентного последовательного сопротивления (ESR). Хорошо подходят керамические конденсаторы с диэлектриками X5R или X7R. Для снижения выходных пульсаций часто используют конденсаторы большой емкости, однако размеры и количество выходных конденсаторов напрямую влияют на стоимость устройства и площадь печатной платы.

Измерения в частотной области

При измерении нежелательных артефактов выходного сигнала разработчикам силовой электроники полезно представлять поведение их устройства в частотной области, поскольку это дает им наглядную информацию о том, какие дискретные частоты и гармоники вносят основной вклад в выходные пульсации на каждом соответствующем уровне мощности. Пример такого спектра показан на Рисунке 2. Подобная информация помогает инженерам определить, подходит ли

выбранная микросхема импульсного регулятора для преобразования напряжения в их приложениях.

Для измерений в частотной области 50-омный коаксиальный кабель подключают параллельно выходному конденсатору. Сигнал проходит через блокировочный конденсатор на согласованный 50-омный вход анализатора спектра. Блокировочный конденсатор защищает вход анализатора от перегрузки постоянным напряжением. 50-омная линия передачи сигнала минимизирует высокочастотные отражения и уровень стоячих волн.

Основным источником выходных пульсаций является выходной конденсатор, поэтому точку измерений следует располагать как можно ближе к нему. Для минимизации дополнительной индуктивности, способной исказить результаты измерений, площадь петли между измерительным наконечником щупа и землей должна быть минимально возможной. Выходные пульсации и гармоники в частотной области представлены на Рисунке 2. В указанных режимах работы ADP2114 на основной частоте генерирует выходные пульсации амплитудой 4 мВ пик-пик.

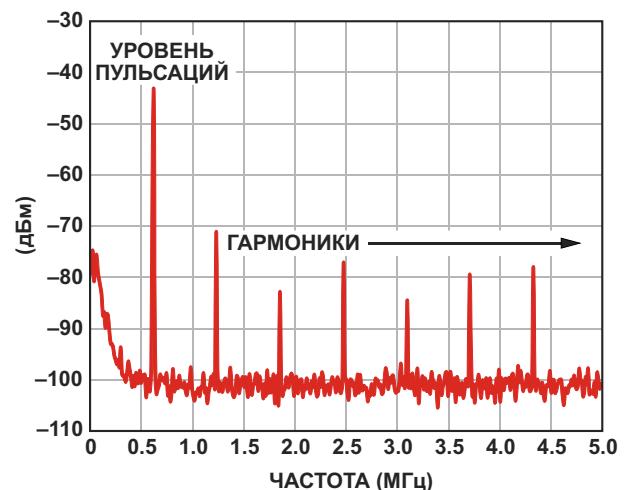


Рисунок 2. Характеристика в частотной области, полученная с использованием анализатора спектра.

Измерения во временной области

При использовании щупа осциллографа избегайте образования земляных петель, поскольку петли, образованные сигнальным щупом и длинными выводами земли вносят дополнительную индуктивность и увеличивают амплитуду коммутационных выбросов.

Измеряя слабые выходные пульсации, использовать пассивный щуп 1:1 или 50-омный коаксиальный кабель предпочтительнее, чем щуп 1:10, который ослабляет сигнал в 10 раз, опуская его вниз к уровню шумового

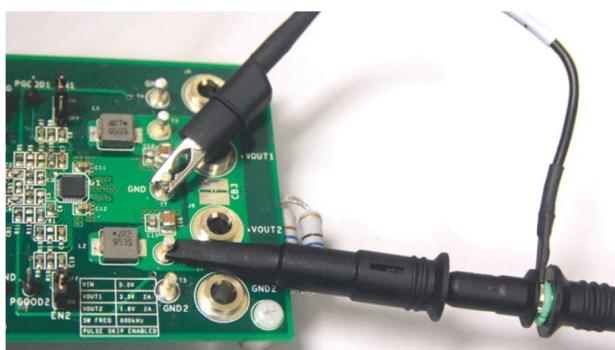


Рисунок 3. Земляная петля вызывает ошибки измерений.

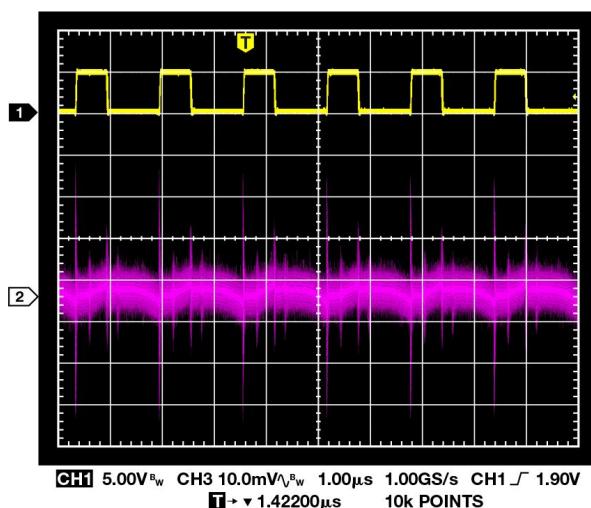


Рисунок 4. Формы сигналов в коммутационном узле (1) и на выходе (2).

порога. Приемлемый, но не лучший метод подключения щупа осциллографа показан на Рисунке 3. Результирующая осциллограмма сигналов, полученная при полосе пропускания прибора 500 МГц, изображена на Рисун-

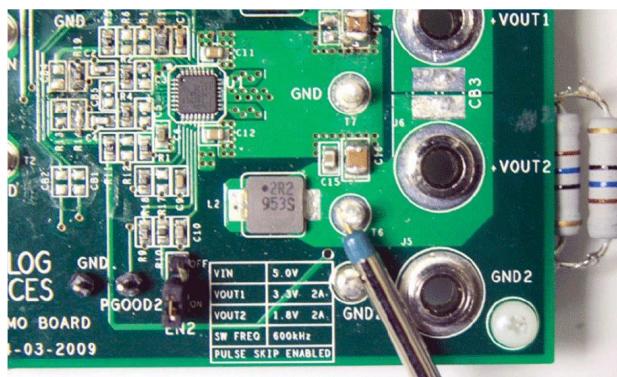


Рисунок 5. Использование метода *tip-and-barrel* в произвольной точке на выходе импульсного преобразователя.

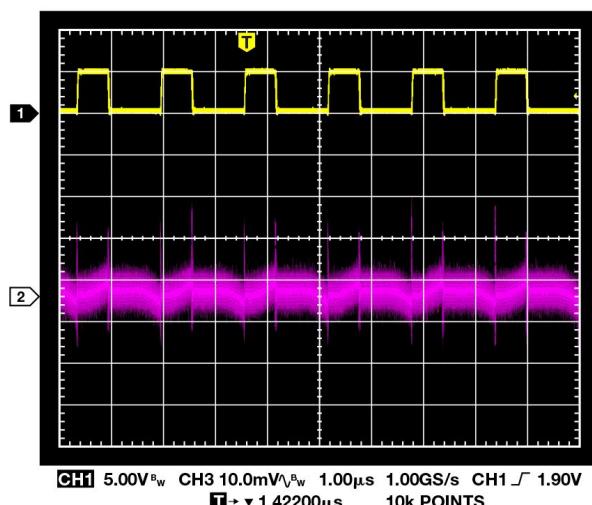


Рисунок 6. Формы сигналов в коммутационном узле (1) и переменной составляющей выходного напряжения (2).

ке 4. Высокочастотный шум и выбросы напряжения не имеют прямого отношения к импульсному преобразователю, а являются артефактами измерений, порожденными длинным проводником заземления.

Существует несколько способов снижения паразитной индуктивности. Один из них заключается в том, чтобы отсоединить длинный земляной провод от стандартного щупа осциллографа, и касаться какой-либо точки платы, имеющей потенциал земли, непосредственно земляной втулкой. Этот метод, называемый «*tip-and-barrel*»¹⁾, иллюстрируется Рисунком 5. Однако в данном случае щуп оказывается подключенным не к той

¹⁾ Название метода «*tip-and-barrel*» оставлено без перевода. Здесь «*tip*» – острие щупа, «*barrel*» – в буквальном переводе «бочонок» – земляная металлическая втулка щупа.

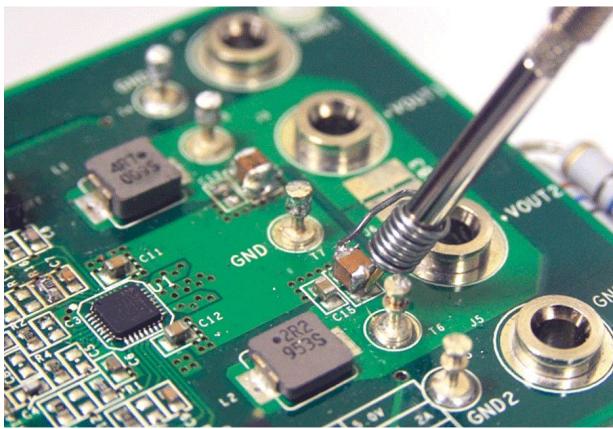


Рисунок 7. Использование метода *tip-and-barrel* с заземляющей проволочной спиралью на выходном конденсаторе.

точке – к выходу регулятора, а не непосредственно к выходному конденсатору, как это следовало бы сделать. В результате, хотя вывод земли при таком включении был удален, индуктивность дорожек печатной платы осталась. На Рисунке 6 показана результирующая осциллограмма, полученная в полосе пропускания 500 МГц. После исключения длинного земляного вывода уровень высокочастотных шумов снизился.

Как видно из Рисунка 7, прямое подключение щупа к выходному конденсатору с использованием заземляющей спирали дает почти оптимальную детализацию выходных пульсаций. Коммутационные выбросы стали

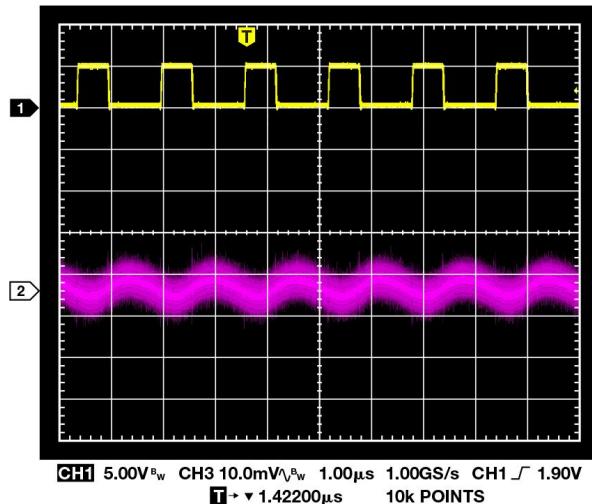
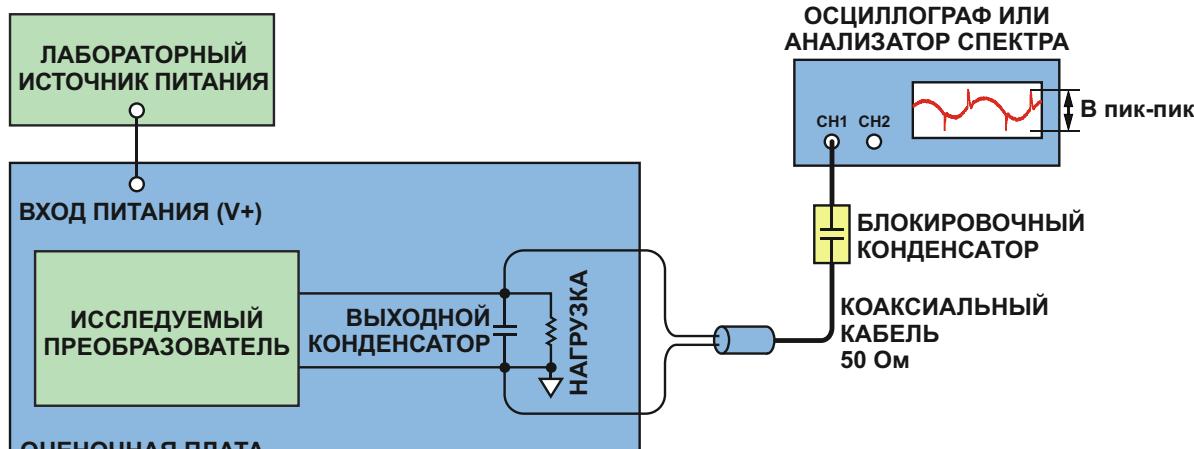


Рисунок 8. Формы сигнала в коммутационном узле (1) и переменной составляющей выходного напряжения (2).

лучше, а индуктивность проводников платы существенно уменьшилась. Тем не менее, изображение пульсаций все еще остается размытым из-за наложения постороннего сигнала небольшой амплитуды (Рисунок 8).

Наилучший метод

Наилучший метод измерений на выходе импульсного преобразователя предполагает подключение 50-омного коаксиального кабеля, согласованного 50-омным входным импедансом осциллографа. Постоянную состав-



- ПРИМЕЧАНИЯ**
1. ОСЦИЛЛОГРАФ ИЛИ АНАЛИЗАТОР СПЕКТРА ДОЛЖНЫ ИМЕТЬ СОГЛАСОВАННОЕ СОПРОТИВЛЕНИЕ 50 Ом.
 2. ИСПОЛЬЗУЙТЕ ОСЦИЛЛОГРАФ С ПОЛОСОЙ ПРОПУСКАНИЯ 500 МГц.

Рисунок 9. Наилучший метод подключения щупа с использованием коаксиального кабеля с 50-омным согласованием.

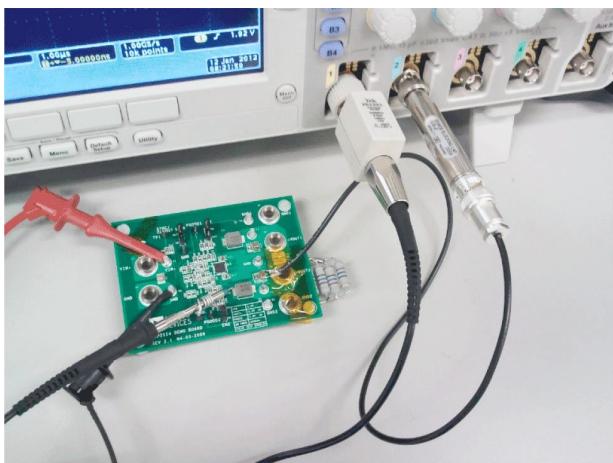


Рисунок 10. Пример наилучшего способа измерений.

ляющую отсекает конденсатор, включенный между выходом регулятора и входом осциллографа. Другой конец кабеля может быть припаян непосредственно к выходному конденсатору с использованием заземляющей спирали, как это показано на Рисунках 9 и 10. Это позволяет сохранить целостность сигнала при измерении очень слабых сигналов в широкой полосе частот. Рисунок 11 дает возможность сравнить метод tip-and-barrel и вариант с подключением 50-омного коаксиального кабеля к выходному конденсатору при полосе измерений 500 МГц.

Сравнение методов показывает, что коаксиальный кабель в 50-омном оборудовании обеспечивает более точные результаты с меньшими шумами, даже при измерении в полосе частот 500 МГц. Изменение полосы

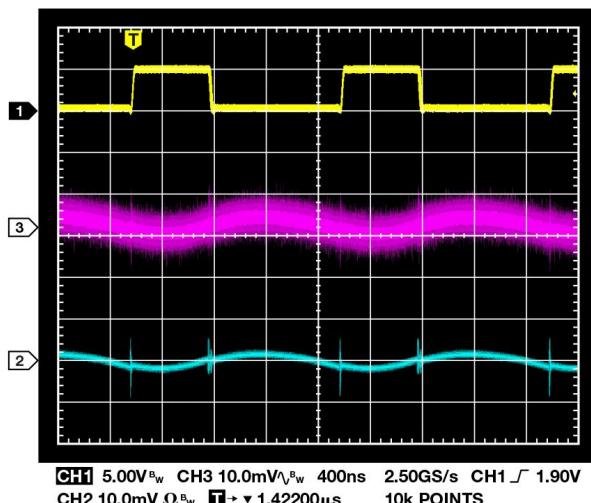


Рисунок 11. Сигнал в коммутационном узле (1), метод tip-and-barrel (3) и метод с 50-омным коаксиальным кабелем.

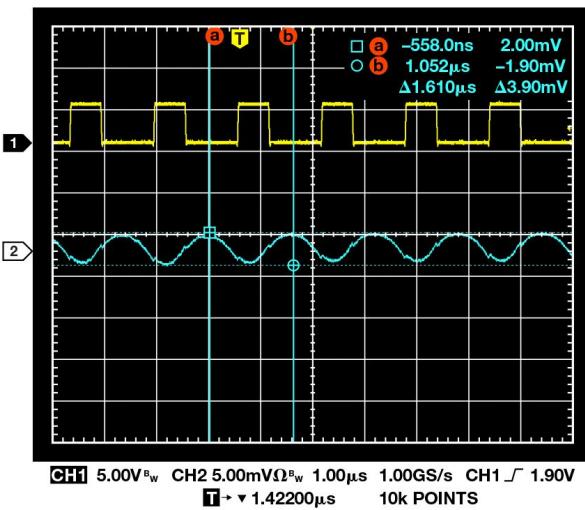


Рисунок 12. Сигнал в коммутационном узле (1) и пульсации выходного напряжения (2).

пропускания осциллографа до 20 МГц практически полностью убирает высокочастотный шум (Рисунок 12). Во временной области ADP2114 генерирует выходной шум с амплитудой 3.9 мВ пик-пик, что хорошо согласуется с результатами измерений в частотной области, дающими значение 4 мВ пик-пик в полосе 20 МГц.

Измерение коммутационных выбросов

Энергия коммутационных выбросов ниже, но частотный спектр шире, чем у выходных пульсаций. Выбросы происходят в моменты

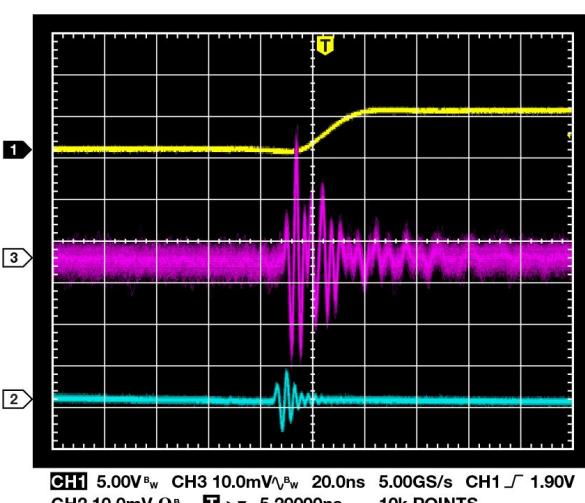


Рисунок 13. Измерения в коммутационном узле (1), выполняемые стандартным щупом осциллографа (3), и с использованием коаксиальной 50-омной согласованной оконечной нагрузки (2).

переключения и часто нормируются как один параметр, измеряемый от пика до пика и включающий пульсации. Рисунок 13 иллюстрирует сравнение двух методов измерения коммутационные выбросов: с использованием стандартно щупа осциллографа с длинной земляной петлей и согласованного на конце 50-омного коаксиального кабеля при полосе частот осциллографа 500 МГц. Из сравнения хорошо видно, почему, как правило, при длинном проводе заземления наблюдаемые коммутационные выбросы оказываются больше ожидаемых.

Заключение

Методы измерений выходных пульсаций и коммутационных выбросов имеют большое значение при конструировании и оптимизации малошумящих высокоеффективных систем питания на основе импульсных преобразователей. Эти методы обеспечивают точный и воспроизводимый результат как во временной, так и в частотной области. При измерении слабых сигналов в широкой полосе час-

тот важно обеспечить 50-омный импеданс всего тракта прохождения измеряемого сигнала. Простой и недорогой способ, позволяющий это сделать – использовать хорошо согласованный на конце 50-омный коаксиальный кабель. Этот метод может быть применен к импульсным преобразователям множества различных топологий. **РЛ**

Ссылки

1. [Power Management](#)
2. [Switching Regulators](#)
3. Limjoco, Aldrick. AN-1144 Application Note. [Measuring Output Ripple and Switching Transients in Switching Regulators](#). Analog Devices, Inc., 2013.
4. Application Note 01-08-01, Rev. 01. [Output Ripple Voltage Measurements](#). SynQor.
5. Williams, Jim. Application Note 70. [A Monolithic Switching Regulator with 100 \$\mu\$ V Output Noise](#). Linear Technology, 1997.

Материалы по теме

1. [Datasheet Analog Devices ADP2114](#)

Компании и бренды корпорации Panasonic. Радиоприемная и звуковая техника 1950-1980-х годов



Часть 1

Юрий Петровавловский

На протяжении своей истории организационная структура корпорации Panasonic неоднократно претерпевала изменения, касающиеся как состава и названий входящих в нее компаний, так и торговых марок производимой продукции. В России и странах СНГ интересы корпорации представляет ООО «Панасоник РУС» с главным офисом в Москве, основанное в 1996 году и работающее по трем основным направлениям – «Аудио-видео», «Бытовая техника», «Системные решения для бизнеса».

Начало превращения фабрики электротехнических изделий Matsushita Electric Manufacturing Work в корпорацию можно отнести к 1933 году, когда компания приобрела участок земли площадью 70,000 квадратных метров вблизи Осаки и перенесла туда свой головной офис. В том же году Коносуке Мацусита решил сделать каждое подразделение своей компании ответственным за производство, сбыт продукции и получение прибыли. К 1935 году в компании работало уже более 3500 сотрудников, а номенклатура

продукции превысила 600 наименований, что побудило Коносуке преобразовать компанию в холдинг Matsushita Electric Industrial Co., Ltd. (MEI), в состав которого входили девять относительно самостоятельных дочерних и четыре ассоциированных компаний.



Рисунок 1. Первые радиолампы, выпущенные Panasonic в 1943 году под брендом МЕС.

Различные комплектующие для собственной продукции компания производила самостоятельно еще в ранний период своей деятельности до и во время Второй мировой войны. Например, в 1943 году были выпущены первые радиолампы (Рисунок 1). Однако это направление получило интенсивное развитие только после создания в 1952 году совместного предприятия с компанией Philips под названием Matsushita Electronics Corporation (МЕС) для производства электровакуумных приборов и ламп освещения.

Основной бренд компании – National – впервые был использован для велосипедных фонарей квадратной формы «National Lamp» (Рисунок 2) в 1925 году. Эта «народная лампа» была запущена в массовое производство в 1927 году и получила широкое распространение не только для велосипедов, но и для других целей в качестве переносного фонаря. Под торговой маркой National компания выпускала широкий спектр потребительских продуктов для внутреннего рынка, а также для стран Азии, в меньшей степени для Европы и никогда не использовала для США. После преобразования в 2008 году корпорации MEI в Panasonic использование бренда National было постепенно прекращено и в Японии.



Рисунок 2. Велосипедный фонарь квадратной формы «National Lamp».

На протяжении первых десятилетий именно под брендом National был выпущен целый ряд новых для кампании, а нередко и первых в Японии или мире, продуктов. Начиная с середины 1920-х годов, корпорация MEI последовательно внедряла в производство

самые различные бытовые и радиоэлектронные приборы, элементы питания, осветительные лампы и другие продукты для потребительского рынка, причем не только под брендом National, но и под другими. Например, в 1931 году компания начала производство своих первых сухих элементов питания под старым логотипом в виде буквы M внутри ромба, перечеркнутой стрелой.

Потребность в сухих батареях возникла в связи с большим спросом на «Народные лампы», для которых они в основном и предназначались. Чтобы удовлетворить спрос на батареи, компания приобрела фабрику для их производства, однако уже тогда Коносuke Мацусита предвидел большой спрос на автомобильные аккумуляторы, в связи с чем в 1935 году была создана компания по разработке и производству автомобильных аккумуляторов National Storage Battery. Первый автомобильный аккумулятор компании National AR5-6 был выпущен в 1937 году.

Под брендом National, начиная с первого радиоприемника National R-31, компания выпустила множество моделей ламповых, а с конца 1950-х годов – и транзисторных радиоприемников. В 1951 году выпущен первый портативный радиоприемник компании National PS-81, а в 1957 году – первый транзисторный радиоприемник National UB-150. Миниатюрный средневолновый AM радиоприемник на шести транзисторах National T-10 (1959 г.) стал самым маленьким в мире (габариты 59 × 83 × 23 мм). Для питания приемника использовался сухой элемент с напряжением 5.2 В. Внешний вид аппарата показан на Рисунке 3 (рядом для сравнения элемент AA).

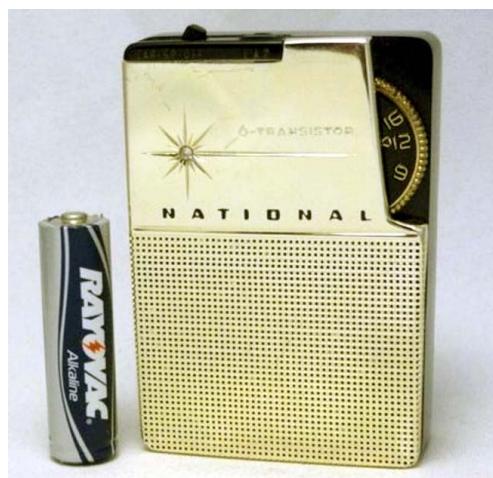


Рисунок 3. Средневолновый AM радиоприемник National T-10.



Рисунок 4. Одна из модификаций динамической головки National EAS-20PW09.

Возникновение бренда Panasonic было связано с необходимостью выхода MEI на рынки США, Канады и Мексики, в которых бренд National уже был зарегистрирован. Название бренда, состоящее из греческих слов «rap» и «sonic» (можно перевести как «все звуки»), подчеркивало назначение первых продуктов с этой торговой маркой – громкоговорителей (динамических головок) Rana Sonic. Домашним аналогом первых динамических головок в США были National EAS-20PW09 (другое название 8P-W1), выпускавшиеся с 1954 года (Рисунок 4). Качественные характеристики этого динамика весьма впечатляют даже в наше время, о чем свидетельствуют объявления о его продажах на японских сайтах. При внешнем диаметре двойной головки 20 см (диаметр диффузора 166 мм) обеспечивается полоса воспроизведения частот 50 Гц-16 кГц с высоким уровнем звукового давления. Зависимость звукового давления динамика от частоты приведена на Рисунке 5 (заявленное номинальное значение 94 дБ). Другие параметры головки: допустимая подводимая мощность 8 Вт, импеданс 8 Ом, добротность 0.73, вес 1.26 кг.

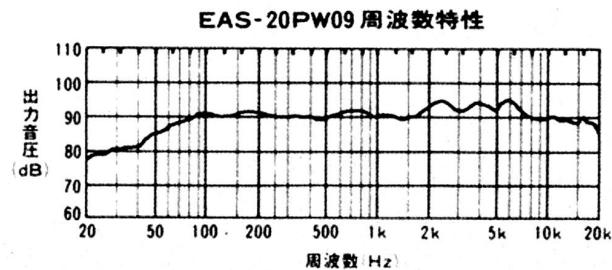


Рисунок 5. Зависимость звукового давления динамика National EAS-20PW09 от частоты.

С появлением нового бренда стала стремительно нарастать экспортная составляющая деятельности компании, сначала в США, а затем и в Европе. Однако новые модели продуктов сначала появлялись в основном под маркой National. В отличие от динамиков, простой замены этикетки на сложных продуктах было недостаточно, так как в различных регионах мира действуют самые разные стандарты, которым должна соответствовать импортная продукция. Стандартизируются, в частности, параметры электропитания, частотного распределения служб (радио, ТВ, связь), форматы передачи сигналов и данных, стандарты цветного ТВ, форматы видеозаписи и другие характеристики. Поэтому похожие по внешнему виду модели сложной техники (не только Panasonic) для внутреннего и внешних рынков выпускаются под различными названиями с вариациями по исполнениям для конкретных регионов поставки.

Для продвижения продукции компании на американском рынке в сентябре 1959 года в Нью-Йорке была создана корпорация Matsushita Electric Corporation of America (MECA), а в Токио образован международный головной офис для комплексной поддержки международной деятельности корпорации. Благодаря этой поддержке было обеспечено высокое качество экспортной продукции, в том числе ставших всемирно известными транзисторных приемников Panasonic. На Music Show в Чикаго в июне 1961 года, в то время крупнейшим музыкальным шоу и выставкой радиоэлектронных товаров, транзисторные радиоприемники под маркой Panasonic получили особенно широкую популярность. Чтобы удовлетворить спрос, MECA зафрахтовала самолет для доставки 10,000 радиоприемников в США.

Выход на рынки промышленной электроники Европы начался с основания в 1962 году компании SDS-Relais GmbH в ФРГ и начала в



Рисунок 6. Полочная акустическая система EAB-1204.

1964 году ее сотрудничества с дочерней компанией MEI – Matsushita Electric Works (MEW). Сама MEW была основана в 1947 году для производства электромонтажных изделий для жилых и промышленных помещений. Продукты SDS-MEW (подразделение автоматизации и управления/ Automation Controls Division) выпускались под торговой маркой SDD-Relais. В 1970-80-х годах были созданы дочерние компании SDS-MEW в Австрии, Швейцарии, Франции, Италии и Великобритании. В номенклатуру выпускаемых продуктов компании вошли, например, электромеханические и полупроводниковые реле, встроенные датчики, соединители, коммутационные изделия и ряд других компонентов и приборов промышленного назначения, нередко под торговой маркой NAiS.

В 1965 году корпорация MEI впервые использовала новую торговую марку Technics для своей полочной акустической системы «Technics 1» (EAB-1204), внешний вид которой показан на Рисунке 6. Эта двухполюсная акустика весом 4.4 кг и подводимой мощностью 12 Вт обеспечивает звуковое давление не менее 87 дБ/Вт/м в полосе частот 40 Гц–20 кГц. Частота раздела фильтров составляет 3.5 кГц, импеданс 8 Ом. С 1971 года бренд Technics стал использоваться для всех аудиопродуктов компании премиального класса (Hi-Fi). Такое положение сохранялось до 2002 года, когда на основных рынках, кроме Японии и стран бывшего СССР, бренд был



Рисунок 7. Катушечный магнитофон National RQ-112. (Снизу вид со снятой верхней панелью).

заменен на Panasonic. В 2010 году произошел окончательный отказ от Technics, и вся продукция корпорации выпускалась под брендом Panasonic, однако к 50-летнему юбилею торговой марки Technics в 2015 году было принято решение о возрождении бренда. Продукты Technics представлены и в каталогах Panasonic 2018 года.

В области магнитной записи звука MEI начала работы еще в середине 1950-х годов; свой первый домашний магнитофон National RQ-201 компания выпустила в 1958 году, в 1960 году был представлен портативный катушечный магнитофон National RQ-112 (Рисунок 7). Этот аппарат с размерами 176 × 170 × 60 мм и весом 1.3 кг питался от комплекта из 12 элементов типа АА. Диаметр бобин равнялся 80 мм, скорости протяжки ленты составляли 9.53 см/с и 4.76 см/с. Похожий аппарат Panasonic RQ-113S пользовался популярностью в различных странах в середине 1960-х годов. **РЛ**

Окончание в следующем номере

Прецизионный измеритель тока верхнего плеча

Catherine Chang, Linear Technology

Design Note 1045

Введение

Для высокоточного измерения микроамперных токов в положительном полюсе нагрузки требуется резистор с низким сопротивлением и сверхмаломощный усилитель с малым напряжением смещения. Максимальное напряжение смещения входа усилителя с нулевым дрейфом LTC2063 равно всего 5 мВ, а ток потребления – 1.4 мА, что делает его прекрасным выбором для создания законченного решения, измеряющего ток верхнего плеча (Рисунок 1).

При измерении токов в динамическом диапазоне от 100 мкА до 250 мА схема потребляет очень небольшой ток от 2.3 мкА до 280 мкА. Исключительно низкое напряжение смещения LTC2063 дает возможность подключать эту схему к шунту с сопротивлением всего 100 мОм, максимальное падение на котором составляет 25 мВ. Это сводит к минимуму потери на измерительном резисторе и увеличивает мощность, поставляемую в нагрузку. Rail-to-rail входы LTC2063 позволяют этой схеме работать с очень малыми токами нагрузки при синфазных напряжениях,

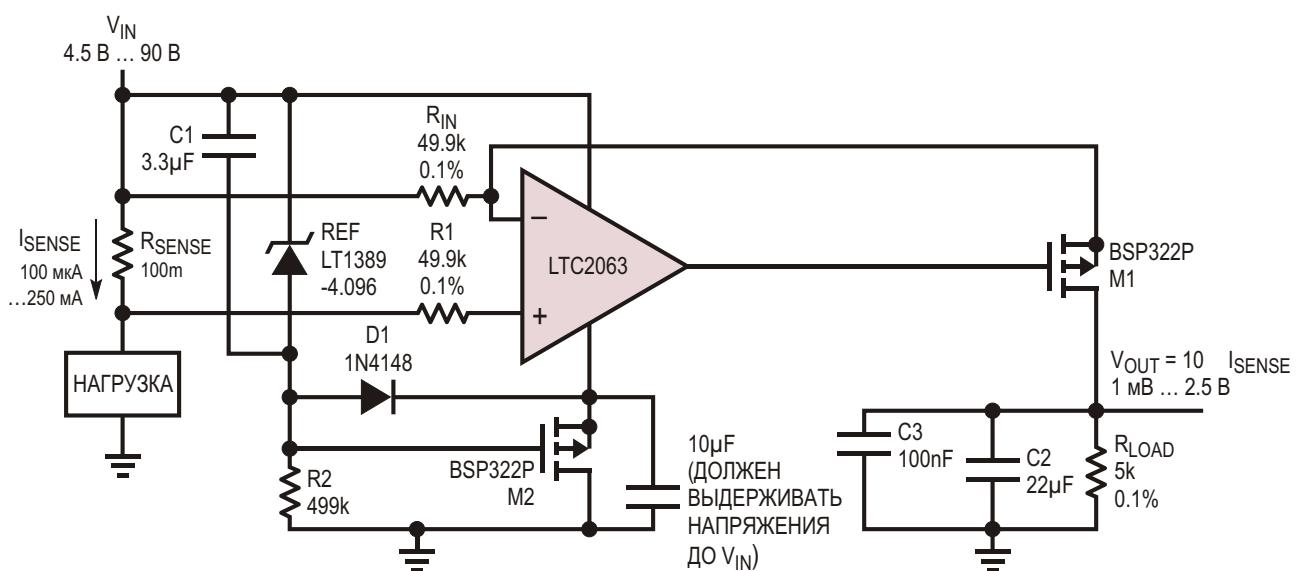


Рисунок 1. Схема прецизионного измерителя тока верхнего плеча основана на операционном усилителе с нулевым дрейфом LTC2063.

почти равных напряжениям шин питания. Интегрированный в LTC2063 фильтр защищает микросхему от радиочастотных помех в условиях высокого уровня шумов.

Выходное напряжение схемы для заданного тока шунта I_{SENSE} равно

$$V_{OUT} = \frac{R_{LOAD}}{R_{IN}} R_{SENSE} I_{SENSE} + 10 I_{SENSE}.$$

Нулевая точка

Критически важной характеристикой схемы измерения тока является нулевая точка, или эквивалентный ток ошибки на входе, создающий выходное напряжение в отсутствие измеряемого тока. Нулевая точка обычно определяется входным напряжением смещения, деленным на сопротивление R_{SENSE} . Благодаря низкому напряжению смещения LTC2063, типовое значение которого равно 1 мкВ, а максимальное – 5 мкВ, а также низким типовым входным токам и токам смещения, имеющим порядок 1 пА, ошибки, связанные с нулевой точкой, имеют типовое значение всего 10 нА (1 мкВ/0.1 Ом), а максимальное – 50 нА (5 мкВ/0.1 Ом). Столь незначительная ошибка позволяет схеме измерения тока сохранять линейность вплоть до нижней границы диапазона (100 нА) без излома характеристики, связанного с потерей разрешения (Рисунок 2). Результирующая зависимость выходного напряжения от входного тока линейна во всем диапазоне измеряемых токов.

Еще одним источником ошибки нулевой точки является ток стока Р-канального поле-

вого транзистора при нулевом напряжении на затворе (I_{DSS}) – паразитный ток, существующий при ненулевом напряжении сток-исток (V_{DS}) и номинально выключенном транзисторе (напряжение затвор-исток равно нулю). MOSFET с большим током утечки I_{DSS} будет причиной появления ненулевого положительного напряжения V_{OUT} в отсутствие тока I_{SENSE} .

Верхний предел I_{DSS} использованного в этой схеме транзистора BSP322P компании Infineon при $|V_{DS}| = 100$ В составляет всего 1 мкА. Оценка типичного значения I_{DSS} в этом приложении, полученная из графика в техническом описании BSP322P для комнатной температуры и $V_{DS} = -7.6$ В, дает величину всего 0.2 нА, что соответствует результирующей выходной ошибке лишь 1 мкВ, эквивалентной ошибке входного тока 100 нА при измеряемом токе 0 А.

Архитектура

Микросхема источника опорного напряжения LT1389-4.096 и бутстрепная схема на элементах M2, R2 и D1 образуют очень мало мощную изолированную 3-вольтовую шину (4.096 В плюс напряжение отсечки M2, типичное значение которого равно –1 В). Это шина защищает LTC2063 от воздействия напряжения, превышающего максимально допустимое напряжение питания 5.5 В. Несмотря на то, что для задания тока смещения может быть достаточно последовательного сопротивления, использование транзистора M2 позволяет значительно повысить общее напряжение питания, а также ограничить потребление тока в верхнем конце диапазона всего до 280 мкА.

Точность

Входное напряжение смещения микросхемы LTC2063 вносит фиксированный ток ошибки, приведенное к входу типовое значение которого равно 10 мкА. При измерении на верхнем пределе полной шкалы 250 мА это приведет к ошибке всего 0.004%. Однако в нижней части шкалы 10 мкА составит уже 10% от тока 100 мкА, но, поскольку смещение постоянно, оно может быть откалибровано. Как показывает Рисунок 3, общее смещение, вносимое микросхемой LTC2063, несогласованными паразитными термопарами и любыми паразитными последовательными входными сопротивлениями составляет всего 2 мкВ.

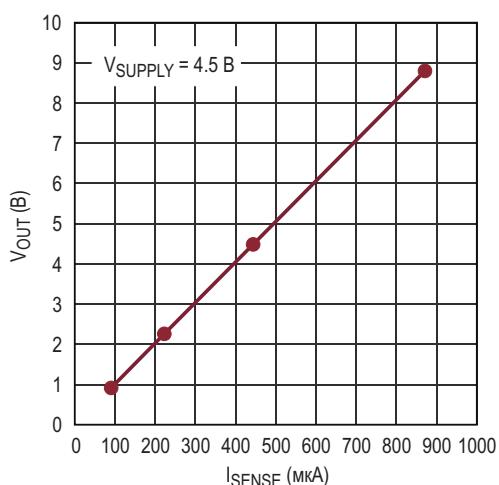


Рисунок 2. Нижняя граница диапазона измерений I_{SENSE} в увеличенном масштабе.

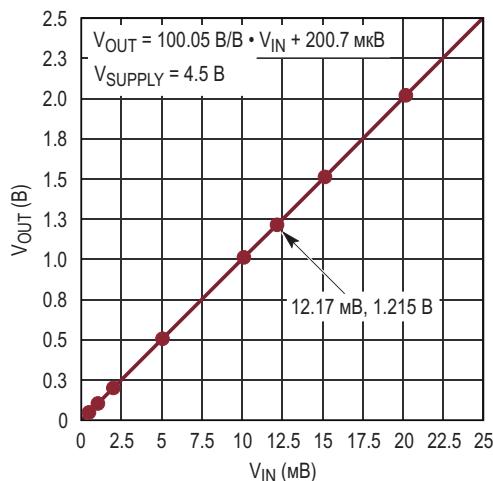


Рисунок 3. Сквозная характеристика преобразования от V_{IN} до V_{OUT} при минимальном напряжении питания 4.5 В. Деление выходного смещения 200.7 мВ на коэффициент усиления напряжения 100.05 В/В дает напряжение смещения входа 2 мВ.

Из Рисунка 3 видно, что измеренное усиление 100.05 В/В на 1.28 превышает ожидаемое значение 98.77 В/В, определяемое реальными сопротивлениями R_{LOAD} и R_{IN} . Эта ошибка может быть обусловлена различием температурных коэффициентов R_{LOAD} и R_{IN} . Основным источником погрешности на выходе этой схемы является шум, поэтому решающее значение имеет его снижение путем фильтрации с использованием параллельных конденсаторов большой емкости для сужения шумовой полосы частот и, соответственно, снижения суммарных помех. При частоте среза выходного фильтра 1.5 Гц LTC2063 добавляет примерно 2 мВ пик-пик приведенных к входу низкочастотных шумов. Дополнительное снижение погрешности, обусловленной шумами, дает усреднение выходного напряжения на максимально возможном интервале времени.

Другими источниками погрешностей в этой токоизмерительной схеме являются последовательное паразитное сопротивление проводников платы между R_{SENSE} и входами LTC2063, разброс сопротивлений резисторов R_{IN} и R_{LOAD} , задающих коэффициент усиления, несоответствие температурных коэффициентов этих резисторов и напряжение ошибки на входе операционного усилителя, создаваемое паразитными термопарами. Влияние первых трех источников ошибок можно минимизировать использованием четырехпроводного подключения к токоизмерению.

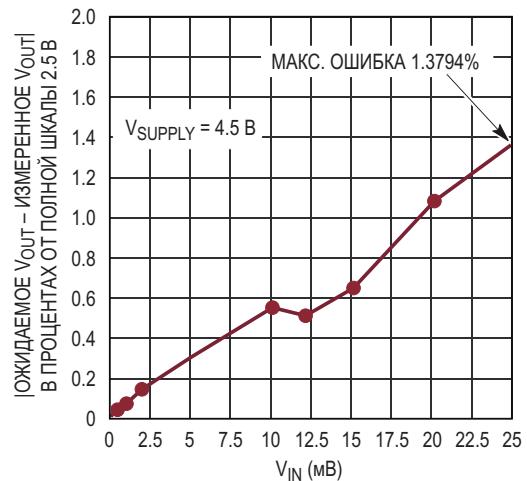


Рисунок 4. Во всем диапазоне измерений ошибка остается ниже 1.4%.

измерительному резистору R_{SENSE} (мост Кельвина) и выбором входных резисторов и резистора R_{LOAD} с отклонениями сопротивлений 0.1% и похожими или низкими температурными коэффициентами. Для того чтобы нейтрализовать эффект паразитной термопары, выводы резисторов R_1 и R_{IN} должны быть сделаны из одинакового металла. Необходимо также, насколько это возможно, не допускать асимметрии температурных градиентов на входах.

Общий вклад всех источников ошибок, обсуждавшихся в этом разделе, относительно максимального выходного напряжения 2.5 В, как видно из Рисунка 4, не превышает 1.4%.

Потребляемый ток

Минимальный ток, требуемый для питания микросхем LT1389 и LTC2063 составляет 2.3 мА при минимальных значениях напряжения питания V_{SUPPLY} и измеряемого тока I_{SENSE} (4.5 В и 100 мА), и увеличивается до 280 мА при максимальных V_{SUPPLY} и I_{SENSE} (90 В и 250 мА) (Рисунок 5). Помимо активных компонентов, ток источника питания V_{SUPPLY} проходит также через транзистор M1. Величина этой составляющей, пропорциональной выходному напряжению, изменяется от 200 нА при выходном напряжении 0.1 мВ (для $I_{SENSE} = 100$ мА) до 500 мА при напряжении 2.5 В (для $I_{SENSE} = 250$ мА). Таким образом, общий ток потребления, добавляющийся к току I_{SENSE} , изменяется в диапазоне от 2.5 мА до 780 мА. Сопротивление R_{LOAD} выбрано равным 5 кОм исходя из типичного значения входного тока АЦП.

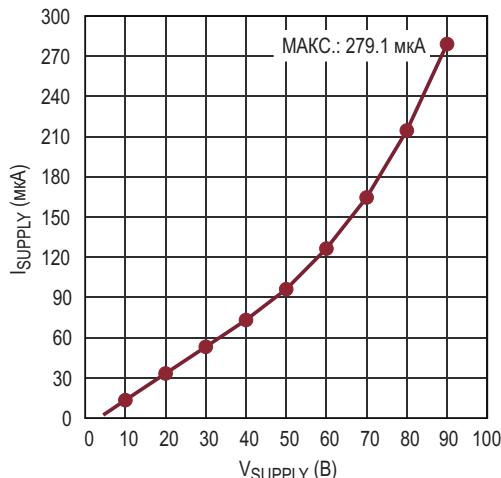


Рисунок 5. Потребляемый ток увеличивается с ростом напряжения питания, но никогда не превышает 280 мА.

Диапазон входных напряжений

Максимальное напряжение питания этой схемы ограничивается наибольшим напряжением $|V_{DS}|$, которое способен выдержать Р-канальный МОП-транзистор. Поскольку для BSP322P это максимальное значение составляет 100 В, подходящим рабочим пределом для схемы будет напряжение 90 В.

Диапазон выходных напряжений

Схема может работать на сопротивление нагрузки 5 кОм, что позволяет подключать ее к входам многих АЦП. Диапазон выходных напряжений составляет от 0 В до 2.5 В. Благодаря rail-to-rail выходам микросхемы LTC2063, максимальное напряжение на затворе M1 ограничено только запасом, требуемым для LTC2063. Типовое значение этого напряжения, равное для данной схемы 3 В, определяется суммой опорного напряжения 4.096 В на микросхеме LT1389 и порогового напряжения –1 В транзистора M2.

Поскольку выходным сигналом этой схемы является не напряжение, а ток, смещение земли или выводов на ее точность не влияют. Это позволяет использовать длин-

ные провода между выходом Р-канального МОП-транзистора M1 и резистором нагрузки R_{LOAD} , чтобы разместить R_{SENSE} вблизи шины с измеряемым током, а R_{LOAD} – возле АЦП и других каскадов последующей обработки сигнала. Недостатком длинных проводов является увеличенная чувствительность к электромагнитным помехам. Однако конденсатор C3 емкостью 100 нФ, подключенный параллельно R_{LOAD} , убирает такие помехи прежде, чем они достигнут входа следующего каскада.

Ограничения скорости

В связи с тем, что произведение коэффициента усиления на полосу пропускания для микросхемы LTC2063 равно 20 кГц, эту схему рекомендуется использовать для измерения сигналов с частотой 20 кГц или ниже. Включенный параллельно нагрузке конденсатор C2 емкостью 22 мкФ фильтрует выходные шумы до 1.5 Гц, улучшая точность измерений и защищая последующие каскады от резких бросков тока. Платой за эту фильтрацию является возросшее время установления, особенно в самом низу диапазона измерений.

Заключение

Сверхнизкое входное напряжение смещения микросхемы LTC2063, низкие входные токи и токи смещения, а также rail-to-rail вход обеспечивают высокую точность измерений токов во всем диапазоне от 100 мкА до 250 мА. Ток потребления микросхемы, не превышающий 2 мкА, составляет ничтожную долю от 280 мА для большей части рабочего диапазона. Низкое напряжение питания в сочетании с низким потребляемым током позволяют питать микросхему от источника опорного напряжения. **РЛ**

Материалы по теме

1. [Datasheet Linear Technology LTC2063](#)
2. [Datasheet Linear Technology LT1389](#)
3. [Datasheet Infineon BSP322P](#)

Высокоэффективный сильноточный импульсный преобразователь отрицательного напряжения в отрицательное

Martin Rowe

EDN

Преобразуя отрицательное напряжение в менее отрицательное, необходимо, чтобы изменения входного напряжения не оказывали влияния на выходное. Во всех таких преобразователях имеется источник опорного

напряжения, позволяющий стабилизировать выходное напряжение. Опорным уровнем для него обычно служит самая отрицательная шина, каковой является земля. Поэтому выходное напряжение такого преобразовате-

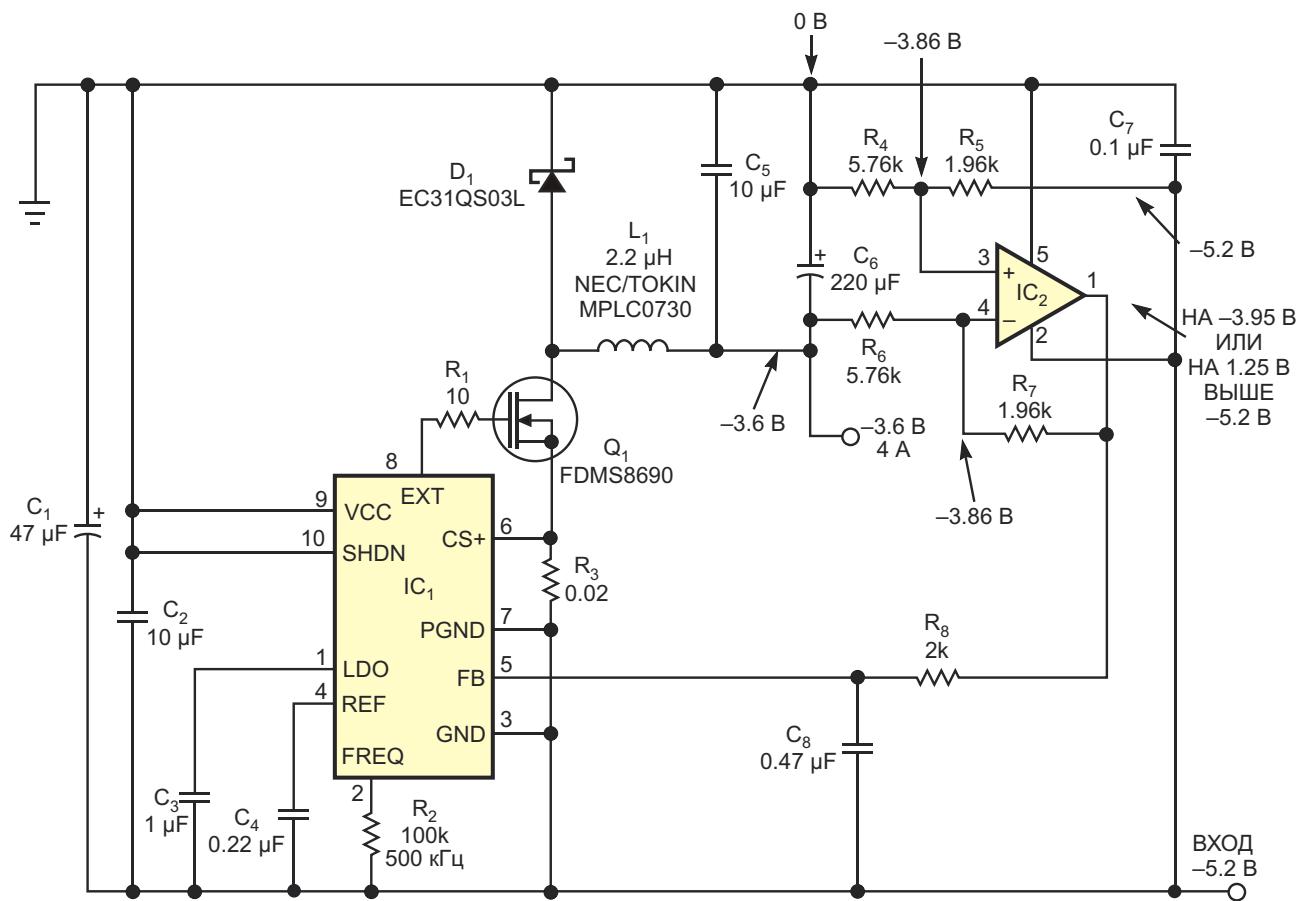


Рисунок 1. Импульсный преобразователь вырабатывает стабилизированное отрицательное напряжение из более отрицательного входного напряжения.

ля оказывается зависящим от точности его отрицательного источника питания. Схема на Рисунке 1 лишена этого недостатка. Основанная на операционном усилителе (ОУ) и импульсном повышающем преобразователе, она отдает в нагрузку ток до 4 А при КПД, превышающем 90%. Замкнутый контур обратной связи поддерживает стабильный уровень выходного напряжения относительно земли – наиболее положительной шины, – которая одновременно является узлом, поставляющим ток в нагрузку схемы.

Схема преобразует напряжение питания -5.2 В в -3.6 В. Повышающий преобразователь IC₁ (MAX668) регулирует выходное напряжение таким образом, чтобы напряжение обратной связи равнялось -3.95 В, то есть, было на 1.25 В выше напряжения -5.2 В. Резистор R₈ и конденсатор C₈ образуют фильтр низких частот, стабилизирующий напряжение на входе обратной связи FB. Затем нужно выбрать соотношения сопротивлений пар резисторов R₄/R₆ и R₅/R₇, соответствующие требуемому выходному напряжению. При равенстве сопротивлений R₄, R₅ и R₆, R₇ улучшается подавление синфазных помех. Отношение сопротивлений R₄ и R₅ определяет уровень напряжения на неинвертирующем входе операционного усилителя IC₂ (MAX4322), а также и на инвертирующем входе, поскольку, благодаря обратной связи, потенциалы его входов поддерживаются равными. Зная выходное напряжение ОУ IC₂ (-3.95 В) и его отрицательное входное напряжение, и используя значения сопротивлений R₆ и R₇, можно определить выходное напряжение схемы:

$$V_{\text{OUT}} = V_{\text{REF}} \frac{R_6}{R_7},$$

где

$V_{\text{REF}} = 1.25$ В – номинальное опорное напряжение микросхемы IC₁,

$R_4 = R_6$,

$R_5 = R_7$.

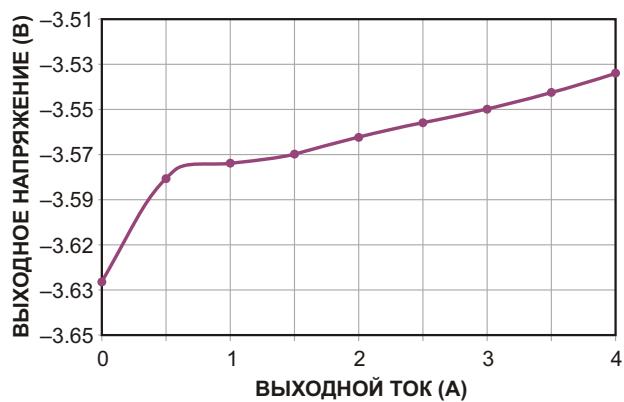


Рисунок 2. Зависимость выходного напряжения схемы на Рисунке 1 от выходного тока.

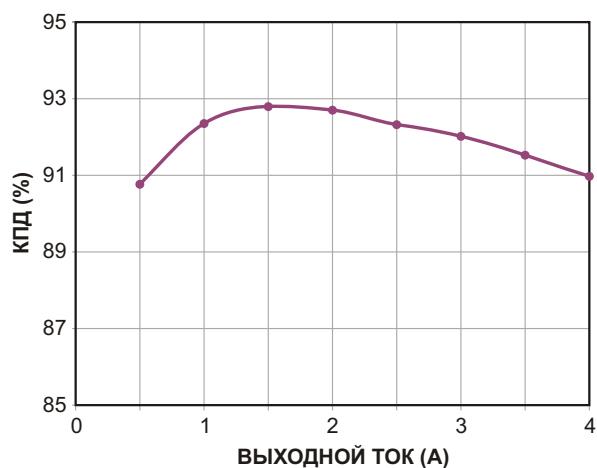


Рисунок 3. Зависимость КПД схемы на Рисунке 1 от выходного тока.

Если в схеме на Рисунке 1 сопротивления резисторов R₅ и R₇ равны 1.96 кОм, а резисторов R₄ и R₆ – 5.76 кОм, то выходное напряжение будет равно -3.76 В. Характеристики схемы иллюстрируются графиками зависимости выходного напряжения от выходного тока (Рисунок 2) и зависимости КПД от выходного тока (Рисунок 3). **РЛ**

Материалы по теме

1. [Datasheet Maxim Integrated MAX668](#)
2. [Datasheet Maxim Integrated MAX4322](#)
3. [Datasheet ON Semiconductor FDMS8690](#)

Быстродействующий ШИМ ЦАП без пульсаций

Stephen Woodward

EDN

Благодаря своей непреходящей простоте, ЦАП на основе ШИМ всегда будут занимать место в кулинарных книгах разработчиков, но, как правило, их полезность и привлекательность ограничиваются большим временем отклика и проблемой пульсаций ШИМ. Обычный способ ослабления пульсаций с помощью RC фильтра низких частот никогда не позволяет избавиться от них полностью, и только делает время установления выходного напряжения мучительно долгим. Другой подход, показанный на Рисунке 1, основан на

использовании синхронной выборки и хранения и лишен этого недостатка.

Описанная здесь идея базируется на изначально периодическом характере пульсаций ШИМ, что делает их одинаковыми по уровню в любой синхронно выбранной точке диаграммы напряжения V_{C1} (Рисунок 2). Поэтому, если синхронно выбирать напряжение V_{C1} , как это делается в схеме на Рисунке 1 с помощью аналогового ключа S1 и конденсатора C2 (получается схема выборки-хранения), а затем переносить его

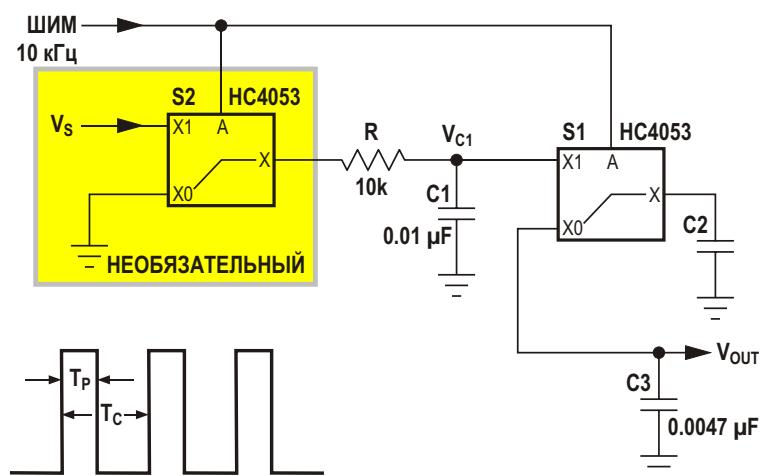


Рисунок 1. Функция выборки-хранения, выполняемая элементом S1, удаляет пульсации ШИМ.

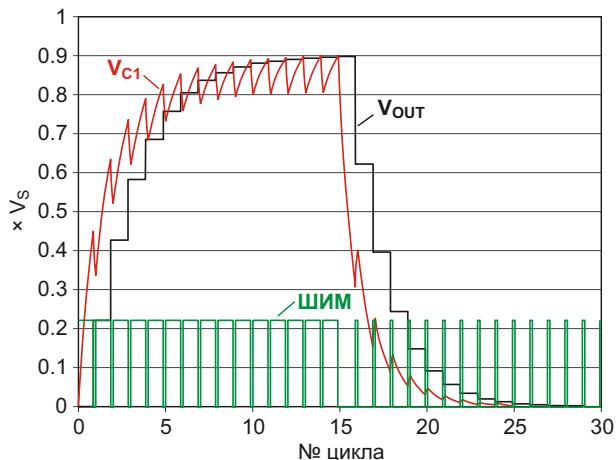


Рисунок 2. За 15 циклов ШИМ точность ЦАП устанавливается на уровне 8 бит.

на выходной конденсатор С3, результатом будет гладкое, свободное от пульсаций напряжение V_{OUT} , независящее от того, насколько велики выбросы на V_{C1} . Сказанное иллюстрируется графиками динамического режима на Рисунке 2.

Более того, поскольку синхронная выборка по своей сути исключает пульсации независимо от того, насколько мала постоянная времени RC_1 , из этого следует, что произведение RC_1 может быть сделано достаточно небольшим. Это способно кардинально уменьшить время установления. Так, на Рисунке 1 период ШИМ $T_C = RC_1 = 100 \text{ мкс}$, и установление выходного напряжения, соот-

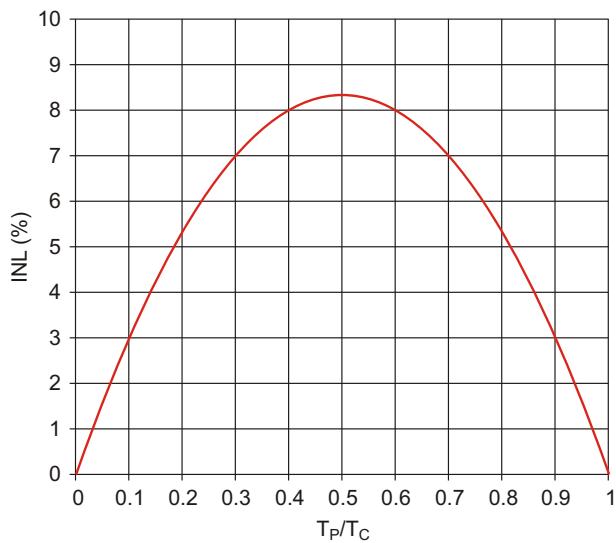


Рисунок 3. Ошибка нелинейности, обусловленная выпрямленными пульсациями.

ветствующего 8-битному разрешению, происходит за время, меньшее, чем $15 T_C = 1.5 \text{ мс}$. Но, конечно же, как мы прекрасно знаем, у всего хорошего должен быть какой-то предел. Поэтому возникает вопрос: насколько коротким может быть сделано время RC_1 , и какими конструктивными факторами определяется это ограничение?

Ответ подскажет более внимательный взгляд на форму V_{C1} : V_{OUT} выбирается не из

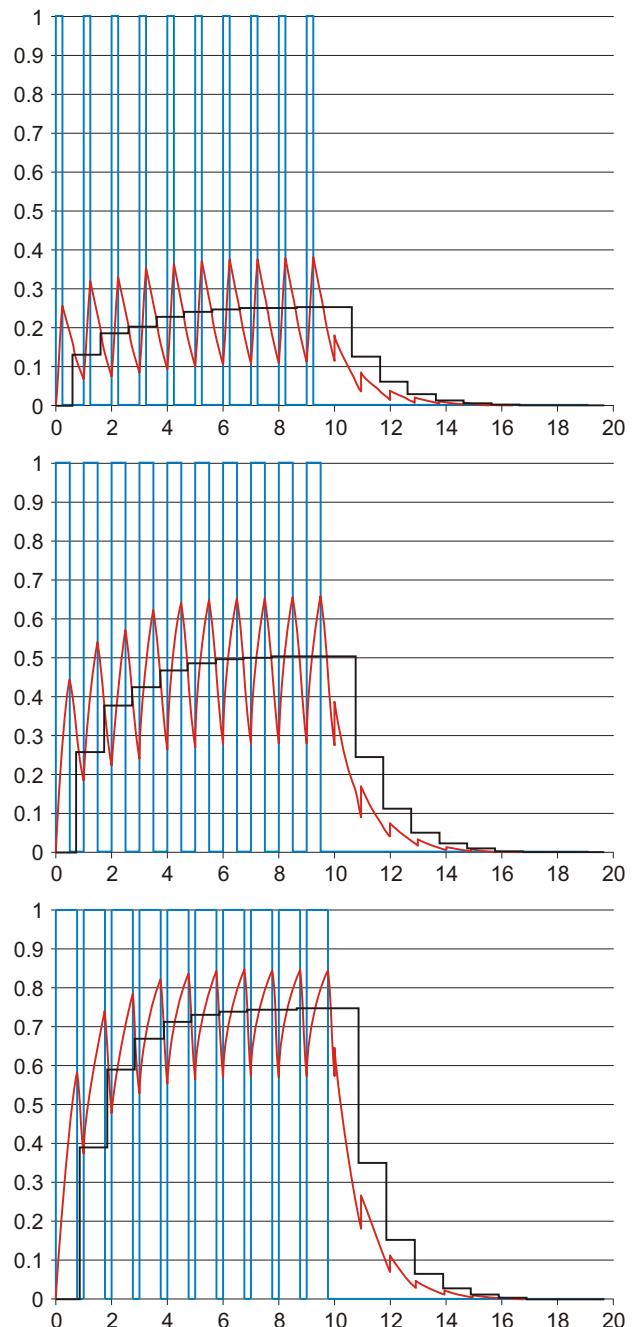


Рисунок 4. Отклики ЦАП при трех различных временах установления.

среднего значения V_{C1} , а из максимумов пиков пульсаций. Поэтому

$$V_{\text{OUT}} = V_s \frac{T_p}{T_c} - V_{\text{RIPPLE}},$$

где амплитуда пульсаций

$$V_{\text{RIPPLE}} = V_s \frac{\frac{T_p}{T_c} - 1 - \frac{T_p}{T_c}}{\frac{2R(C1 + C2)}{T_c}}.$$

Отсюда видно, что суммирование этого нелинейного компонента с функцией выходного напряжения ЦАП V_{OUT} делает передаточную функцию ЦАП также нелинейной, в результате чего ошибка интегральной нелинейности (INL) при указанных на схеме номиналах компонентов может достигать 8.3% от полной шкалы (Рисунок 3). Для многих приложений столь высокий уровень INL неприемлем. К счастью, есть простой (программный) способ решения проблемы: цифровая коррекция настроек ЦАП. Например, при использовании компонентов с номиналами из Рисунка 1 получаем

$$R(C1 + C2) = \frac{3}{2} T_c.$$

Если теперь выбрать другое значение T_p :

$$T'_p = T_p / 0.6 = 0.4 \frac{T_p}{T_c} = 0.015 T_c,$$

член V_{RIPPLE} из выражения для V_{OUT} исчезнет, и 8-битный уровень INL будет восстановлен.

Необходимо упомянуть «необязательные» элементы V_s и $S2$, которые формируют входной сигнал для RC1 из напряжения прецизионного опорного источника V_s и, таким образом, позволяют избежать наложения шумов, характерных для источников питания логических схем (и, следовательно, проходящих вместе с сигналом ШИМ на выход). Разумеется, если требования к точности вашего приложения достаточно невысоки, V_s и $S2$ можно опустить, и просто напрямую подключить R к сигналу ШИМ.

Подчеркнем еще раз сказанное в начале: одной из главных прелестей ШИМ ЦАП является их абсолютная простота. **РЛ**

Материалы по теме

1. [Datasheet Texas Instruments CD74HC4053](#)

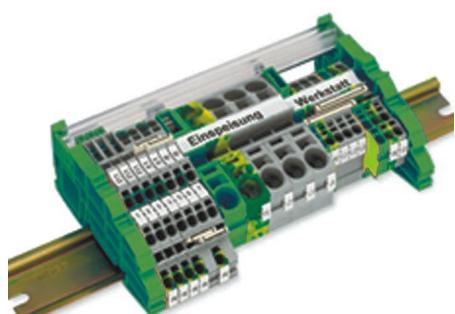
настоящее немецкое качество



контрольно-измерительное оборудование



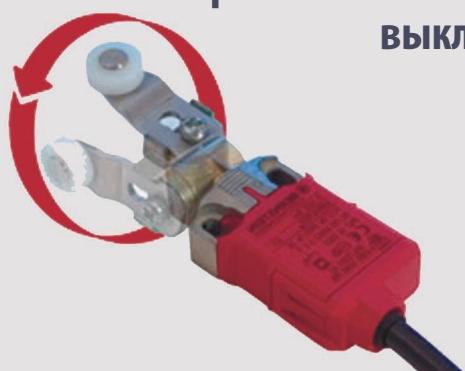
инструмент для разделки кабеля и снятия изоляции



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



Инструментальный усилитель улучшает параметры пьезоэлектрического акселерометра

Dave Wuchinich

EDN

Типичный пьезоэлектрический датчик представляет собой диск из керамического материала PZT-5A с металлизированными электродами, нанесенными на обе поверхности. Внешние выводы присоединяются к

датчику с помощью электропроводящего эпоксидного клея. Двухсторонний скотч приклеивает сборку к исследуемой конструкции и изолирует датчик от земляных потенциалов. Диск ориентируется в направлении ожидаемого ускорения.

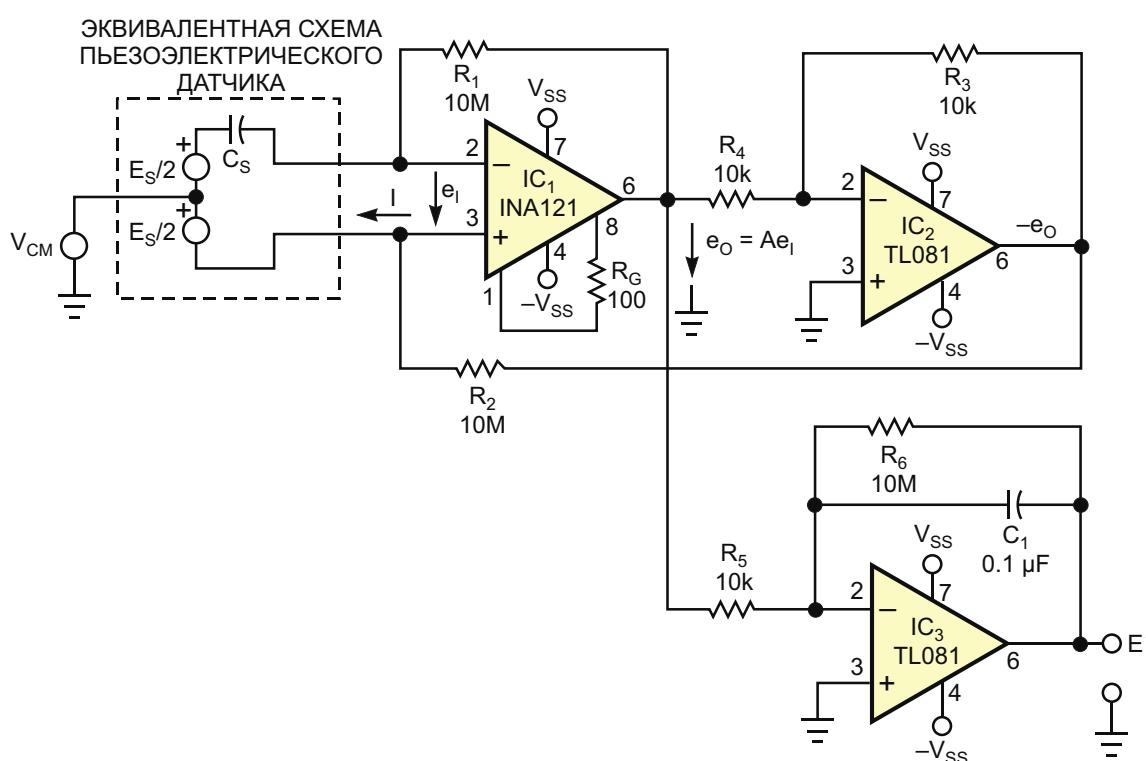


Рисунок 1. Три усилителя и несколько пассивных компонентов подавляют паразитные шумы, приходящие на пьезоэлектрический акселерометр.

даемого ускорения. При установке пьезоэлектрического диска на контролируемую структуру он служит в качестве простого датчика силы и ускорения, вырабатывая напряжение, прямо пропорциональное силе, действующей параллельно направлению поляризации диска. Емкостное сопротивление пьезоэлектрического диска вносит на низких частотах большое реактивное сопротивление, делающее сам диск и его выводы чувствительными приемниками помех, окружающих электрическое оборудование и приходящих по линиям питания. Удаленное размещение датчика требует экранированного соединительного кабеля, но даже экранирование не обеспечит полностью эффективного подавления синфазных сигналов из-за того, что шумы могут возникать на проводящих поверхностях диска.

Один из способов выделения сигнала датчика основан на использовании инструментального усилителя, усиливающего только потенциал, создаваемый датчиком, и подавляющего синфазные потенциалы шумов, возникающие на обоих выводах датчика.

Типичный пьезоэлектрический дисковый датчик диаметром 3.2 мм и толщиной 0.2 мм имеет емкость порядка 500 пФ. Если измерительное приложение требует динамического отклика на возбуждающий сигнал частотой 10 Гц или ниже, выходное сопротивление датчика имеет порядок десятков мегаом. Проводимость материала диэлектрика печатной платы и окружающая влажность накладывают на входное сопротивление усилителя практическое ограничение приблизительно 10 МОм.

Проектируя печатную плату, необходимо позаботиться об охранных кольцах, а выбранный усилитель должен иметь пикоамперные входные токи смещения. В противном случае емкость датчика и входные токи, идущие через резисторы обратной связи, будут вносить фазовый сдвиг в сигнал, подаваемый на инструментальный усилитель. Для того чтобы исключить необходимость в охранных кольцах и строгих требованиях к изоляции, в схеме на Рисунке 1 используется инструментальный усилитель с обратной связью, измеряющий не напряжение холостого хода датчика, а его ток короткого замыкания. Синфазное напряжение V_{CM} между датчиком и сигнальной землей возникает из-за проникновения помех от соседних источников через паразитные емкостные связи. Выходной ток датчика I и

его напряжение холостого тока E_S связаны следующей формулой:

$$I = \frac{2A}{2R} \frac{1}{jC_S} E_S,$$

где

A – коэффициент усиления напряжения IC_1 (Рисунок 1),

$$R = R_1 = R_2.$$

Резисторы R_1 и R_2 обеспечивают обратную связь и пути возврата входных токов для инструментального усилителя IC_1 (INA121), а резистор R_G задает коэффициент усиления. Равный 0.5 пА входной ток усилителя INA121 на резисторах обратной связи 10 МОм создает падения напряжения 5 мкВ. При коэффициенте усиления усилителя, равном 500, смещение выходного сигнала микросхемы IC_1 составляет 2.5 мВ. Усилитель IC_2 (TL081) обеспечивает единичное усиление и инверсию сигнала.

Если

$$2A = 1 = 2RjC_S,$$

то

$$I = jC_SE_S,$$

и входное напряжение e_I усилителя IC_1 обращается в нуль, поскольку входные выводы усилителя действуют как виртуальное короткое замыкание. Суммирование напряжений в контуре, содержащем выходы инструментального и инвертирующего усилителей, два резистора обратной связи и входные выводы измерительного усилителя, разность потенциалов между которыми равна нулю, дает

$$e_O = jC_SE_S,$$

где e_O – напряжение на выходе IC_1 и на выходе IC_2 (с противоположным знаком).

Выходное напряжение E' интегратора на операционном усилителе IC_3 равно

$$E' = \frac{RC_SE_S}{C_1R_5}.$$

При использовании компонентов с номиналами, указанными на Рисунке 1, коэффициент усиления каскада на IC₁ составляет 500. Сопротивления резисторов R₁ и R₂ равны 10 МОм, а емкость пьезоэлектрического датчика – 500 пФ. Для наивысшей представляющей интерес частоты 10 Гц произведение 2R C_S равно 0.6, что намного меньше, чем 2A + 1 = 501, и выходной сигнал датчика

E_S без фазовых искажений проходит на выход E'. Эта схема может измерять изменения квазистатической силы в частотном диапазоне, ограниченном временем разряда конденсатора C₁.**РЛ**

Материалы по теме

1. [Datasheet Texas Instruments INA121](#)
2. [Datasheet Texas Instruments TL081](#)

ОКО Архив АВТО GPS/GSM

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



ОКО Мобайл 3G

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

ВИДЕОРЕГИСТРАТОРЫ СЕРИИ "ОКО АРХИВ"

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

ОКО Архив 4NET

подключение по LAN/internet
сменный жесткий диск

ОКО Архив 4NET LE

подключение по LAN/internet
встроенный жесткий диск

ОКО Архив LITE CF

запись на карту Compact Flash

ПРОФЕССИОНАЛЬНЫЕ ИНСТРУМЕНТЫ ДЛЯ ВИДЕОНАБЛЮДЕНИЯ



"Децима"
Москва, Зеленоград, проезд 4922, дом 4, строение 1
тел: +7 (495) 988 48 58
<http://www.decima.ru>

Источник бесперебойного питания для USB-устройств

Mark Cherry

EDN

В портативных устройствах часто содержатся схемы, получающие питание от внешних источников, например, от USB. При отключении от питания USB к устройству подключается аккумулятор, питающий его через DC/DC преобразователь. Простейший способ гарантировать, что напряжение питания не просядет во время переключения на аккумулятор, основан на использовании схемы диодного «ИЛИ», показанной на

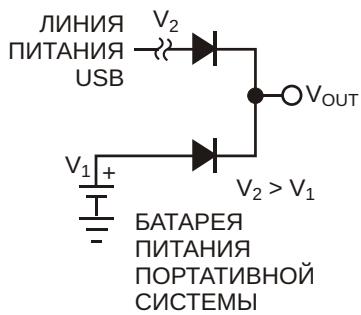


Рисунок 1. Соединение диодов по схеме «ИЛИ» эффективно, но на них теряется много мощности.

Рисунок 1. Однако прямое падение напряжения на диоде может снизить эффективность и сократить время использования аккумулятора. Намного лучше эту функцию будет выполнять схема повышающего преобразователя с внешним Р-канальным MOSFET (Рисунок 2). MOSFET Q₁ и преобразователь IC₁ образуют линейный регулятор напряжения. Источник питания USB подключен через диодное «ИЛИ» к истоку Q₁. Если на выходе преобразователя установить напряжение 3.4 В, сток Q₁ может стабилизировать напряжение до 3.3 В. В такой конфигурации потери мощности на Q₁ очень незначительны.

Напряжение питания шины, получаемое от USB, находится в диапазоне от 4.4 В до 5.25 В. При подключении его к шине открывается диод D₁ и выключает преобразователь. Преобразователь останется в выключенном состоянии до тех пор, пока его выходное напряжение будет превышать установленный резисторами обратной

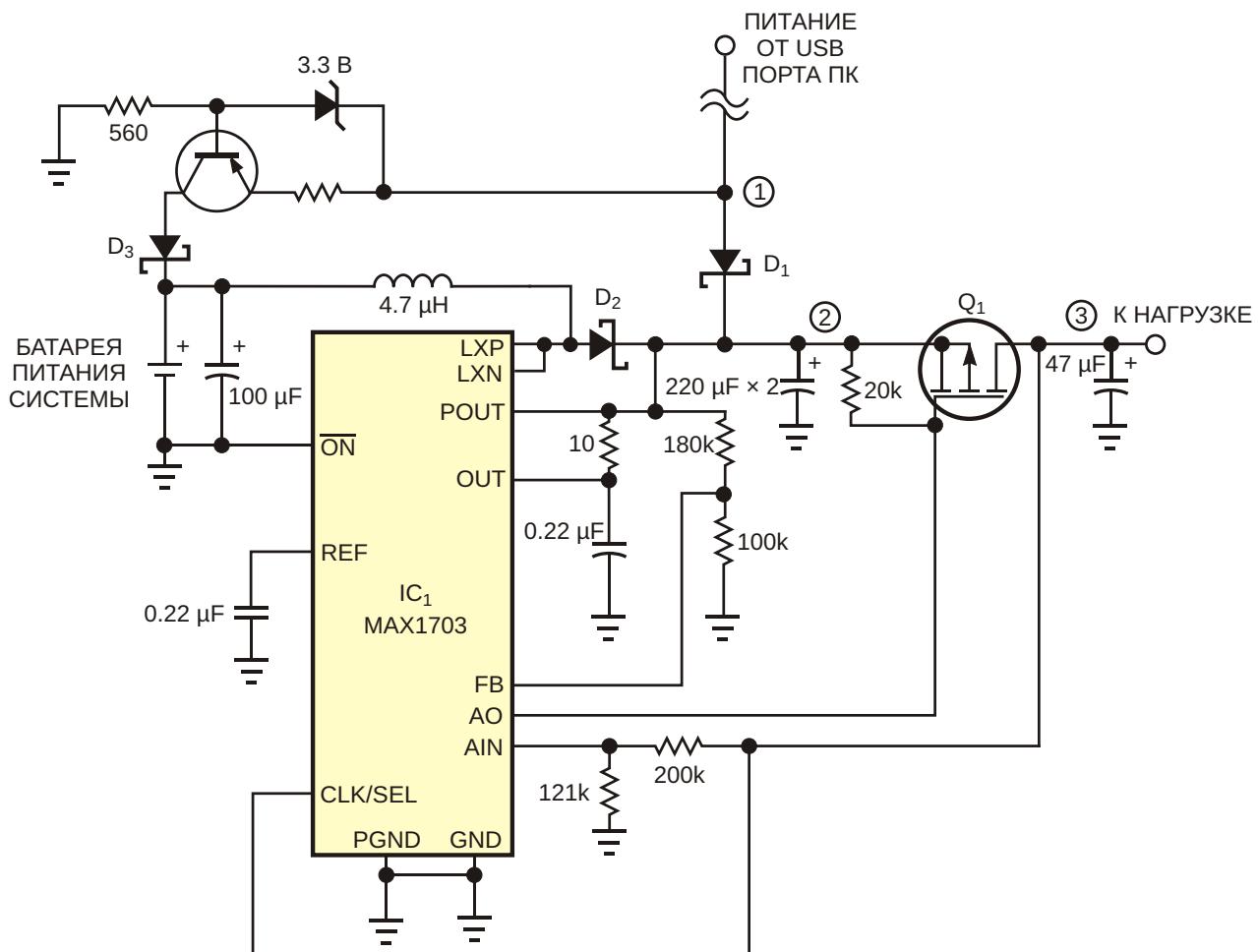


Рисунок 2. Схема с повышающим преобразователем работает намного лучше, чем диодное «ИЛИ».

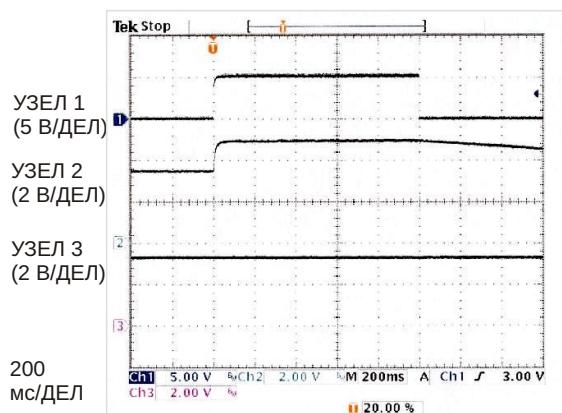


Рисунок 3. Эти осциллографы (на нижней напряжение нагрузки) показывают, что при переключении с USB на батарею ток нагрузки не прерывается.

связи уровень 3.4 В. Напряжение шины питания нагрузку и включает источник тока для зарядки аккумулятора. Подбор сопротивления R_1 позволяет установить ток заряда никель-металлогид-ридиного аккумулятора, равным одной десятой емкости аккумулятора. При отключении схемы от USB повышающий преобразователь включается и начинает питать нагрузку от аккумулятора. Из Рисунка 3 видно, что во время переключения с USB на аккумулятор ток нагрузки не прерывается. **РЛ**

Материалы по теме

1. [Datasheet Maxim Integrated MAX1703](#)

Перестраиваемый генератор \sin/\cos на двух фильтрах

John R Ambrose

EDN

Демодуляторам, направленным схемам и другим электронным приложениям часто требуются два синусоидальных сигнала с разностью фаз 90° , то есть, сигналы синусоидальной и косинусоидальной формы. Как правило, инженеры создают фазовый сдвиг с помощью аналоговых фильтров. Однако такой подход ограничивает частотный диапазон устройства. Используя схему на Рисунке 1, можно

получить пару сигналов \sin/\cos , перестраиваемых от частоты менее 1 Гц до 25 кГц.

Микросхема фильтра на коммутируемых конденсаторах MSFS5 компании Mixed Signal Integration удаляет все высшие гармоники из прямоугольных импульсов, подаваемых на вход схемы. Частота тактирования MSFS5 в 100 раз выше частоты входных импульсов. Микросхемы 74HC390 и 74HC74 образуют

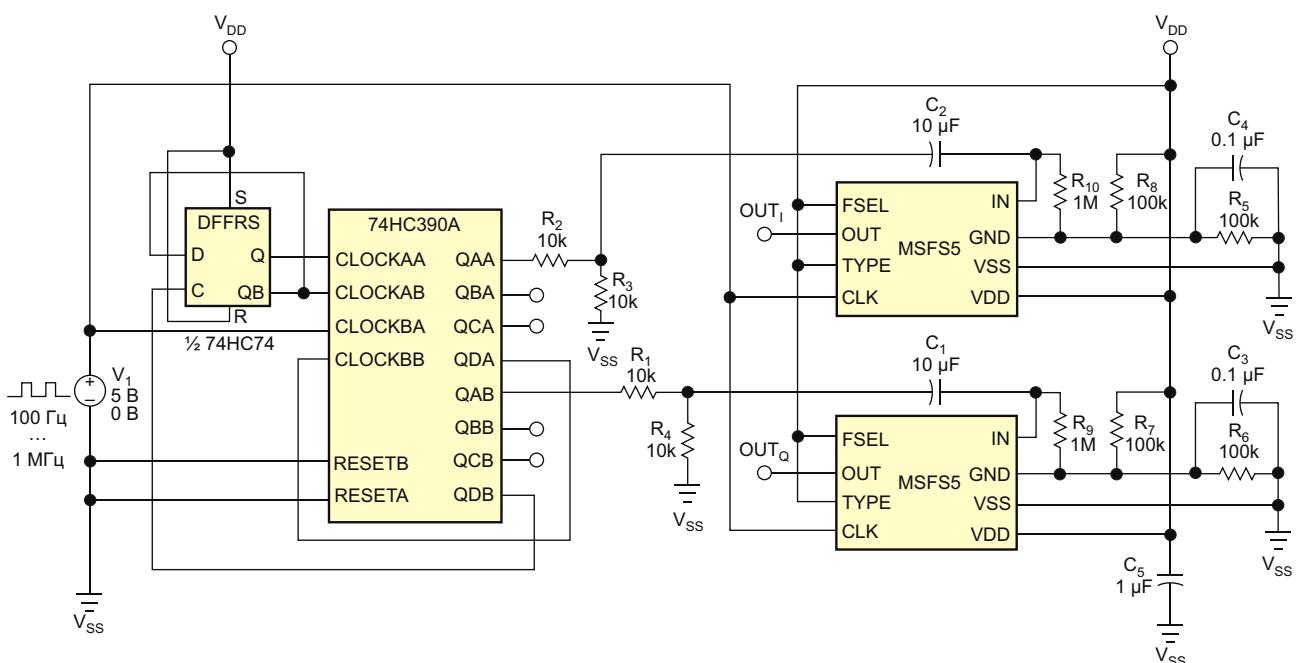


Рисунок 1. Эта схема, формирующая пару сигналов \sin/\cos , перестраивается от частоты менее 1 Гц до 25 кГц.

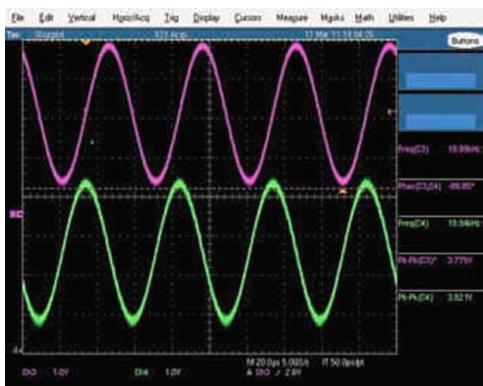


Рисунок 2. Фазовый сдвиг, измеренный с помощью осциллографа, равен -89.85° .



Рисунок 3. При перестройке частоты сдвиг фаз меняется от -89° до -91° .

делители частоты на 25 и на два. Выход Q микросхемы 74HC74 подключен к двум входам делителей на два микросхемы 74HC390A, что дает прямоугольные импульсы с частотой, равной 1/100 частоты синхронизации, и взаимным сдвигом фаз 90° . Прямоугольные импульсы с уровнями КМОП привели бы к насыщению фильтров, поэтому в схеме использованы делители на резисторах $R_1 \dots R_4$, уменьшающие амплитуды сигналов.

На Рисунке 2 показаны напряжения на выходах двух фильтров при частоте сигнала 20 кГц и тактовой частоте 2 МГц. Обратите внимание, что измеренный осциллографом фазовый сдвиг равен -89.85° . При перестройке частоты фаза меняется от -89° до

-91° . На Рисунке 3 изображена фигура Лиссажу для сигнала 20 кГц.

Уровень суммарных гармонических искажений, измеренных в схеме с помощью анализатора спектра и анализатора звуковых сигналов компании Audio Precision, составил -49 дБ. Как показали испытания, выходные сигналы схемы не имеют разрывов непрерывности ни при частотной манипуляции, ни при частотной модуляции. **РЛ**

Материалы по теме

1. [Datasheet MSI MSFS](#)
2. [Datasheet Texas Instruments CD74HC390](#)
3. [Datasheet Texas Instruments SN74HC74](#)

Точный аналоговый калькулятор функции косинуса

Matt Kornblum

EDN

Схема на Рисунке 1 преобразует аналоговое напряжение ± 10 В, представляющее угол между MIN и MAX , в напряжение, равное $10 \cos \theta$. Схема может иметь точность лучше 1% в диапазоне $\pm 120^\circ$, и лучше 0.2% в диапазоне $\pm 90^\circ$. Эти цифры характеризуют погрешность на порядок более низкую, чем дает разложение в ряд Тейлора для того же диапазона и для того же числа членов ряда. Разложе-

ние функции косинуса в ряд Тейлора выглядит следующим образом:

$$\cos \theta = 1 - \frac{1}{2!} \frac{\theta^2}{4} + \frac{1}{4!} \frac{\theta^4}{16} - \frac{1}{6!} \frac{\theta^6}{288} + \dots - \frac{(-1)^n \theta^{2n}}{(2n)!}.$$

Это разложение дает хорошую точность при больших значениях n или при малых углах. Как правило, при $n = 2$ значительные

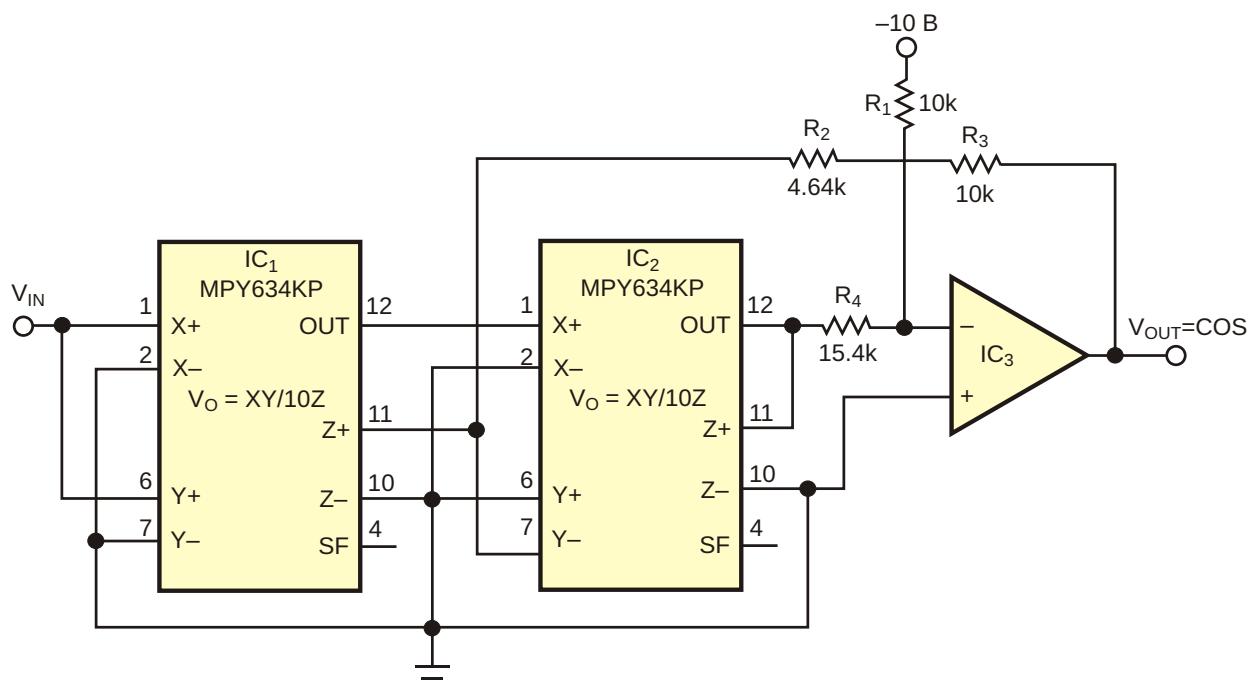


Рисунок 1. Управляемые коэффициентами разложения в ряд Тейлора, можно повысить точность генерации косинусов.

погрешности начинают накапливаться для углов, превышающих $\pm 45^\circ$. Если для лучшего разрешения при больших углах использовать больше членов разложения в ряд Тейлора, число n увеличится, и для реализации схемы потребуется больше ресурсов. При $n = 2$ ряд Тейлора приобретает вид

$$f(\theta) = b^2 - c^4,$$

где (для углов в радианах)

$$a = 1,$$

$$b = 0.5,$$

$$c = 0.041667.$$

Используя метод наименьших квадратов для оптимизации этой функции при $n = 2$, можно найти такие коэффициенты, которые позволят намного повысить точность во всем требуемом диапазоне входных напряжений без увеличения порядка многочлена Тейлора. Этот подход реализован в схеме на Рисунке 1.

Выбор номиналов резисторов довольно прост. Установите R_1 и R_2 равными друг другу (для максимального входного напряжения 10 В и $a = 1$) и определите значения R_2 и R_4 с помощью следующих формул:

$$R_2 = \frac{R_3}{b^2_{\text{MAX}}}$$

и

$$R_4 = \frac{R_3}{c^4_{\text{MAX}}}.$$

Микросхема прецизионного аналогового умножителя IC₁ формирует квадрат V_{IN} и меняет знак напряжения. Ее выходное напряжение через резистор R_2 поступает на суммирующий усилитель IC₃. Аналогичная микросхема IC₂ вычисляет четвертую степень V_{IN} и также суммирует результат на IC₃ через резистор R₄. Опорное напряжение -10 В формирует ток резистора R₁, соответствующий коэффициенту «a». Выходное напряжение IC₃ представляет собой сумму трех слагаемых. Поскольку усилитель умножителя IC₁

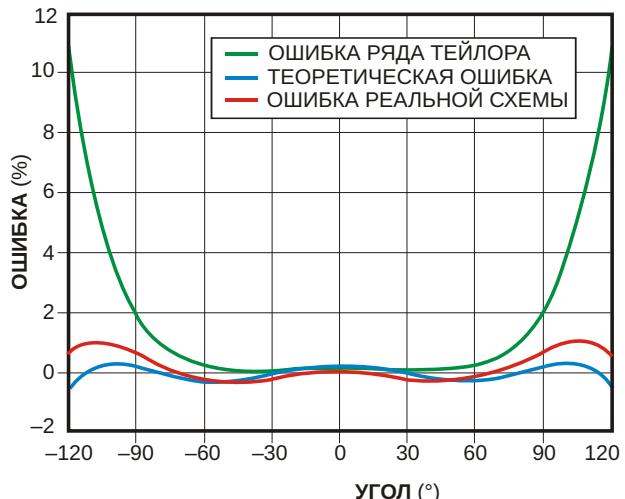


Рисунок 2. Для углов больше 90° пересчет коэффициентов схемы на Рисунке 1 дает значительные улучшения точности при расчете косинусов.

является инвертирующим, схема сконфигурирована таким образом, чтобы выходной сигнал IC₁ был положительным, а IC₂ – отрицательным. При использовании резисторов с допускаемым отклонением сопротивления 0.1% точность схемы можно поднять до значений лучше 1% в диапазоне от -120° до $+120^\circ$. Для лучшей точности следует выбирать операционный усилитель с низким напряжением смещения. На Рисунке 2 показаны ошибки, вносимые рядом Тейлора, теоретической кривой, а также измеренные в реальной схеме. Чтобы скорректировать функцию для диапазона 90° , нужно слегка изменить номиналы компонентов, и ошибки внутри этого диапазона значительно уменьшаются. Тогда константа «a» станет равной 0.9996, $b = 0.4962$, $c = 0.0371$. Новые сопротивления резисторов будут следующими: $R_1 = R_3 = 10 \text{ к}\Omega$, $R_2 = 8.16 \text{ к}\Omega$ и $R_4 = 44.2 \text{ к}\Omega$.

Этот подход применим также для эффективных вычислений значений синуса и косинуса в системах с цифровой обработкой сигналов, где он позволит получать результат быстрее, чем при использовании таблиц преобразования. **РЛ**

Материалы по теме

1. [Datasheet Texas Instruments MPY634KP](#)

Ионистор повышает безопасность велосипедиста

Dennis Eichenberg

EDN

Схема на Рисунке 1 демонстрирует простой и недорогой способ обеспечения дополнительной безопасности велосипедиста. Она работает совместно со стандартной системой освещения велосипеда, поддерживая работу заднего фонаря в течение нескольких минут после остановки. Для хранения энергии используется не аккумулятор, а ионистор, позволяющий избежать типичных для аккумулятора проблем, связанных с ограниченностью срока службы, критическими уровнями заряда и чувствительностью к холоду. Появление недорогих и компактных ионисто-

ров сделало такой подход вполне практическим. Стандартная передняя фара соединяется с генератором обычным образом, так что она выключается всякий раз, когда велосипед останавливается. Ионистор получает заряд от генератора и питает схему включения заднего фонаря.

Типичное напряжение велосипедного генератора составляет 6 В переменного тока. Диод D₁ обеспечивает однополупериодное выпрямление выходного напряжения генератора для зарядки конденсатора C₁, питающего схему управления задним фонарем. Кроме

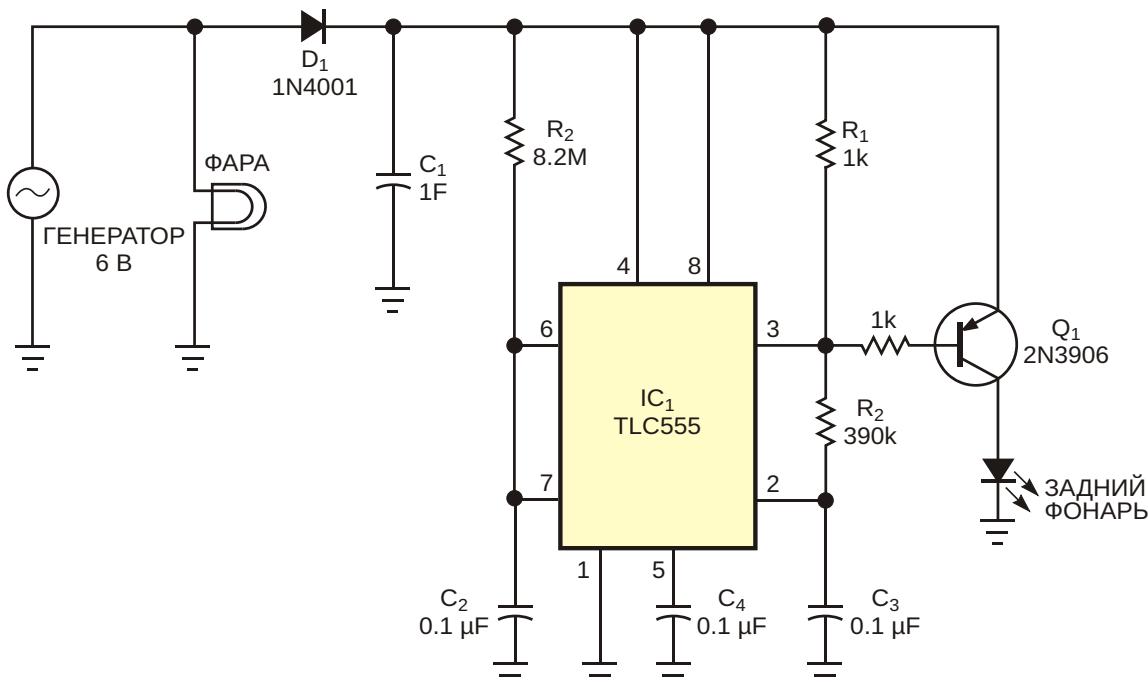


Рисунок 1. Ионистор обеспечивает дополнительную безопасность, мигая задним фонарем после остановки велосипеда.

того, D₁ выполняет блокировочную функцию, не позволяя ионистору C₁ разряжаться через переднюю фару и генератор. Включенный мультивибратором КМОП таймер 555 (IC₁) способен работать при снижении напряжения вплоть до 2 В. Фонарь включается на 43 мс ($1.1 \times R_2 \times C_3$), а длительность паузы между вспышками равна 820 мс ($1.1 \times R_1 \times C_2$). К выходу микросхемы IC₁ фонарь подключен через транзистор Q₁. В качестве заднего

фонаря необходимо использовать светодиод, который, в отличие от лампы накаливания, потребляет небольшой ток и способен поддерживать свечение в течение нескольких минут. Лучше всего выбрать 2-вольтовый светодиод, ограничив его ток до 100 мА.[РЛ](#)

Материалы по теме

1. [Datasheet Texas Instruments LMC555](#)

Недорогой детектор перенапряжения на основе шунтового регулятора

Robert Bell

EDN

На Рисунке 1 изображена схема простого автономного детектора перенапряжения. Схема следит за напряжением V_{MON} и устанавливает высокий уровень на выходе V_{OUT} , когда контролируемое напряжение превысит установленный порог, минимально возможное значение которого для этой схемы равно 1.25 В. Работой детектора управляет микросхема шунтового регулятора TLV431. Эта ми-

косхема основана на популярном шунтовом регуляторе TL431. Отличие между двумя регуляторами состоит в том, что опорное напряжение у TLV431 равно 1.25 В, а у TL431 – 2.5 В.

Пока напряжение на входе управления TLV431 меньше 1.25 В, ток катода регулятора практически равен нулю. Когда напряжение превысит 1.25 В, катод начнет проводить ток, включит транзистор Q_1 , и на выходе V_{OUT} установится высокий уровень напряжения. Пороговое напряжение детектора, определяемое сопротивлениями резисторов R_1 и R_2 , равно

$$V_{TH} = 1.25 + \frac{R_1}{R_2} .$$

Диод D_1 между выходом V_{OUT} и входом управления регулятора обеспечивает гистерезис схемы и фиксирует состояние ошибки при перенапряжении. Если фиксация состояния не требуется, последовательно с диодом можно включить резистор, чтобы уменьшить напряжение гистерезиса и исключить возможность защелкивания схемы. **РЛ**

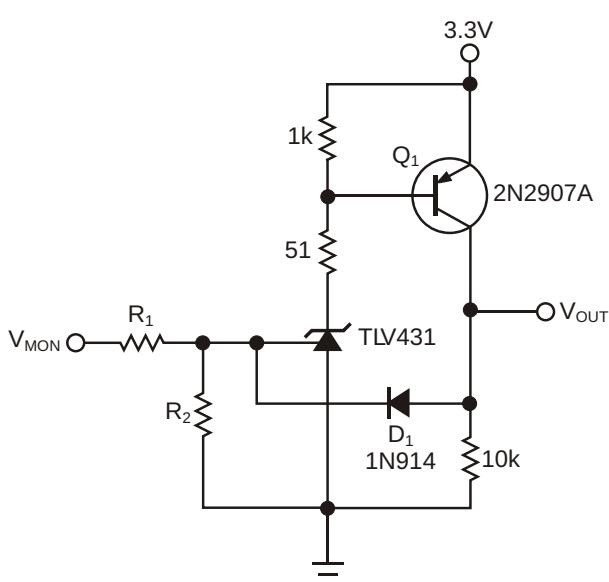


Рисунок 1. С помощью шунтового регулятора можно сделать недорогой детектор перенапряжения.

Материалы по теме

1. [Datasheet Texas Instruments TLV431](#)
2. [Datasheet Texas Instruments TL431](#)



РАДИОЛОЦМАН

Журнал для тех, кто интересуется электроникой

Если Вам
небезразличны темы:

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

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

РадиоЛоцман.Журнал

Приложение для мобильных устройств (планшетов и смартфонов)



ANDROID »
GOOGLE PLAY



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



iOS (iPhone, iPad) »
APP STORE



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

Устанавливайте приложение и скачивайте!
Доступен весь архив номеров журнала.