



РАДИОЛОЦМАН



МАРТ 2017 (70)

30

Использование операционных усилителей для снижения уровня помех на печатных платах

16

Если соединить маленький OLED дисплей с платой Arduino, получится Pixel 2.0

61

Управление модулем ЖКИ по одному проводу

54

Контроллер управления подсветкой рабочей зоны на кухне. Часть 2. Вариант на NodeMCU



РАДИОЛОЦМАН.ЖУРНАЛ

www.rlocman.ru/magazine

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



РАДИОЛОЦМАН.ФОРУМ

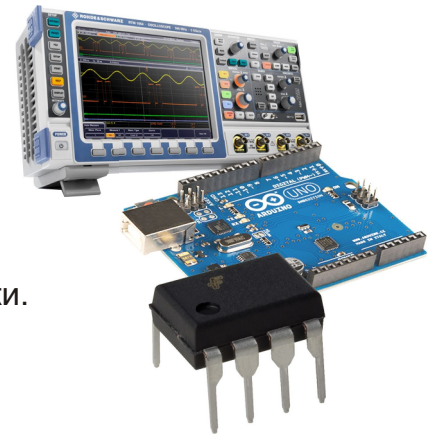
www.rlocman.ru/forum

Обсуждайте статьи и новости, общайтесь!
Приглашаем профессионалов.

РАДИОЛОЦМАН.ЦЕНЫ

www.rlocman.ru/price

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



РАДИОЛОЦМАН.СОЦ.СЕТИ

Обновления в привычном формате.



vk.com/rlocman



facebook.com/rlocman



odnoklassniki.ru/rlocman



twitter.com/rlocman



google.com/+RlocmanRuPlus

И еще многое другое на портале:

РАДИОЛОЦМАН. ...

www.rlocman.ru

Главный редактор:

А. Николаев

Над номером
работали:

А. Гаврилюк
Д. Иоффе
В. Колесник
С. Муратчаев
А. Николаев
Н. Радунцева
М. Русских
А. Русу

Обложка:

А. Кравчук

Директор:

С. Муратчаев

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

rlocman@rlocman.ru

+7 (495) 721-72-14

www.rlocman.ru

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

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

Мнения авторов не всегда отражают точку зрения редакции.

Оформление
бесплатной подписки:

www.rlocman.ru/magazine

Новости

- 4 Erpson начинает поставки образцов нового 16-разрядного микроконтроллера с кварцевым резонатором и высокоточными термокомпенсированными часами реального времени
- 5 В новых rail-to-rail операционных усилителях Linear Technology сочетаются высокая точность и экономичность
- 7 Texas Instruments представляет первый в отрасли ЦАП с выходом 4-20 мА и интегрированным преобразователем напряжения
- 9 Новые микроконтроллеры tinyAVR увеличат производительность и снизят потребление мощности встроенных систем
- 10 Новый двухполосный смеситель Linear Technology диапазона 300 МГц – 6 ГГц сможет использоваться в оборудовании мобильных сетей 5G
- 11 Новые TVS-диоды компании Littelfuse защитят и самые высокоскоростные интерфейсы, и приложения общего назначения
- 12 Seoul Semiconductor приступила к массовому производству светодиодов для filamentных ламп
- 13 Изолированный контроллер переключения защищает источники питания с напряжением до 1000 В
- 15 Mitsubishi Electric запускает в производство гибридные карбид-кремниевые диоды Шоттки
- 16 Кварцевый генератор 32.768 кГц компании Micro Crystal стал еще меньше и экономичнее
- 16 Если соединить маленький OLED дисплей с платой Arduino, получится Pixel 2.0
- 17 Впервые в отрасли Texas Instruments объединила в одном ОУ технологии нулевого дрейфа и zero-crossover
- 18 Новые TVS диоды Diodes защитят схемы автомобильной электроники
- 19 Расширенный набор независимой от ядра периферии упростит разработку приложений на новейших микроконтроллерах PIC
- 20 Alpha and Omega Semiconductor представляет универсальный силовой модуль семейства DrMOS
- 21 Новые ИК-приемники Vishay Intertechnology занимают меньше места в изделиях потребительской электроники
- 22 Texas Instruments создала первый в отрасли многофазный двунаправленный контроллер тока
- 23 Toshiba представила новые диоды Шоттки с низкими обратными токами для повышающих преобразователей напряжения
- 24 STMicroelectronics выпустила универсальный акселерометр с лучшим в своем классе разрешением и наименьшим потреблением энергии
- 25 Analog Devices объявила о выпуске сдвоенного широкополосного дифференциального драйвера АЦП с низкой плотностью шумов
- 26 Kionix выпускает новый акселерометр KXTJ3
- 27 Texas Instruments представила однокристалльный цифровой изолятор с интегрированным источником питания и самым высоким в отрасли КПД
- 29 Радиочастотный усилитель мощности CMX901 открывает новую линейку продуктов CML Microcircuits

Статьи

- 30 Использование операционных усилителей для снижения уровня помех на печатных платах
- 37 ИСТОРИЯ ЭЛЕКТРОНИКИ. 16 марта 1859 года родился А.С. Попов
- 40 Raspberry Pi выпускает новый вычислительный модуль Compute Module 3
- 42 Холдинг GS Group и развитие цифрового спутникового телевидения
- 48 11 мифов о магниторезистивной памяти
- 51 Когда старое опять становится новым, но уже с изюминкой

Схемы

- 54 Контроллер управления подсветкой рабочей зоны на кухне. Часть 2. Вариант на NodeMCU
- 61 Управление модулем ЖКИ по одному проводу
- 64 Измеритель мощности с точностью $\pm 1\%$
- 67 Датчик цвета с большим динамическим диапазоном
- 70 Имитатор фотогальванического модуля
- 72 Перестраиваемый высокочастотный режекторный фильтр
- 75 Высоковольтный высокоэффективный преобразователь положительного напряжения в отрицательное
- 78 Усилитель класса В с автоматическим смещением

Epson начинает поставки образцов нового 16-разрядного микроконтроллера с кварцевым резонатором и высокоточными термокомпенсированными часами реального времени

S7C17M11 идеален для приложений, требующих точного измерения времени в жестких температурных условиях

Seiko Epson начала поставки образцов малопотребляющего 16-разрядного микроконтроллера S7C17M11 со встроенной Flash памятью, кварцевым резонатором и высокоточными термокомпенсированными часами реального времени (RTC). Начав серийное производство, Epson планирует на первом этапе выпустить 300,000 приборов в месяц.



Точное измерение времени необходимо для многих устройств, оснащенных микроконтроллерами, в частности, для приборов учета электроэнергии. Точность измерителей имеет большое значение, например, в тех странах и регионах, где энергетические компании поддерживают тарифы, дифференцированные по дням и времени суток. Epson, которая может гордиться своим опытом изготовления как полупроводниковых, так и кварцевых приборов, использовала его для интеграции кварцевого резонатора в корпус микроконтроллера S7C17M11, что позволит клиентам эффективно разрабатывать точные времязадающие устройства, даже для жестких температурных условий, в которых работают измерители, находящиеся вне помещений.

Обычно часы реального времени состоят из специализированной микросхемы, к которой подключается внешний кварцевый резонатор. Измерение времени основывается на частоте колебаний резонатора. Однако, стабильность частоты колебаний кварцевого

резонатора различна для разных моделей. На стабильность частоты также влияет температура окружающей среды, в которой используется устройство. По этой причине, когда микроконтроллер работает в жестких условиях с экстремальными значениями или экстремальными перепадами температуры, разработчикам при создании конечного продукта приходится учитывать отклонения частоты колебаний, обусловленные изменениями температуры, и достичь требуемой точности изменения времени удается не всегда.

Для решения этой проблемы Epson интегрировала один из своих высокостабильных кварцевых резонаторов в корпус микроконтроллера S7C17M11 и разработала технологию определения и коррекции отклонений частоты его колебаний, вызванных изменениями температуры. Микроконтроллер S7C17M11 обеспечивает точность ± 10 с в месяц в температурном диапазоне от 0 °C до 50 °C, ± 13.2 с в месяц в диапазоне от -30 °C до 20 °C и ± 26.2 с в месяц в диапазоне от -40 °C до 85 °C. Более того, это интегрированное однокристалльное решение не требует настройки, сокращая время разработки и количество дискретных компонентов.

S7C17M11 также содержит ряд других встроенных периферийных блоков, включая Flash память, 12-разрядный АЦП и драйвер ЖКИ с источником питания для 240-сегментного дисплея. В режиме останова при включенных часах реального времени типовое потребление тока составляет 2.25 мкА.

Основные особенности микроконтроллера

1. Встроенные цепи, сокращающие количество компонентов, площадь печатной платы и сроки разработки программного обеспечения:
- Высокоточные часы реального времени с температурной компенсацией на основе кварцевого резонатора с частотой 32.768 кГц;

- 12-разрядный АЦП последовательных приближений для подключения распределенных аналоговых датчиков с выходом по напряжению;
- Драйвер ЖКИ, способный напрямую управлять индикатором, содержащим до 240 сегментов;
- Силовой коммутатор, отслеживающий основное напряжения питания и, при необходимости, подключающий резервную батарею;
- Встроенные генераторы фиксированных частот 32.768 кГц и 700 кГц, а также генератор с частотой, переключаемой между 4 МГц, 8 МГц, 12 МГц и 16 МГц;
- Детектор напряжения питания, не требующий внешнего источника и имеющий точность $\pm 2.5\%$ в температурном диапазоне $-40\text{ }^\circ\text{C} \dots 85\text{ }^\circ\text{C}$;
- Звуковой генератор, поддерживающий 3 октавы, 7 нот и 7 пауз;
- Контроллер дистанционного ИК управления с поддержкой протокола IrDA 1.0;
- 2. Коммуникационные интерфейсы для работы с картами или различными датчиками и устройствами;
- Четыре типа последовательных интерфейсов: UART, SPI, I²C и смарт-карт (ISO 7816-3);
- Универсальный мультиплексор линий ввода/вывода, позволяющий оптимизировать разводку проводников печатной платы;
- Рабочее напряжение: гарантированный диапазон: 2.5 В ... 3.6 В;
- Потребляемый ток:
 - Режим сна (RTC включен): 2.25 мкА (тип.),
 - Активный режим (32.768 кГц): 8 мкА (тип.),
 - Активный режим (8 МГц): 1500 мкА (тип.),
- Стабильность частоты 32768 Гц:
 - 0...50 °C: $\pm 3.8 \cdot 10^{-6}$ (отклонение за месяц не более 10 с),
 - -30...70 °C: $\pm 5 \cdot 10^{-6}$ (отклонение за месяц не более 13.2 с),
 - -40...85 °C: $\pm 10 \cdot 10^{-6}$ (отклонение за месяц не более 26.4 с);
- Драйвер ЖКИ:
 - до 136 сегментов (34 сегментных вывода \times 4 общих),
 - до 192 сегментов (30 сегментных выводов \times 6 общих),
 - до 240 сегментов (30 сегментных выводов \times 8 общих);
- Количество портов ввода/вывода: до 42;
- Аналого-цифровой преобразователь: 8-канальный 12-разрядный АЦП последовательных приближений;
- Детектор напряжения питания: 32 уровня в диапазоне 1.2...5.0 В, измеряемые с точностью $\pm 2.5\%$ в диапазоне температур $-40 \dots 85\text{ }^\circ\text{C}$;
- Последовательные интерфейсы:
 - UART (4 канала);
 - SPI (1 канал);
 - I²C (2 канала, один используется для управления часами реального времени);
 - Интерфейс смарт-карт, совместимый с ISO 7816-3 (2 канала);
- Корпус: H4QFP15-100 (16 мм \times 16 мм, расстояние между выводами 0.5 мм).

Технические характеристики

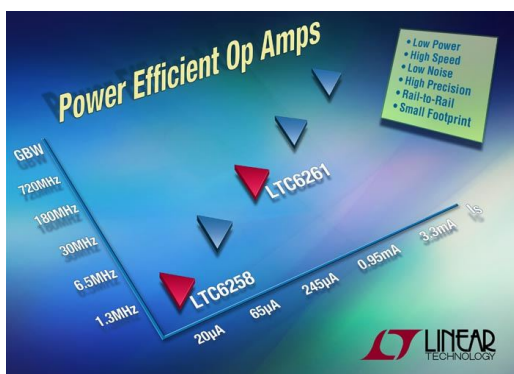
- Модель: S7C17M11
- Ядро: 16-разрядный RISC процессор с блоком аппаратного умножения/деления;
- Flash память: 128 килобайт;
- ОЗУ: 8 килобайт;

В новых rail-to-rail операционных усилителях Linear Technology сочетаются высокая точность и экономичность

Linear Technology сообщила о выпуске на рынок микросхем одиночных/сдвоенных/четверенных операционных усилителей (ОУ) LTC6258/59/60 и LTC6261/62/63, расширяющих ее линейку малопотребляющих,

малощумящих, прецизионных приборов. Эти устройства дополнили семейство экономичных операционных усилителей, нижний ряд которых занимают микросхемы с производением коэффициента усиления на ширину

полосы пропускания (GBW), равным 1.3 МГц при токе потребления 20 мкА, а наверху находятся приборы, GBW которых достигает 720 МГц при потребляемом токе 3.3 мА. Новейшие члены семейства работают при напряжении питания от 1.6 В до 5.25 В, имеют rail-to-rail входы и выходы и содержат версии с режимом отключения, позволяющим в периоды бездействия сократить потребление мощности до еще более низких значений. Входное напряжение смещения усилителей не превышает 400 мкВ. Все характеристики микросхем гарантируются в промышленном диапазоне температур от $-40\text{ }^{\circ}\text{C}$ до $85\text{ }^{\circ}\text{C}$ (суффикс I) и в расширенном диапазоне от $-40\text{ }^{\circ}\text{C}$ до $125\text{ }^{\circ}\text{C}$ (суффикс H).



При токе потребления 20 мкА на усилитель микросхемы LTC6258/59/60 имеют производство коэффициента усиления на ширину полосы пропускания 1.3 МГц и скорость нарастания выходного напряжения 240 В/мс. В микросхемы интегрированы фильтры электромагнитных помех, обеспечивающие подавление 45 дБ на частоте 1 ГГц. Микросхемы сохраняют устойчивость при любом усилении и любой емкости нагрузки. GBW микросхем LTC6261/62/63 достигает 30 МГц, скорость нарастания равна 7 В/мкс, а ток потребления не превышает 240 мкА на усилитель. Широкополосные шумы составляют всего

13 нВ/ Гц и остаются постоянными при любом усилении и при емкостных нагрузках вплоть до 1 нФ.

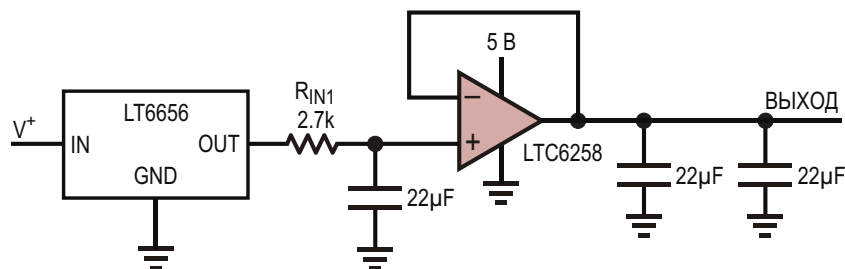
Одиночные усилители LTC6258 и LTC6261 выпускаются в миниатюрных корпусах DFN размером 2 мм × 2 мм, и в лотах из 1000 микросхем продаются по ценам, начинающимся от \$1.24 за штуку. Сдвоенные версии LTC6259 и LTC6262 доступны в корпусах DFN такого же размера, а также в 8-выводных корпусах SOT-23 и MSOP-8. Кроме того, имеются варианты в корпусах MSOP-10 с дополнительными входами отключения. Четверенные приборы LTC6260 и LTC6263 предлагаются в корпусах MSOP-16.

Сводка основных характеристик LTC6258/59/60/61/62/63

- Напряжение смещения: не более 400 мкВ;
- Rail-to-rail выход и вход;
- Диапазон напряжений питания: от 1.6 В до 5.25 В;
- Диапазон рабочих температур: от $-40\text{ }^{\circ}\text{C}$ до $125\text{ }^{\circ}\text{C}$;
- Корпуса:
 - Одиночные усилители: DFN 2 мм × 2 мм;
 - Сдвоенные усилители: 8-выводной MS8, MS10, TSOT-23, DFN 2 мм × 2 мм;
 - Четверенные усилители: MS16.

LTC6258/59/60

- Производство коэффициента усиления на ширину полосы пропускания: 1.3 МГц;
- Низкий собственный ток потребления: 20 мкА;
- Устойчивы при любой емкости нагрузки;
- Коэффициент подавления электромагнитных помех: 45 дБ на частоте 1 ГГц;
- Входной ток смещения: не более 75 нА;
- Коэффициент ослабления синфазного сигнала: 95 дБ;



Типичное применение: малощумящий источник опорного напряжения.

- Коэффициент подавления помех по цепям питания: 90 дБ;
- Ток потребления в режиме отключения: не более 7 мкА.

LTC6261/62/63

- Производство коэффициента усиления на ширину полосы пропускания: 30 МГц;
- Низкий ток потребления: 240 мкА;

- Емкостная нагрузка устройства: до 1 нФ;
- Входной ток смещения: не более 100 нА;
- Коэффициент ослабления синфазного сигнала: 100 дБ;
- Коэффициент подавления помех по цепям питания: 95 дБ;
- Ток потребления в режиме отключения: не более 9 мкА.

Texas Instruments представляет первый в отрасли ЦАП с выходом 4-20 мА и интегрированным преобразователем напряжения

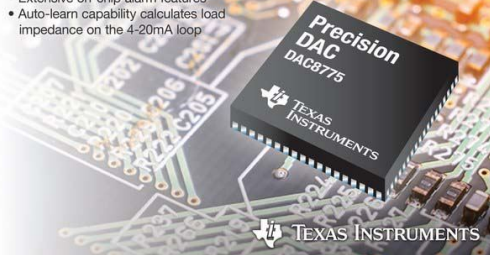
Высокоточный преобразователь данных позволит сократить площадь печатной платы и снизить стоимость разработки средств промышленной автоматизации

Texas Instruments представила цифроаналоговый преобразователь (ЦАП), в котором простота использования сочетается с лучшими в отрасли точностными характеристиками. 16-битному прибору DAC8775 достаточно единственной шины питания с широким диапазоном напряжений от 12 В до 36 В, поскольку все напряжения, необходимые внутренним узлам микросхемы, вырабатываются интегрированным понижающе-повышающим преобразователем, что значительно сокращает время разработки, стоимость конечного изделия и необходимую площадь печатной платы.

сталкиваются с проблемой отвода тепла с малой площади печатной платы. Сочетание токового выхода 4-20 мА, выхода по напряжению, прецизионного источника опорного напряжения и понижающе-повышающего преобразователя позволяет до 25% сократить площадь, необходимую для создания законченного устройства на микросхеме DAC8775, по сравнению решениями, основанными на конкурирующих микросхемах аналогичного назначения. Этот ЦАП, дополнивший семейство высокоточных преобразователей данных TI, будет использоваться для создания более компактных и эффективных конструкций с расширенными возможностями диагностики.

First 4-20mA DAC with integrated buck/boost converter

- Operates from a single, wide 12- to 36-V power rail
- Extensive on-chip alarm features
- Auto-learn capability calculates load impedance on the 4-20mA loop

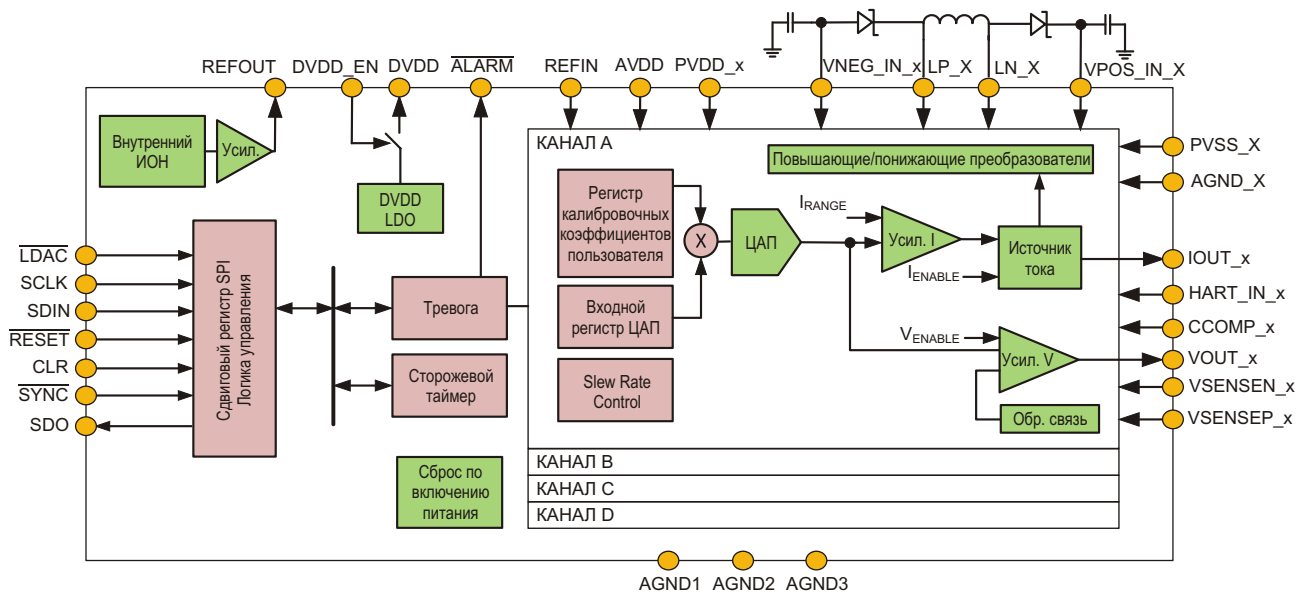


Четырехканальный ЦАП DAC8775 предназначен, в первую очередь, для модулей ввода/вывода систем автоматизации производства и управления технологическими процессами, где большее число каналов необходимо разместить в меньшем объеме. Инженеры, разрабатывающие эти системы,

Ключевые особенности и преимущества преобразователя данных DAC8775

• **Повышенная надежность системы:**

Встроенные в DAC8775 средства диагностики отслеживают обрывы и короткие замыкания нагрузки, следят за температурой кристалла, вычисляют циклические суммы, с помощью сторожевого таймера контролируют зависание шины SPI и проверяют соответствие границ напряжения питания заданным значениям. Разработчикам предоставлена возможность программировать способы реакции на аварийные ситуации, помогающие на ранней стадии выявлять неисправности системы и обеспечить высокую надежность ее функционирования.



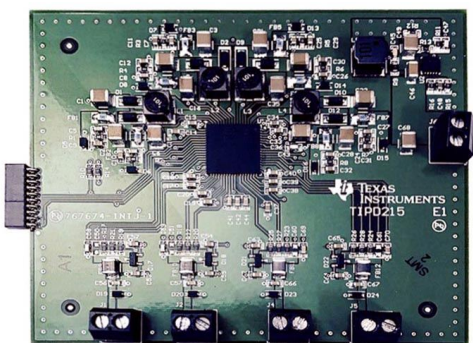
• Высокий КПД и малое время отклика:

В устройство заложены инновационные возможности самообучения, позволяющие вычислять импеданс нагрузки петли 4-20 мА и динамически снижать напряжение источника питания. Благодаря этому уменьшается время установления и достигается эффективный баланс между КПД и скоростью отклика.

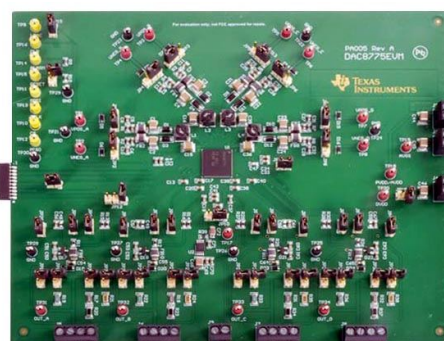
ческие параметры DAC8775, сокращающие объем необходимых калибровочных процедур, снижают производственные затраты по сравнению с решениями на дискретных компонентах.

• Оптимизированная по температуре конструкция:

• DAC8775 динамически регулирует напряжение питания в соответствии с током нагрузки, подключенной к выходу 4-20 мА. В результате система обладает хорошо управляемыми тепловыми характеристиками, позволяющими разместить больше каналов в меньшем объеме.



TIPD215 – базовый проект модуля четырехканального преобразователя с аналоговым выходом и адаптивным управлением питанием, потребляющий менее 1 Вт.



Оценочный модуль DAC8775.

• Высокие статические характеристики:

Полная нескорректированная ошибка в 0.1% от полной шкалы во всем расширенном промышленном диапазоне температур от -40 °С до 125 °С дает разработчикам возможность гарантировать характеристики своих модулей вывода при более высоких температурах. Отличные стати-

Инструменты и средства поддержки разработки

Базовый проект четырехканального модуля с аналоговым выходом, рассеивающий мощность менее 1 Вт в типичных приложениях автоматизации производства, демонстри-

рует совместную работу DAC8775 с высокоэффективным синхронным понижающим преобразователем LM5166. Кроме того, приобретя за \$149 оценочный модуль, разработчики смогут моделировать работу своего устройства и оптимизировать характеристики DAC8775.

Доступность и цена

DAC8775 уже можно приобрести в онлайн магазине TI и авторизованных дистрибьюторов компании. Устройства выпускаются в квадратных корпусах QFN размером 10 × 10 мм и в лотах из 1000 приборов продаются по цене \$15.72 за штуку.

Новые микроконтроллеры tinyAVR увеличат производительность и снизят потребление мощности встроенных систем

Microchip продолжает расширять продуктовую линейку микроконтроллеров AVR новыми устройствами tinyAVR

Продолжая расширять линейку микроконтроллеров AVR, Microchip Technology выпустила на рынок три новых устройства семейства tinyAVR. Микроконтроллеры серии ATtiny1617 дополнили список устройств AVR с независимой от ядра периферией, позволяющей увеличить производительность системы и одновременно снизить общее потребление мощности. В новых устройствах объем флеш-памяти был увеличен до 16 Кбайт, при этом сохранена полная совместимость с недавно анонсированными микроконтроллерами серии ATtiny817, как по выводам, так и по программным кодам. Кроме того, все микросхемы семейства поддерживаются веб-платформой Atmel START – онлайн инструментом для интуитивного конфигурирования программных элементов встроенных устройств.

событий, который позволяет периферийным блокам общаться друг с другом без использования центрального процессора и дает разработчикам возможность конфигурировать микроконтроллер под их конкретные приложения. Встроенный периферийный сенсорный контроллер упрощает разработку емкостных сенсорных систем. Кроме того, приборы содержат внутренний генератор 20 МГц, высокоскоростные последовательные интерфейсы USART, SPI и I²C, конфигурируемые пользователем логические блоки, а также 10-битный АЦП с внутренним источником опорного напряжения. Микросхемы рассчитаны на широкий диапазон напряжений питания от 1.8 В до 5.5 В. Запатентованная технология рiсoPower позволяет снизить токи спящего режима всего до 100 нА.

Поддержка разработки

Новые устройства полностью поддерживаются интегрированной средой разработки Atmel Studio 7, аппаратной платформой STK600 и бесплатным онлайн инструментом Atmel START, упрощающим конфигурирование периферии и разработку программного кода.

Цены и доступность

Все три новых микроконтроллера tinyAVR уже доступны как в единичных образцах, так и в промышленных объемах.

- ATtiny1617 выпускаются в корпусах QFN24 и в партиях из 10,000 приборов продаются по цене \$0.68 за штуку.
- ATtiny1616 в корпусах QFN20 и SOIC20 стоят \$0.67 и \$0.55, соответственно.
- ATtiny1614 предлагаются в корпусах SOIC14 по цене \$0.52 за штуку.



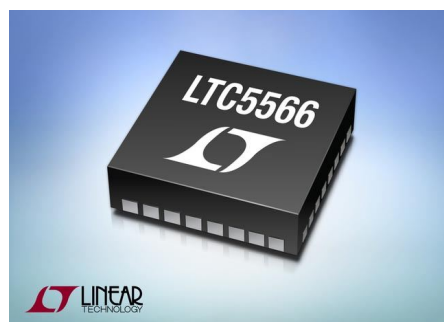
Новые микроконтроллеры выпускаются в 14-, 20- и 24-выводных корпусах и содержат 16 Кбайт Flash, 256 байт EEPROM и 2 Кбайт ОЗУ. Устройства сохранили все особенности архитектуры других микроконтроллеров tinyAVR, включая Контроллер управления системой

Новый двухполосный смеситель Linear Technology диапазона 300 МГц – 6 ГГц сможет использоваться в оборудовании мобильных сетей 5G

Linear Technology представила новый широкополосный двухканальный смеситель с большим динамическим диапазоном и интегрированными управляемыми усилителями сигналов промежуточной частоты. Двухканальный смеситель LTC5566 с очень широким диапазоном частот входных сигналов от 300 МГц до 6 ГГц специально оптимизирован для работы в спектральных диапазонах 3.6 ГГц и 4.5 ГГц перспективного стандарта мобильной связи 5G. Кроме того, устройство поддерживает полосы пропускания до 400 МГц, используемые в разрабатываемом оборудовании беспроводного доступа поколения 5G. Двухканальный смеситель имеет исключительный динамический диапазон с точкой децибельной компрессии (P1dB) 11.5 дБм, а точка пересечения интермодуляции третьего порядка (IIP3) по входу на частоте 3.6 ГГц находится на уровне +25.5 дБм. На более высоких частотах, вплоть до 5.8 ГГц, значение IIP3 превышает +24 дБм. Интегрированный в устройство усилитель сигнала промежуточной частоты увеличивает общий коэффициент усиления мощности до 12 дБ. Усиление каждого канала независимо программируется с шагом 0.5 дБ через встроенную шину SPI. Таким образом, благодаря программированию каждого канала с помощью АЦП, при минимальном количестве внешних компонентов достигается простой баланс усиления и калибровка оптимальных уровней двух каналов смесителя.

LTC5566 идеально подходит для беспроводных многоканальных выносных радиоблоков (RRH) мобильных сетей 5G, требующих лучших характеристик и расширенных полос пропускания на более высоких частотах. Высокий уровень интеграции устройства позволяет большее число каналов разместить в корпусе меньших размеров. Кроме того, смеситель может использоваться в оборудовании стандарта 4G LTE-Advanced, в приемниках разнесенных сигналов, распределенных антенных системах и программно-определяемых радиоустройствах.

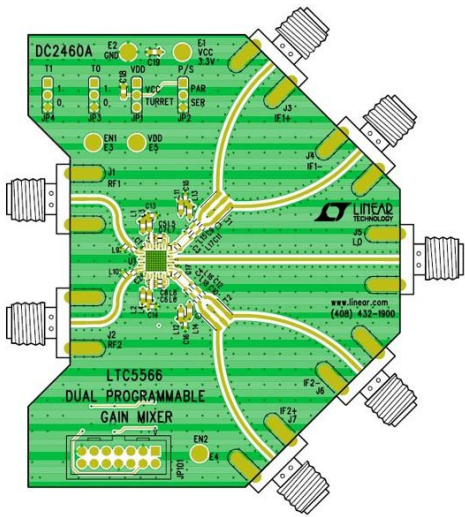
Микросхема LTC5566 основана на ядре активного двойного балансного смесителя, не имеющего потерь преобразования, с отличной изоляцией между портами, упро-



щающей требования к внешним цепям радиочастотной фильтрации. На входе каждого смесителя имеется интегрированный согласующий трансформатор, что позволяет использовать простое несимметричное подключение. Используя интерфейс SPI или выводы параллельного порта, можно производить цифровую настройку входов смесителя для оптимизации возвратных потерь в нескольких широких, перекрывающихся частотных диапазонах от 1.3 ГГц до 5.3 ГГц, без каких-либо дополнительных внешних компонентов, предоставляя гибкость использования, необходимую приложениям программно-определяемых радиосистем. Более низкие диапазоны 450 МГц, 700 МГц и 900 МГц поддерживаются единственной дополнительной внешней индуктивностью, улучшающей согласование и обеспечивающей превосходные параметры динамического диапазона. Для работы на частотах, превышающих 5.3 ГГц, таких, например, как 5.8 ГГц, достаточно добавить простую внешнюю схему согласования.

LTC5566 имеют великолепную изоляцию каналов, достигающую 50 дБ на частоте 3.6 ГГц. На частоте 4.5 ГГц развязка каналов также не падает ниже 40 дБ. Оба канала вносят очень незначительный фазовый сдвиг во всем диапазоне регулировки ослабления, составляющем 15.5 дБ, что весьма важно для приемников с адаптивными антенными решетками (MIMO).

Для работы LTC5566 требуется источник питания с напряжением 3.3 В. При активном режиме обоих каналов номинальный ток потребления равен 384 мА. Каждый приемник может независимо включаться и выключаться по собственной линии управления.



Демонстрационная плата DC2460A двойного понижающего преобразователя частоты диапазона 300 МГц ... 6 ГГц с программируемым усилением.

Кроме того, ценой небольшого ухудшения ИРЗ прибор можно перевести в режим пониженной мощности, в котором ток потребления составляет 294 мА. Устройство выпуска-

ется в 32-выводном пластиковом корпусе QFN с размерами 5 мм × 5 мм и рассчитано на работу при температуре корпуса от $-40\text{ }^{\circ}\text{C}$ до $105\text{ }^{\circ}\text{C}$. Для партий из 1000 смесителей цена одного прибора начинается от \$9.45. LTC5566 поставляются в промышленных количествах со склада компании.

Сводка основных характеристик LTC5566

- Широкая полоса рабочих частот: 300 МГц ... 6 ГГц;
- Отличные характеристики в высокочастотных диапазонах 2.6 ГГц, 3.6 ГГц и 4.5 ГГц;
- Максимальный коэффициент усиления мощности сигнала промежуточной частоты: 12 дБ;
- Коэффициент усиления программируется через интерфейс в диапазоне от -3.5 дБ до 12 дБ с шагом 0.5 дБ;
- ИРЗ на частоте 3.6 ГГц находится на уровне $+25.5\text{ дБм}$;
- Ширина полосы промежуточных частот: 400 МГц.

Новые TVS-диоды компании Littelfuse защитят и самые высокоскоростные интерфейсы, и приложения общего назначения

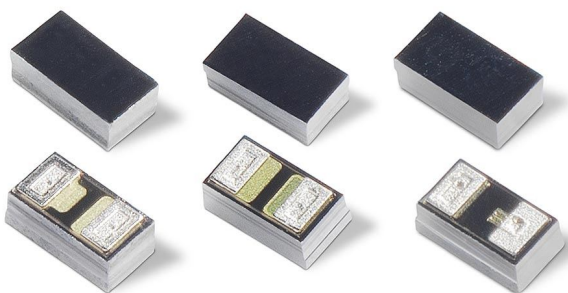
Компания Littelfuse анонсировала первую в отрасли серию однонаправленных TVS-диодов в сверхкомпактных корпусах на основе перевернутого кристалла типоразмера 01005 ($0.230\text{ мм} \times 0.430\text{ мм}$). Однонаправленная защита обычно предпочтительнее двунаправленной, особенно на линиях логических и информационных сигналов, которые в нормальном режиме работы, как правило, не переходят через нулевой уровень.

Быстродействующая полупроводниковая структура, использованная в конструкции

TVS-диода SP3145, обеспечивает способность противостоять многократным электростатическим разрядам без снижения или потери электрических характеристик. Низкая номинальная емкость этого прибора (0.35 пФ) делает его идеальным средством защиты высокоскоростных интерфейсов, тактовая частота которых доходит до 5 ГГц.

TVS-диоды общего назначения SP1043 (8 пФ) и SP1044 (30 пФ) изготавливаются на основе запатентованной технологии кремниевых лавинных приборов и предназначены для защиты портов ввода/вывода электронного оборудования от разрушительного воздействия электростатических разрядов. Эти надежные диоды могут без деградации характеристик безопасно поглощать повторяющиеся электростатические разряды напряжением до $\pm 12\text{ кВ}$ (SP1043) или $\pm 30\text{ кВ}$ (SP1044).

Типичными областями применения этих TVS-диодов будут смартфоны, цифровые камеры, носимая электроника, планшетные компьютеры и другие портативные устройства.



Слева направо: SP1043, SP1044, SP3145.

Основные особенности TVS-диодов SP3415, SP1043 и SP1044

- Самые миниатюрные в отрасли однонаправленные диоды защиты от электростатических разрядов для сохранения целостности данных.
- Обеспечивают защиту от электростатических разрядов по верхней границе норм стандарта IEC61000-4-2, позволяя разработчикам увеличивать конструктивные запасы и эксплуатационную надежность конечного продукта.
- Небольшое динамическое сопротивление (не более 3.5 Ом для SP3145 и не более 0.45 Ом для SP1043/SP1044) поддержива-

ет низкое напряжение ограничения, необходимое для миниатюрных микросхем современной электроники.

- Низкое напряжение пробоя (не более 6 В для SP1043/SP1044 и 3.3 В для SP3045) позволяет защищать до 95% существующих интерфейсов.

Доступность

TVS-диоды SP3415, SP1043 и SP1044 поставляются упакованными в ленту на бобине по 15,000 штук и уже доступны для заказа. Заявки на получение образцов могут быть размещены через авторизованных дистрибьюторов Littelfuse.

Seoul Semiconductor приступила к массовому производству светодиодов для филаментных ламп

Seoul Semiconductor объявила о начале массового производства светодиодных сборок, изготавливаемых в форме кристаллов на плате (Chip-On-Board – COB) и предназначенных для использования в филаментных лампах¹⁾, мировой рынок которых сегодня оценивается в \$1.3 млрд.



За счет дифференцированной технологии COB, производимые Seoul Semiconductor филаментные светодиоды создают высококачественный свет, близкий к естественному, и могут обеспечивать потрясающе эмоциональное всенаправленное освещение, в котором небольшие размеры источника сочетаются с широким углом излучения. Светодиоды выпускаются с индексом цветопередачи не ниже 80 и различными величинами световых потоков от 105 лм до 210 лм. Коррелированная цветовая температура (Correlated Color Temperature – CCT) всех приборов

равна 2700 К. Благодаря высокому качеству света они широко используются для создания гармоничной атмосферы в таких местах, как кафе и гостиницы, или даже спальни и гостиные, что делает их альтернативой лампам накаливания, производство которых было поэтапно прекращено в 2014 году.



Разработкой этой технологии Seoul Semiconductor занялась в начале 2000-х, еще до возникновения рынка филаментных светодиодов, но массовый выпуск откладывался

¹⁾ Название «филаментная лампа» перешло в русский язык от английских слов «filament lamp», указывающих на внешнее сходство с классическими лампами накаливания. («Filament» в переводе означает «нить накала»). Светодиоды, конструкция которых адаптирована для филаментных ламп, получили название «filament LED» – «филаментные светодиоды».

до момента, когда рынок будет готов к их приему. Это решение демонстрирует четкое видение компанией своей долгосрочной стратегии. Сегодня Seoul Semiconductor владеет сотнями патентов на филаментные светодиоды, охватывающих процессы производства кристаллов, сборки COB и изготовления светодиодных модулей и ламп. Все эти технологии являются ключом к производству изделий на базе филаментных светодиодов, что вынуждает Seoul Semiconductor заботиться о защите своей интеллектуальной собственности.

Официальные лица Seoul Semiconductor заявляют: «Мы готовим судебные иски, так

как многие светодиодные лампы, выпущенные на рынок, нарушили патенты на наши технологии».

Мировой рынок электрических ламп оценивается в 7 млрд. штук ежегодно, и 2.5 млрд. из них приходится на лампы, используемые в различных декоративных целях, для которых, прежде всего, и предназначены филаментные светодиоды. Их использование на этом рынке уже началось, и теперь приборы можно увидеть не только в различных сферических лампах, но и в лампах свечеобразной формы. Такое разнообразие приложений поддерживается двумя длинами светодиодов: 38 мм и 50 мм.

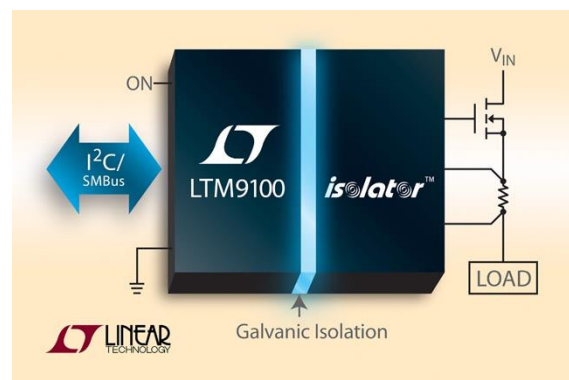
Технические характеристики

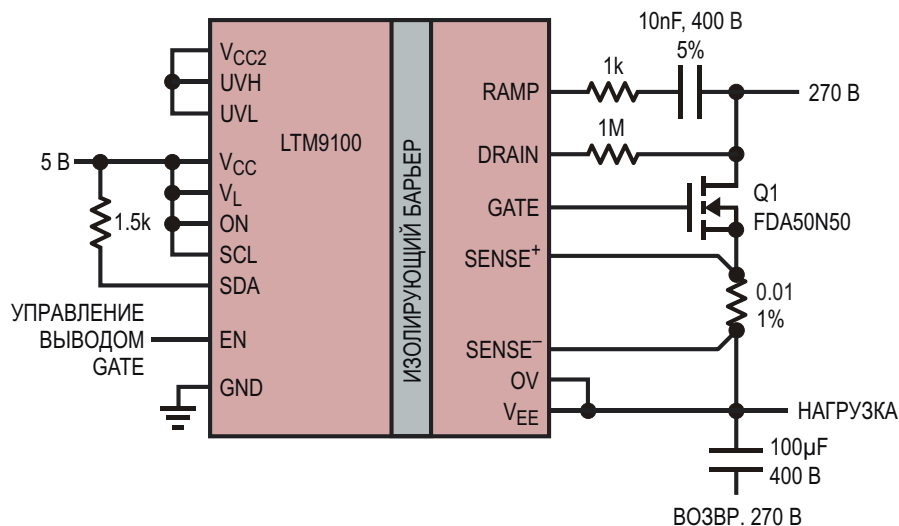
Прибор	Длина (мм)	P (Вт)	V _F (В)	Световой поток (лм)	ССТ	I _F (мА)	CRI, не менее
SFW8C32A-xx	38	1.3	86	210	2700	15	80
SFW8C32A-xx	38	1	68	190	2700	15	80
SFW8C32A-xx	38	1	68	150	2700	15	80
SFW8C31A-xx	38	0.7	68	105	2700	10	80
SFW8C31A-xx	38	0.6	64	115	2700	10	80
SFW8C31A-xx	50	1.3	86	210	2700	15	80

Изолированный контроллер переключения защищает источники питания с напряжением до 1000 В

Linear Technology расширила линейку устройств своего семейства ?Module, добавив в нее универсальный изолированный контроллер переключения LTM9100, предназначенный для построения схем управления и защиты высоковольтных источников питания с постоянным напряжением до 1000 В. Источникам высокого напряжения, используемым в промышленных, телекоммуникационных, авиационных и медицинских приложениях, требуются контролируемое включение и надежная изоляция, обеспечивающая защиту схемы управления, безопасность оператора и разрыв земляных контуров. Альтернативные решения, основанные на реле или дискретных компонентах, громоздки, сложны и не отвечают стандартам безопасности. Объединив в компактном корпусе BGA всю необходимую функциональность, включая изолированное питание и цифровую телеметрию, инновационный модуль LTM9100 сокращает время разработки, упрощает сертификацию и экономит площадь печатной платы.

Цифровой интерфейс модуля LTM9100 отделяется от контроллера переключения внутренним гальваническим барьером с напряжением изоляции 5 кВ с.к.з. Чтобы гарантировать надежность изолирующего барьера, все модули проходят стопроцентный выходной контроль при напряжении 6 кВ с.к.з. Кроме того, ожидается подтверждение соответствия прибора международному стандарту безопасности UL 1577, что сэкономит разработчикам оборудования не





Изолированный драйвер коммутатора нагрузки, включенной в верхнее плечо.

один месяц времени, необходимого для прохождения процедуры сертификации. Доступ через интерфейс I²C/SMBus к результатам изолированных цифровых измерений тока нагрузки, напряжения и температуры позволяет контролировать мощность и энергию в шинах высокого напряжения.

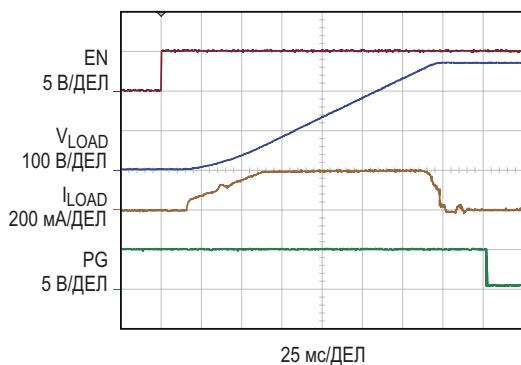
Благодаря наличию встроенной изоляции, LTM9100 легко конфигурируется для управления ключами верхнего и нижнего плеча (с замыканием тока нагрузки через землю), а также для использования в плавающих приложениях. Мягкое включение нагрузки минимизирует броски пускового тока, а прерыватель цепи со схемой ограничения тока защищает источник от перегрузки и коротких замыканий. Модуль LTM9100 достаточно универсален для того, чтобы поддерживать горячую замену плат, управлять трансформаторами переменного тока, драйверами двигателей и индуктивными нагрузками. Регулируемые

пороги блокировки при недостаточном и повышенном напряжении гарантируют, что нагрузка будет подключена только тогда, когда источник входного питания работает в штатном режиме. Для питания изолированной цепи управления коммутатором нагрузки в модуль интегрирован законченный DC/DC преобразователь с силовой индуктивностью.

Рассчитанные на работу в температурном диапазоне от -40 °C до 105 °C модули LTM9100 выпускаются в корпусах BGA с размерами 22 мм × 9 мм × 5.16 мм и длиной пути утечки между управляющей и изолированной сторонами корпуса равной 14.6 мм. В партиях из 1000 драйверов цена одного прибора начинается от \$19.45. Образцы устройства и платы оценочных схем можно приобрести в местных офисах продаж Linear Technology.

Сводка основных характеристик LTM9100

- Управляет ключом на N-канальном MOSFET или IGBT;
- Гальванически изолированное управление ключом:
 - Выдерживает напряжение 5 кВ с.к.з. в течение 1 мин (ожидание получения сертификата соответствия стандарту безопасности UL 1577);
 - Продолжительная работа при напряжении 690 В с.к.з. (1000 В DC);
 - Устойчивость к синфазным помехам со скоростью нарастания свыше 30 кВ/мкс;
 - Устойчивость изолирующего барьера к электростатическим разрядам до ±20 кВ



Осциллограммы сигналов при мягком подключении к нагрузке напряжения 270 В.

(при воздействии модели человеческого тела);

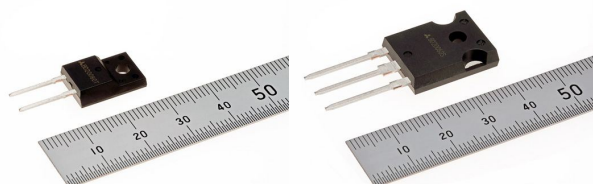
- 10-битный АЦП для измерений тока нагрузки и двух входных напряжений;
- Интерфейс I²C/SMBus для конфигурирования схемы и считывания данных;
- Внешняя регулировка характеристики мягкого запуска и порога разрыва цепи;
- Внутренний изолированный DC/DC источник питания;

- Блокировка при повышенном и пониженном напряжении;
- Независимое питание логических цепей напряжением от 3 В до 5.5 В;
- Ток потребления в дежурном режиме менее 10 мкА;
- Выходы сигналов «Авария» и «Питание в норме»;
- Корпус BGA с размерами 22 × 9 × 5.16 мм и длиной пути утечки по корпусу 14.6 мм.

Mitsubishi Electric запускает в производство гибридные карбид-кремниевые диоды Шоттки

Снижают потери мощности и физические размеры источников питания

Компания Mitsubishi Electric сообщила о начале промышленного производства гибридных карбид-кремниевых диодов Шоттки (SiC-SBD), конструкция которых основана на сочетании барьера Шоттки с р-п переходом (JBS). Выпрямители подобной структуры эффективно снижают потери мощности и физические размеры источников питания кондиционеров, фотоэлектрических энергетических систем и многих других устройств.



BD20060T

BD20060S

Особенности приборов

1) Карбид кремния способствует снижению потребляемой мощности и размеров

- Благодаря более высокой эффективности преобразования энергии, потери мощности снижаются приблизительно на 21% по сравнению с приборами на основе кремния;
- Повышенная частота переключения позволяет использовать внешние компоненты меньших размеров;

2) JBS структура повышает надежность

- Сочетание барьера Шоттки с р-п переходом;

- Структура JBS способствует достижению более высокой надежности.

Основные технические характеристики

Прибор	BD20060T	BD20060S
Классификационные параметры	20 А/600 В	
Неповторяющийся прямой импульсный ток	155 А (8.3 мс, синусоидальная форма)	
Прямое напряжение диода	1.35 В	
Корпус	ТО-220	ТО-247
Размеры	10.1×29.0×4.7 мм	15.9×41.0×5.0 мм

Со времени выпуска в 2010 году первых коммерческих модулей с SiC устройствами, Mitsubishi Electric не прекращает работу над миниатюризацией и повышением энергоэффективности инверторных систем. В соответствии с растущими потребностями в энергоэффективных системах питания кондиционеров, фотоэлектрических энергетических систем и других устройств, потребители все чаще выбирают продукты, основанные на карбиде кремния.

Экологические аспекты

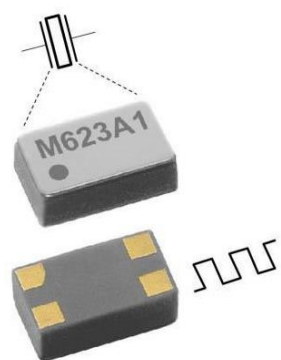
Диоды соответствуют требованиям Директивы 2011/65/EU по ограничению использования опасных веществ в электрическом и электронном оборудовании (RoHS).

Создание этих устройств частично поддерживалась японской Организацией по разработке новой энергетической и промышленной технологии (NEDO).

Кварцевый генератор 32.768 кГц компании Micro Crystal стал еще меньше и экономичнее

Усовершенствование геометрии кварцевого кристалла позволило уменьшить размеры корпуса

Швейцарская компания Micro Crystal представила свой популярный генератор в новом усовершенствованном корпусе с размерами всего 1.2 × 2.0 × 0.7 мм. В этом герметичном корпусе прибора OM-7605-C8, рассчитанном на жесткие условия эксплуатации, объединены микросхема и кварцевый резонатор. Помимо широкого диапазона напряжений питания, генераторы отличаются очень низкой рассеиваемой мощностью. В активном режиме при работе на КМОП нагрузку они потребляют ток всего 1 мкА. Поскольку генератор не выключается и в режиме ожидания (с током потребления 0.45 мкА), его переход в активный



режим происходит без задержки, характерной для запуска обычных генераторов, в результате чего точная частота остается доступной постоянно. Благодаря заводской калибровке, точность генератора превосходит решения с внешним кварцевым резонатором.

Сочетание широкого диапазона напряжений питания от 1.6 В до 5.5 В, большого диапазона рабочих температур от -40 °С до +85 °С, низкого потребления мощности и небольшого корпуса идеально подходит для множества новых приложений:

- Носимые устройства и фитнес-браслеты;
- Устройства Интернета вещей;
- Умные авторучки;
- Промышленные компьютеры;
- Одноплатные контроллеры;
- Приборы для здравоохранения;
- Источники синхронизации (в том числе, для спящего режима Bluetooth LE);
- Автомобильные устройства:
 - Оборудование экстренного вызова;
 - Системы удаленного бесключевого доступа.

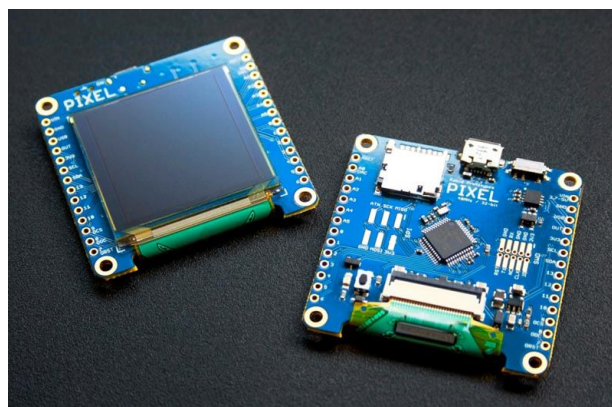
Если соединить маленький OLED дисплей с платой Arduino, получится Pixel 2.0

John Biggs

TechCrunch

Фактически крошечная Pixel 2.0 – это плата Arduino, объединенная с миниатюрным полуторадюймовым цветным OLED дисплеем 128×128. Это означает, что вы можете вставить ее в носимое устройство и общаться с экраном прямо из платы Arduino – намного лучше, чем типичное для мира радиолюбительской электроники «припаяйте экран к Arduino и надейтесь, что он заработает».

Малюсенькая плата стоит на Kickstarter \$75 и начнет поставляться в июне. Вся документация на Pixel полностью открыта, так что



вы можете покопаться в схеме, изготовить собственную плату, и вообще, делать с ней все, что придет в голову. Установленный на плате слот SD карты позволит вам хранить такие данные, как игры и видео, и, используя Arduino SDK, программировать графику на экране.

Сбор Pixel 2.0 на Kickstarter превысил запланированную сумму \$5,000, так что плата готова к запуску в производство.

Это уже вторая версия Pixel, созданная бостонской фирмой Rabid Prototypes. Кроме того, они сделали замечательную быстродействующую плату Arduino, которую назвали Neutrino, а также предлагают источники света, драйверы двигателей и другие гаджеты, полезные для любительских поделок. Мне очень хотелось бы увидеть микро-аркаду, запущенную на одной из этих штук, ведь, учитывая приемлемую плотность пикселей, похоже, она могла бы там работать.

Впервые в отрасли Texas Instruments объединила в одном ОУ технологии нулевого дрейфа и zero-crossover

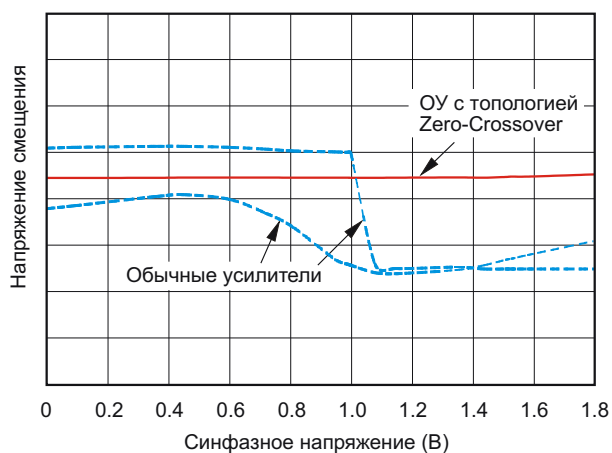
В одном уникальном устройстве TI объединила высокую точность и исключительную линейность

Продолжая устанавливать новые стандарты для прецизионных усилителей, Texas Instruments (TI) представила первый операционный усилитель (ОУ), в котором объединены технологии нулевого дрейфа и zero-crossover. Zero-crossover (фирменное обозначение TI – zero-crossover) гарантирует практически полное отсутствие зависимости напряжения смещения от величины синфазного напряжения, характерной для многих низковольтных rail-to-rail усилителей с КМОП входными каскадами. ОРА388, сохраняющий высокую точность во всем диапазоне входных напряжений, может использоваться во множестве промышленных приложений, включая контрольно-измерительные и медицинские приборы, средства безопасности, а также системы сбора данных высокого разрешения.

шумы, технология нулевого дрейфа обеспечивает высочайшую статическую точность и динамическую коррекцию ошибок, в то время как топология zero-crossover исключает ступенчатое изменение напряжения смещения, позволяя получить истинные rail-to-rail характеристики усилителя.



Уникальной архитектурой ОРА388 обеспечивается лучшее в отрасли сочетание ультравысокой линейности и точности. Устраняя температурный дрейф и фликер-



Зависимость напряжения смещения от входного синфазного напряжения для обычных и zero-crossover операционных усилителей.

Ключевые особенности и преимущества ОУ ОРА388

• **Истинная точность и сверхвысокая линейность по входу:**

Топология zero-crossover полностью ликвидирует скачок напряжения смещения, присущий традиционным КМОП операционным усилителям, гарантируя максимум линейности и минимум искажений во

всем диапазоне синфазных входных напряжений.

- **Высокая статическая точность:**

Технология нулевого дрейфа обеспечивает низкое максимальное напряжение смещения 5 мкВ с типовым температурным дрейфом 0.005 мкВ/°С и максимальный входной ток 700 пА в расширенном промышленном диапазоне температур –40 °С ... 125 °С. Это делает ненужной затратную «горячую» калибровку и улучшает статическую точность.

- **Широкий диапазон частот:**

При производстве коэффициента усиления на ширину полосы пропускания, равном 10 МГц, ОРА388 позволяет создавать конфигурации с большим усилением, способные обрабатывать широкий диапазон частот и типов сигналов, используемых в самом различном оборудовании – от высокоточных весов до пульсометров.

- **Низкие искажения для высокоточных приложений:**

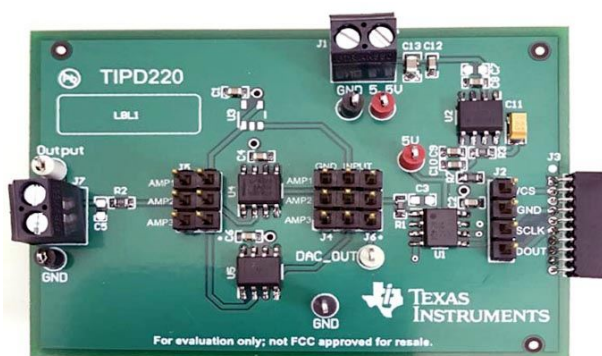
Ультранизкие общие гармонические искажения –132 дБн и напряжение шумов 7 нВ/ Гц обеспечивают высокое разрешение цепи прохождения сигнала для таких специализированных приложений, как программируемые логические контроллеры, прецизионные расходомеры и оборудование управления перемещением.

- **Упрощает и удешевляет конструкцию:**

Объединение технологий нулевого дрейфа и zero-crossover упрощает сигнальную цепь и сокращает количество внешних компонентов, позволяя разработчикам уменьшить площадь печатной платы и снизить затраты на комплектующие.

Инструменты и средства поддержки разработки

Разработчикам, использующим ОУ ОРА388, TI предлагает широкий диапазон средств поддержки, включая оценочный набор, демонстрирующий использование прецизионного операционного усилителя в цифро-аналоговых преобразователях для устранения искажений, обусловленных зависимостью смещения от синфазного входного напряжения. В оценочном наборе использованы прецизионный цифро-аналоговый преобразователь DAC8830 и источник опорного напряжения REF5050, образующие систему калибровки по постоянному току для высокоточных приложений беспроводной инфраструктуры и контрольно-измерительного оборудования.



TIDA-01402 – оценочный набор прецизионного буферного усилителя сигналов ЦАП.

Корпус, доступность и цена

ОРА388 можно приобрести в онлайн магазине TI или у авторизованных дистрибьюторов компании. Микросхема выпускается в корпусе SOIC размером 4.9 × 3.9 мм и в партиях из 1000 приборов продается по цене \$0.98 за штуку.

Новые TVS диоды Diodes защитят схемы автомобильной электроники

На выставке Embedded World 2017 компания Diodes представила первый в отрасли двунаправленный 1800-ваттный ограничитель напряжения (TVS диод) D28V0H1U2P5Q, удовлетворяющий требованиям, предъявляемым к электронным устройствам для автоиндустрии. Устройство разработано для защиты чувствительных электронных схем от бросков

напряжения, генерируемых переключением индуктивных нагрузок в широком диапазоне автомобильных приложений, включая насосы, информационно-развлекательные и навигационные системы, оборудование для отопления, вентиляции и кондиционирования, а также системы содействия водителю (ADAS). Выпускаемые в корпусах PowerDI5 с высокой



теплорассеивающей способностью, TVS диоды D28V0H1U2P5Q с обратным напряжением пробоя 28 В и низким обратным током утечки способны рассеивать до 1800 Вт при воздействии импульсов 10/1000 мкс (время фронта/длительность), что на 20% превышает возможности сопоставимых решений.

Новые TVS диоды могут пропускать пиковые импульсные токи до 40 А – на 25% больше, чем аналогичные компоненты в корпусах SMC. D28V0H1U2P5Q проходят полную проверку на устойчивость к броскам напряжения бортовой сети автомобилей, регламентированным стандартами ISO7637-2 (формы импульсов 1, 2a, 2b, 3) и IEC 61000-4-5. Помимо этого, устройство отвечает требованиям стандартов электромагнитной совместимости IEC 61000-4-4 и 61000-4-2 (устойчивость к электростатическим разрядам).

Площадь, занимаемая D28V0H1U2P5Q на печатной плате, на 40% меньше, чем требуется аналогичным TVS диодам в стандартных для отрасли корпусах SMC. Кроме того, диоды на 50% ниже, чем приборы обычного конструктивного исполнения.

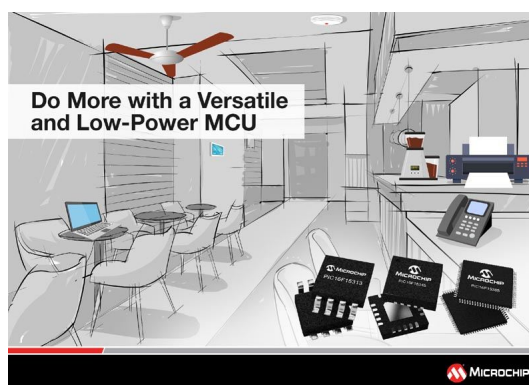
Расширенный набор независимой от ядра периферии упростит разработку приложений на новейших микроконтроллерах PIC

Быстрая разработка приложений на микропроцессорах семейства PIC16F15386 поддерживается конфигуратором кода из набора MPLAB

Microchip Technology объявила о доступности микросхем нового семейства PIC16F15386 – самых высокопроизводительных приборов в линейке 8-разрядных микроконтроллеров PIC. В дополнение к независимой от ядра периферии (Core Independent Peripherals – CIP), это семейство содержит высокоточный внутренний генератор 32 МГц и поддерживает ряд специальных функций памяти, включая выделенную загрузочную область, защищенную от случайной перезаписи. Для хранения уникального идентификатора устройства и калибровочных параметров выделена защищенная область данных. Кроме того, семейство PIC16F15386 поддерживается интегрированной средой разработки MPLAB Xpress с конфигуратором MPLAB Code Configurator, обеспечивающим самый быстрый способ генерации прикладного кода. Семейство подходит для широкого спектра универсальных и малопотребляющих приложений.

Масштабируемое семейство микроконтроллеров выпускается в корпусах с количеством выводов от 8 до 48 и может содержать до 28 Кбайт Flash-памяти и до 2 Кбайт ОЗУ. Впервые в группе 48-выводных 8-битных мик-

роконтроллеров PIC предлагается устройство с увеличенным количеством каналов АЦП и портов ввода/вывода. Устройства насыщены CIP, ориентированной на генерацию сигналов, управление электродвигателями, обеспечение сохранности данных и поддержку интерфейсов пользователя без участия ядра и с минимально возможным потреблением энергии. Реализованные в новых микроконтроллерах функции управления питанием, такие как режимы IDLE и DOZE, а также отключение периферийных модулей, позволяют разработчикам оптимизировать баланс между энергопотреблением и производительностью.



Поддержка разработки

Немедленно начать работу над проектами позволят отладочные платы серии Xpress, специально разработанные для новых микроконтроллеров. Всего за пару минут инженеры смогут приступить к созданию кода приложения с помощью отладочной платы Xpress и облачной интегрированной среды разработки MPLAB Xpress. Семейство также поддерживается двумя прототипными платами Curiosity (DM164136 и DM164137) и бесплатными платформами разработки компании Microchip, включая MPLAB Code Configurator и MPLAB X IDE. MCC представляет собой бесплатный плагин, обеспечивающий поддержку графического интерфейса для конфигурирования периферии и функций, специфичных для разрабатываемого приложения. В течение ограниченного времени отладочные платы серии Xpress будут распространяться бесплатно.

Цены и доступность

В состав семейства PIC16F15386 входят 13 уникальных микроконтроллеров, выпускаемых в различных корпусах, включая PDIP,



Прототипная плата DM164136.

SOIC, DFN, UDFN, UQFN и SSOP. Все микроконтроллеры доступны как в единичных образцах, так и в промышленных объемах. Цены микросхем нового семейства начинаются от \$0.33 за штуку.

Получить дополнительную информацию можно в любом торговом представительстве Microchip, через международную дистрибьюторскую сеть или на веб-сайте компании. Для приобретения продуктов, упомянутых в этом пресс-релизе, воспользуйтесь онлайн магазином microchipDIRECT, навигация в котором теперь стала удобнее и была оптимизирована для мобильных устройств, или свяжитесь с одним из авторизованных дистрибьюторов Microchip.

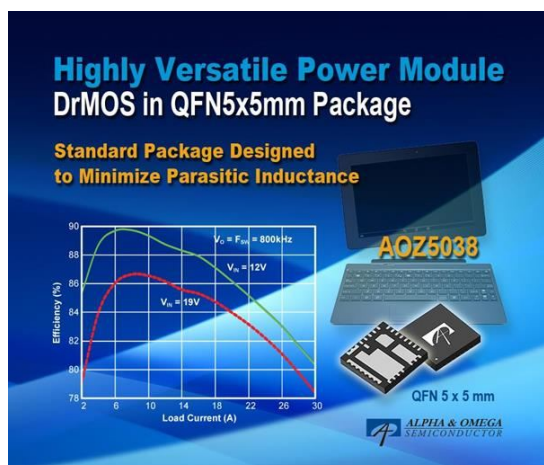
Alpha and Omega Semiconductor представляет универсальный силовой модуль семейства DrMOS

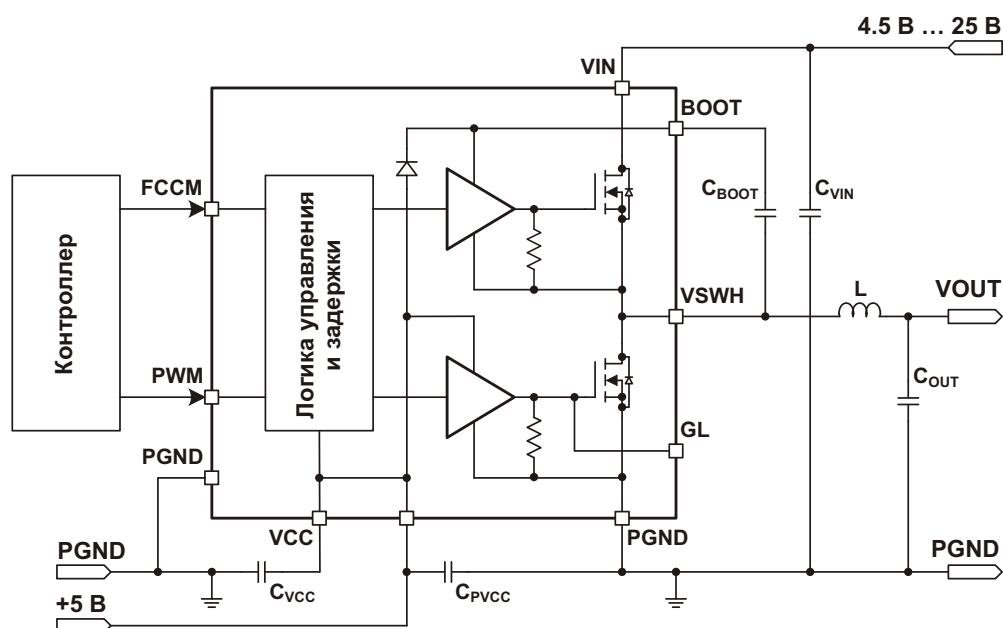
Мощное и оптимальное решение для высокопроизводительных компьютерных и графических приложений

Компания Alpha and Omega Semiconductor представила универсальный силовой модуль последнего поколения AOZ5038QI. Два драйвера затворов и два оптимизированных MOSFET, размещенные в корпусе

AOZ5038QI, образуют мощный силовой каскад с высоким КПД, предназначенный для синхронных понижающих приложений. AOZ5038QI позволяет создавать регуляторы напряжения с большой плотностью мощности для управления питанием центральных и графических процессоров в ноутбуках, серверах и графических картах. Стандартный корпус QFN размером 5 мм × 5 мм оптимизирован для увеличения плотности мощности и снижения уровня электромагнитных помех за счет минимизации паразитных индуктивностей.

«AOZ5038QI является новым дополнением к нашей стандартной серии компактных силовых каскадов, выпускаемых в корпусах QFN 5×5 для современных высокоуровневых компьютерных и графических приложений», – сказал Питер Чен, старший директор





Типовая схема включения.

линейки силовых продуктов компании Alpha and Omega Semiconductor.

Технические особенности

- Диапазон входных напряжений: от 4.5 В до 25 В;
- Выходной ток: до 60 А;
- Частота переключения: до 2 МГц;

- Корпус: QFN 5 мм × 5 мм, 31 вывод;
- Стандарт: IMVP8.

Цена и доступность

AOZ5038QI готовы к поставке в промышленных объемах со сроком выполнения заказа 12 недель. Цена одного устройства в партиях из 1000 штук составляет \$1.90.

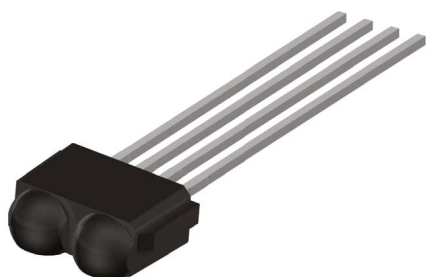
Новые ИК-приемники Vishay Intertechnology занимают меньше места в изделиях потребительской электроники

Двухлинзовая конструкция в версиях с четырьмя диапазонами АРУ обеспечивает чувствительность к уровням освещенности от 0.08 мВт/м²

Vishay Intertechnology расширила номенклатуру оптоэлектронных приборов, представив две новые серии миниатюрных инфракрасных (ИК) приемных модулей для приложений дистанционного ИК управления. В целях экономии места в потребительских изделиях

впервые для подобных изделий в корпусах, монтируемых в отверстия, ИК-приемники приборов TSOP39xxx и TSOP59xxx были размещены с торцевой стороны.

Для приложений с верхним расположением ИК-приемников корпуса с боковым расположением чувствительных элементов придется модифицировать, изгибая их выводы на 90°. Не требуя изгиба выводов, новые устройства позволят снизить требования к площади печатных плат в таких изделиях, как абонентские приставки, кондиционеры воздуха и аудио системы высшего класса. Для повышения чувствительности в приборах серий TSOP39xxx и TSOP59xxx использова-



на двухлинзовая конструкция, благодаря которой уровни минимальной освещенности были снижены до 0.08 мВт/м² и 0.20 мВт/м², соответственно.

Для упрощения разработки в 4-выводных эпоксидных корпусах ИК-приемников объединены фотодетектор, схема предварительного усиления и ИК фильтр. Устройства работают при напряжении питания от 2.5 В до 5 В, при этом модули серии TSOP39xxx потребляют типовой ток 0.35 мА, а TSOP39xxx – 0.7 мА. Дальность связи достигает 45 м, а частоты несущей находятся в диапазоне между 30 кГц и 56 кГц. Приемники имеют улучшенную защиту от внешней засветки и нечув-

ствительны к изменениям и пульсациям напряжения питания.

Устройства TSOP39xxx и TSOP59xxx предлагаются в четырех версиях, различающихся диапазонами автоматической регулировки усиления (АРУ) – для коротких и длинных кодовых комбинаций. Все приемники соответствуют требованиям директивы RoHS и экологической инициативы Vishay Green.

Потребителям сегодня доступны как единичные образцы TSOP39xxx и TSOP59xxx, так и промышленные партии, отгружаемые через четыре недели после подтверждения заказа.

Texas Instruments создала первый в отрасли многофазный двунаправленный контроллер тока

Высокоинтегрированный понижающе/повышающий контроллер эффективно передает энергию между двумя автомобильными батарейными системами

Texas Instruments представила первый в отрасли полностью интегральный многофазный двунаправленный DC/DC регулятор тока, эффективно пропускающий электрическую мощность свыше 500 Вт на фазу между 48- и 12-вольтовыми автомобильными аккумуляторными системами. В высокоинтегрированном аналоговом контроллере LM5170-Q1 реализован инновационный метод стабилизации по среднему значению тока, позволяющий преодолеть проблемы используемых сегодня сложных, полностью цифровых схем управления.

управления такими двухбатарейными системами разработчики используют цифровые схемы, содержащие множество дискретных компонентов в таких устройствах, как токоизмерительные усилители, драйверы затворов и защитные схемы. Подобные полностью цифровые схемы управления сложны и дороги. Чтобы решить эту проблему и одновременно повысить характеристики и надежность системы, TI предложила смешанную архитектуру, в которой интеллектуальное управление верхнего уровня возлагается на микроконтроллер, а преобразование энергии выполняет высокоинтегрированный аналоговый контроллер LM5170-Q1.

Highly integrated multiphase bidirectional current controller

Efficient power transfer between 48V and 12V automotive batteries

- Accurate 1% regulation and current monitoring ensures precise power transfer.
- Achieves greater than 97% efficiency.
- Integrated 5-A gate drivers for high power.

TEXAS INSTRUMENTS

В гибридных электрических транспортных средствах совместно используются как высоковольтные 48-вольтовые, так и стандартные 12-вольтовые автомобильные батареи. Для

Основные особенности и преимущества LM5170-Q1

- **Уникальная конструкция для оптимизации характеристик и стоимости:**

Метод стабилизации по среднему значению тока улучшает характеристики, упрощает реализацию и снижает стоимость системы.

- **Точная стабилизация:**

Точность двунаправленной стабилизации тока составляет 1%.

- **Энергоэффективность:**

КПД регулятора LM5170-Q1 достигает уровней, превышающих 97%.

- **Прецизионные измерения:**

Контроллер отслеживает ток с точностью до 99%.

- **Большая мощность:**

Микросхема содержит 5-амперный полумостовой драйвер для приложений большой мощности.

- **Превосходные характеристики:**

Режим эмуляции диодов MOSFET синхронных выпрямителей защищает от отрицательных токов и повышает КПД при легких нагрузках.

- **Качество, отвечающее требованиям автоэлектроники:**

Микросхемы LM5170-Q1 сертифицированы на соответствие стандарту AEC-Q100.

Доступность, корпус и цена

Регуляторы LM5170-Q1 можно приобрести в онлайн магазине TI или у авторизованных дистрибьюторов компании. Микросхемы выпускаются в 48-выводном корпусе QFP



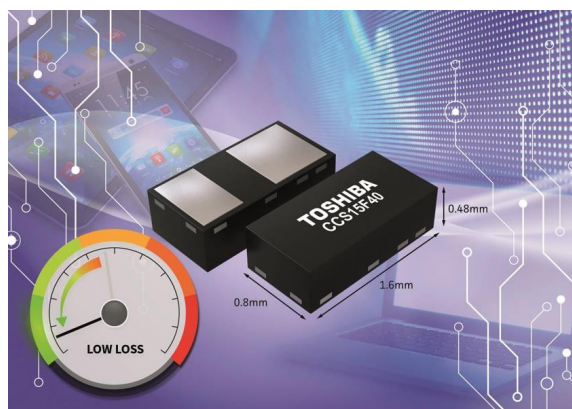
LM5170EVM-BIDIR: Оценочный модуль двунаправленного преобразователя 48 В /12 В на основе микросхемы LM5170.

размером 9 × 9 мм и в лотах из 1000 приборов продаются по цене \$5.84 за штуку.

Toshiba представила новые диоды Шоттки с низкими обратными токами для повышающих преобразователей напряжения

Новые приборы найдут применение в схемах светодиодной подсветки и жидкокристаллических дисплеях

Объемный портфель диодов компании Toshiba Electronics Europe пополнился серий из шести диодов Шоттки с низкими обратными токами. Новые приборы CCS15F40, CUS15F40, CBS10F40, CUS10F40, CTS05F40 и CUS05F40 с допустимыми пиковыми обратными напряжениями 40 В найдут применение в повышающих преобразователях напряжения схем светодиодной подсветки и жидкок-



ристаллических дисплеев таких мобильных устройств, как смартфоны и планшеты.

Низкое прямое напряжение и малое время обратного восстановления диодов Шоттки, ток которых обусловлен основными носителями заряда, позволяет использовать их в быстродействующих переключательных схемах. Обратный ток одного из новых диодов CCS15F40 не превышает 25 мкА, что примерно на 87% меньше, чем у обычных приборов. Кроме того, по сравнению с аналогичными приборами, предлагаемыми сегодня на рынке, температура теплового пробоя новых диодов Шоттки увеличена на 35 °С, что также вносит существенный вклад в стабильность работы схемы. Высокая скорость переключения CCS15F40 обусловлена низкой величиной общей емкости, типовое значение которой при нулевом напряжении смещения равно 130 пФ. Низкий обратный ток помогает уменьшить мощность, рассеиваемую устрой-

йствами, и снижает вероятность теплового пробоя даже в условиях высоких окружающих температур.

Предлагаемая Toshiba линейка диодов для поверхностного монтажа выпускается в корпусах различных типов и размеров. В дополнение к стандартным для отрасли корпусам SOD-323, Toshiba представила безвыводные корпуса CST2C и CST2B, а также кор-

пуса CST2. Приборы будут идеальным выбором, когда первостепенное значение имеют небольшой вес, компактные размеры и высокий КПД устройства.

Диоды Шоттки новой серии уже доступны для приобретения. Получить дополнительную информацию, узнать цены и заказать образцы можно в местных офисах продаж компании Toshiba.

STMicroelectronics выпустила универсальный акселерометр с лучшим в своем классе разрешением и наименьшим потреблением энергии

Стремясь поднять на новый уровень функциональные возможности датчиков Интернета вещей и носимой электроники, STMicroelectronics выпустила новый трехосевой акселерометр LIS2DW12 в миниатюрном корпусе с размерами всего 2 × 2 × 0.7 мм. Поддерживая несколько программируемых режимов с пониженными уровнями шумов и потребляемой мощности, прибор обеспечивает исключительные характеристики точности, гибкости и энергоэффективности.

*Versatile 3-axis accelerometer
for IoT and wearable devices*



Новое устройство пополнило семейство малопотребляющих высокоэффективных МЭМС акселерометров, в котором уже находились такие выпущенные ранее приборы, как LSM6DSM, LSM6DSL и LSM303AH. Имеющий 16-битный формат выходных данных акселерометр LIS2DW12 может программно переключаться в режим низких шумов или в режим экономии потребляемой энергии, в каждом из которых имеется возможность выбора из пяти вариантов соотношений между рассеиваемой мощностью и разреша-

ющей способностью. Специальная функция в сочетании с четырьмя настройками каждого режима позволяет не будить систему для проверки данных и обеспечивает эффективную однобайтовую передачу информации, дополнительно снижая энергопотребление системы и продлевая срок службы батареи. Плотность шума до 90 мкг/ Гц, по меньшей мере, на 25% более низкая, чем у представленных на рынке аналогичных устройств, улучшает точность измерений в различных приложениях нового поколения – от здравоохранения, фитнеса и игрушек до промышленных датчиков и мониторинга окружающей среды.

Потребляя всего 50 нА в дежурном режиме или 380 нА в режиме энергосбережения при темпе вывода данных 1.6 Гц, LIS2DW12 практически не создает дополнительной нагрузки на батарею. Диапазон напряжений питания от 1.62 до 3.6 В расширяет возможности выбора, позволяя использовать, в частности, малогабаритные «таблеточные» батарейки. Низкое потребление энергии на системном уровне обеспечивается совокупностью ряда технических средств и функций, включающих 32-уровневый буфер FIFO, встроенный датчик температуры и программируемое прерывание, связанное с такими событиями, как свободное падение, пробуждение, активизация/деактивизация, 6D/4D позиционирование и однократное/двойное нажатие.

Выпускаемый в миниатюрном корпусе с размерами 2 × 2 × 0.7 мм акселерометр LIS2DW12 отличается высокой разрешаю-

щей способностью и возможностью гибкой оптимизации шумовых характеристик и потребляемой мощности.

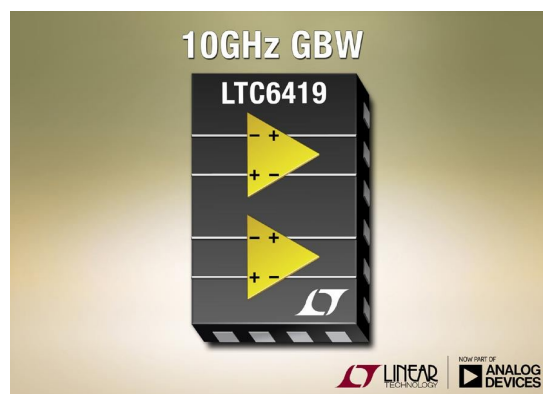
Акселерометры LIS2DW12 уже освоены в массовом производстве и доступны потреби-

телям для приобретения как в промышленных объемах, так и в единичных образцах. Бюджетные цены одного устройства, установленные для партий из 1000 микросхем, начинаются от \$0.75.

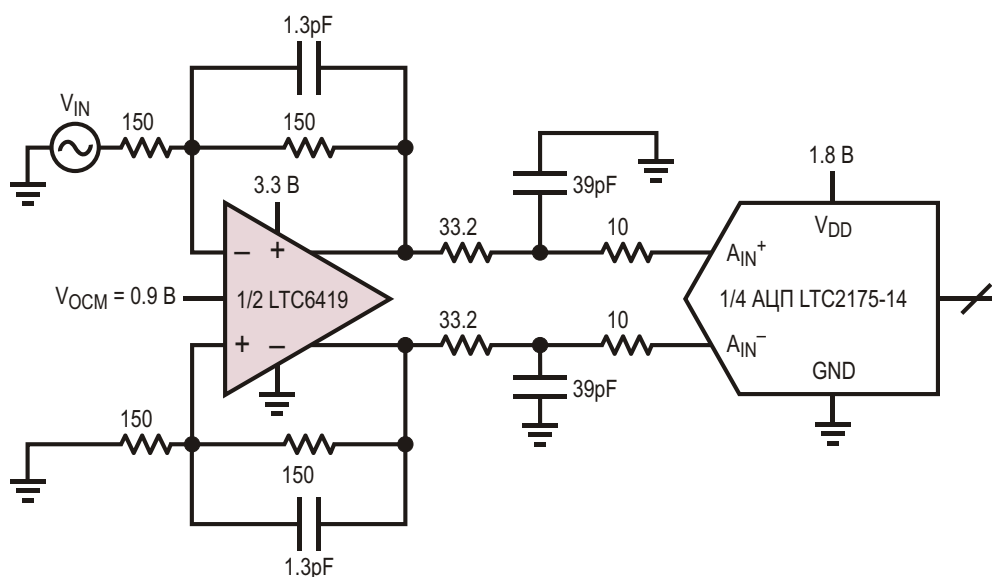
Analog Devices объявила о выпуске сдвоенного широкополосного дифференциального драйвера АЦП с низкой плотностью шумов

Analog Devices, недавно завершившая сделку по приобретению компании Linear Technology, объявила о выпуске сдвоенного 10-гигагерцового операционного усилителя LTC6419 с очень низкой плотностью шумов 1.1 нВ/ Гц, обеспечивающей превосходное отношение сигнал/шум при усилении широкополосных сигналов. LTC6419 отличается также низкими искажениями, обеспечивая свободный от гармоник динамический диапазон (SFDR) 85 дБ при выходном сигнале 2 В пик-пик на частоте 100 МГц. Четырьмя внешними резисторами устанавливается дифференциальный коэффициент усиления каждого усилителя – от единичного, при котором полоса рабочих частот превышает 1 ГГц, до 400 с полосой пропускания 30 МГц. При этом разделение каналов составляет 95 дБ на частоте 100 МГц, что намного лучше, чем у других сдвоенных усилителей аналогичного класса. Широкий диапазон постоянных синфазных входных и выходных

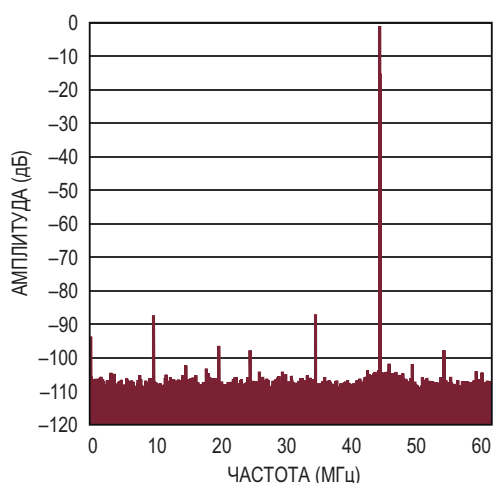
напряжений (0 ... 3.5 В и 0.5 ... 3.5 В, соответственно) будет особенно полезен для приложений, связывающих цепи с разными уровнями постоянного напряжения, например, выходы I/Q демодулятора и входы аналого-цифровых преобразователей.



Сдвоенный дифференциальный усилитель LTC6419 со связью по постоянному току, низким уровнем шумов и широкой полосой



Подключение по постоянному току несимметричного сигнала с заземленным источником к входу АЦП LTC2175-14.



32768-точечное быстрое преобразование Фурье выходного сигнала драйвера АЦП LTC2175-14, сделанного на половине микросхемы LTC6419, при частоте входного сигнала 45 МГц.

Напряжение питания: 3.3 В,

Дифференциальное выходное напряжение: 1.8 В пик-пик,

Уровень второй гармоники: 86.8 дБн,

Уровень третьей гармоники: 86.5 дБн,

SFDR: 86.5 дБ,

Отношение сигнал/шум: 71.8 дБ.

пропускания может использоваться во множестве таких приложений, как приемники прямого преобразования, драйверы быстродействующих АЦП, высокопроизводительные системы сбора данных, измерительные приборы, радарные системы высокого разрешения, современные датчики изображения и лидары.

Схеме необходим источник питания с напряжением от 2.7 В до 5.25 В. Оба усилителя имеют вывод отключения, поэтому каж-

дый из них может работать независимо, потребляя номинальный ток 52 мА. При выключении ток потребления уменьшается до 100 мкА на усилитель.

LTC6419 выпускается с миниатюрным 20-выводным пластиковым корпусе LQFN с размерами 4 мм × 3 мм × 0.75 мм. Предлагаются две версии для работы в температурном диапазоне от –40 °С до 85 °С (суффикс I) и от –40 °С до 125 °С (суффикс H). В партиях из 1000 усилителей цены одной микросхемы LTC6419 группы I начинаются от \$8.50, а группы H – от \$9.90. Все приборы имеются на складе компании в промышленных количествах.

Сводка основных характеристик LTC6419

- Конфигурируемое соотношение усиления и полосы пропускания:
 - Единичное усиление – полоса пропускания 1.4 ГГц;
 - Коэффициент усиления 100 – полоса пропускания 100 МГц;
 - Коэффициент усиления 400 – полоса пропускания 30 МГц;
- Плотность входного напряжения шумов 1.1 нВ/ Гц с частотой излома 40 кГц;
- Широкий диапазон постоянных синфазных напряжений:
 - Вход: от 0 В до 3.5 В;
 - Выход: от 0.5 В до 3.5 В;
- Разделение каналов 95 дБ на частоте 100 МГц;
- Промышленный и расширенный диапазоны рабочих температур:
 - Группа I: –40 °С ... 85 °С;
 - Группа H: –40 °С ... 125 °С.

Кіоніх выпускает новый акселерометр KXTJ3

Входящая в группу ROHM компания Kіonіх анонсировала выпуск нового трехосевого акселерометра KXTJ3 в крошечном корпусе с размерами 2 мм × 2 мм × 0.9 мм, беспрецедентные характеристики которого до сих пор были доступны лишь в более дорогих приборах.

Генеральный директор Kіonіх Надер Садраде (Nader Sadrzadeh) говорит: «Первоначальная идея состояла в том, чтобы, взяв все то, что принесло такой успех нашему акселе-

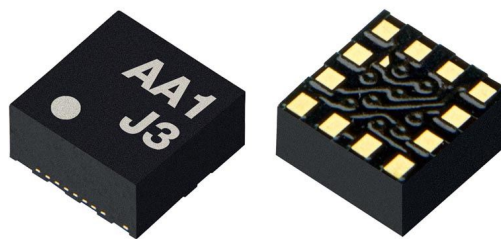
рометру KXTJ2, сделать еще более совершенный прибор. С новым KXTJ3 мы можем предложить рынку высококачественный и очень надежный акселерометр, цена и размеры которого позволяют использовать его где угодно – от игрушек, носимой электроники и средств дистанционного управления до устройств Умного дома и Интернета вещей».

KXTJ3 может служить прямой заменой акселерометра KXTJ2, предоставляя, однако, новый набор возможностей – от лучших

шумовых характеристик и более широкого диапазона, до усовершенствованных функций прерываний.

Позволяя системе в отсутствие движения оставаться в состоянии сна и пробуждаясь лишь при обнаружении движения, устройство потребляет исключительно небольшую мощность. Высокая чувствительность встроенной системы пробуждения обеспечивает включение КХТJ3 при пороговом уровне ускорения всего 3.9 мг. Наименьшая частота обновления данных, с которой может работать устройство, потребляя лишь 1.5 мкА, равна 0.781 Гц.

Акселерометры могут использоваться для определения ориентации устройств относительно направления силы тяжести, обеспечивая лучшую интерактивность и более естественное взаимодействие с пользователем, а также способствуя автоматизации управления устройством.



Садрзаде добавляет: «Мы живем в удивительное время, когда датчики можно увидеть в умных ошейниках, интеллектуальных метках, маяках, брелках – практически невозможно найти такое приложение, которое не выиграло бы от добавления датчиков».

КХТJ3 измеряет ускорения в диапазонах 2g, 4g, 8g или 16g с разрешением 8, 12 или 14 бит. Устройство поддерживает протокол I²C с тактовой частотой до 3.4 МГц, и благодаря встроенному регулятору напряжения, может стабильно работать при напряжениях питания от 1.71 В до 3.6 В.

Texas Instruments представила однокристалльный цифровой изолятор с интегрированным источником питания и самым высоким в отрасли КПД

Наименьшие потери мощности и наивысшая помехоустойчивость для надежных промышленных систем

Texas Instruments представила новый однокристалльный изолятор с встроенным источником питания, КПД которого на 80% превосходит любые существующие интегральные устройства. При наилучшей в отрасли эффективности передачи энергии, наименьшем уровне излучений и высочайшей помехоустойчивости изолятор обеспечит надежную работу промышленных систем, включая средства автоматизации произво-

дства, инфраструктуру электрических сетей, изолированные источники питания и контрольно-измерительное оборудование.

В отличие от дискретных решений, в ISOW7841 объединены изолированные линии передачи данных и изолированный источник питания, что дает возможность заметно сократить список необходимых компонентов, уменьшить площадь печатной платы, а также ускорить процесс сертификации системы.



Ключевые особенности и преимущества ISOW7841

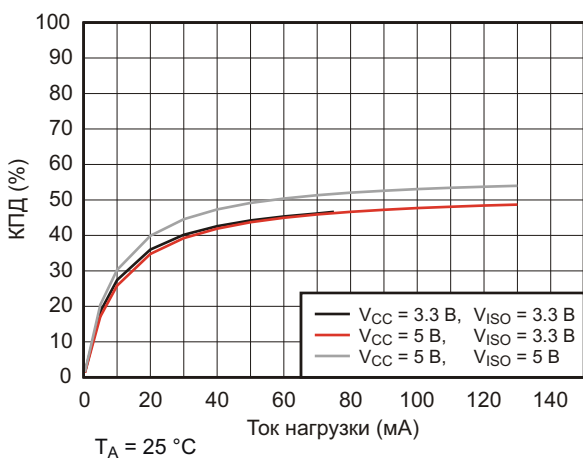
- **На 80% более высокая эффективность:** Благодаря самому низкому в отрасли потреблению энергии, снижение рабочей температуры ISOW7841 достигает 40 °С, давая возможность передавать большую мощность, увеличить количество каналов и продлить срок службы системы по сравнению с другими интегральными решениями.

- **Однокристалльное устройство с изолированным источником питания и скоростью передачи данных до 100 Мбит/с:**

Сочетание в одном корпусе усиленной изоляции и DC/DC преобразователя снижает стоимость и площадь печатной платы и упрощает разработку многоканальных систем. Рабочее напряжение 1 кВ с.к.з. повышает надежность и срок службы системы. ISOW7841 поддерживает диапазон входных напряжений от 3 В до 5.5 В при наивысшей в отрасли выходной мощности 0.65 Вт.

- **Уровень электромагнитных излучений снижен более чем на 10 дБ:**

ISOW7841 улучшает целостность сигналов в системе за счет минимизации уровня шумов и полного соответствия группе международных стандартов IEC 61000-4-х в части устойчивости к электростатическим разрядам и быстрым переходным процессам. Кроме того, изолятор обеспечивает наивысший уровень помехоустойчивости, доступный сегодня на рынке, снижая влияние шумов и высоковольтных выбросов на промышленное оборудование.

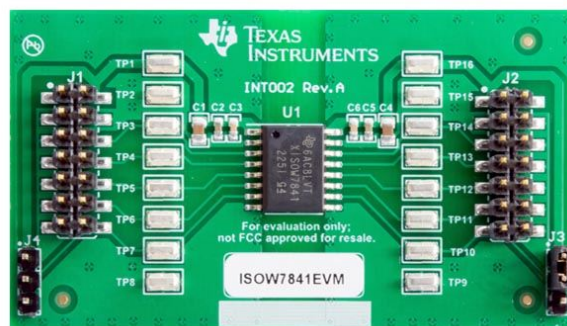


Зависимость КПД ISOW7841 от тока нагрузки.

Изолятор ISOW7841 в конфигурации с тремя прямыми и одним обратным каналом является первым устройством серии ISOW78xx, расширение которой будет происходить в течение 2017 года. Эти новые микросхемы образуют законченное семейство приборов, отличающихся высокой прочностью изоляции, надежностью, помехоустойчивостью и отличными электрическими параметрами.

Инструменты и средства поддержки разработки

Легко и быстро изучить возможности нового изолятора разработчикам поможет оценочный модуль ISOW7841EVM, который за \$49 уже можно приобрести в онлайн магазине TI или у авторизованных дистрибьюторов компании. Кроме того, инженеры смогут ускорить разработку своей системы, воспользовавшись базовыми проектами изолированных интерфейсов RS-485 (TIDA-00892) и RS-232 (TIDA-01230). Еще один базовый проект – TIDA-00847 – продемонстрирует, как интегрировать элементы изоляции и питания в конструкции силовых промышленных сетей.



Оценочный модуль ISOW7841EVM высокоскоростного четырехканального цифрового изолятора ISOW7841 с интегрированным источником питания.

Корпус, доступность и цены

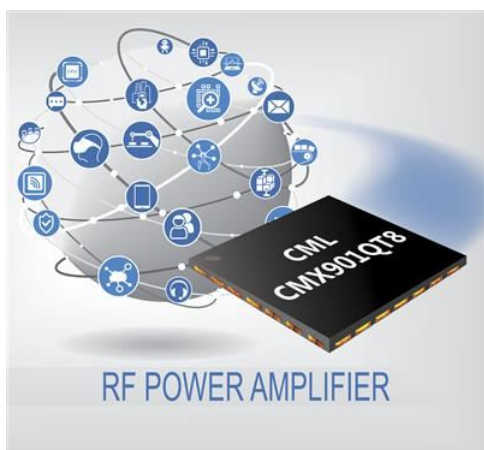
Изоляторы ISOW7841 в 16-выводном широком корпусе SOIC имеются как на складе TI, так и у авторизованных дистрибьюторов компании. Устройства доступны в двух конфигурациях режима защищенных отказов. Цены, установленные для партий из 1000 приборов, начинаются от \$5.50 за штуку.



Базовый проект TIDA-00847.

Радиочастотный усилитель мощности CMX901 открывает новую линейку продуктов CML Microcircuits

CML Microcircuits объявила о создании новой линейки радиочастотных усилителей мощности.



Первым продуктом этого семейства стала микросхема трехкаскадного широкополосного усилителя мощности CMX901, отличающаяся большим усилением и высокой эффективностью в полосе частот от 130 МГц до 950 МГц. Усилитель идеально подходит для радиоприложений диапазона УКВ/УВЧ, таких как модули каналов передачи данных, средства судовой УКВ связи и устройства записи/считывания RFID меток в системах промышленного Интернета вещей. Высокий КПД суммирования мощ-

ности отвечает требованиям приложений с батарейным питанием.

Первый и второй каскады усилителя работают в режимах классов А и АВ, соответственно, а третий каскад – в режиме класса С, обеспечивающем максимальный КПД.

Согласование входных и выходных цепей реализуется с помощью внешних компонентов, что позволяет достичь максимальных значений мощности и КПД на любой требуемой рабочей частоте.



Оценочный набор для микросхемы CMX901.

CMX901 выпускаются в миниатюрных 28-выводных корпусах WQFN размером 5 мм × 5 мм с низким тепловым сопротивлением и идеально подходят для компактных приложений.

Использование операционных усилителей для снижения уровня помех на печатных платах

Todd Toporski, Texas Instruments

Analog Applications Journal

Введение

В автомобильных, промышленных, медицинских и многих других приложениях используются чувствительные аналоговые схемы, которые должны выполнять свои функции, оставаясь невосприимчивыми к шумовым помехам, создаваемым цепями, расположенными в их ближайшем окружении. Источниками многих из этих помех являются цепи, расположенные по соседству на той же печатной плате, в то время как другие могут приходиться на плату по интерфейсным кабелям.

Один из лучших способов снижения уровня электромагнитных помех на печатной плате основан на умелом использовании операционных усилителей (ОУ). К сожалению, об операционных усилителях часто забывают как о средстве, с помощью которого можно снизить уровень помех во многих приложениях. Возможно, это объясняется представлениями об ОУ, как о приборах, чувствительных к воздействию электромагнитных помех, и поэтому требующих дополнительных усилий для повышения их нечувствительности к шумам. Хотя в отношении многих более старых устройств это действительно справедливо, разработчики могут не знать, что новые операционные усилители по уровню помехозащищенности часто намного превосходят приборы предыдущих поколений. Кроме того, конструкторы могут не понимать или не учитывать те важные преиму-

щества, которые может дать схема на ОУ для снижения шумов в их системе и на печатной плате. В этой статье рассматриваются источники электромагнитных помех и обсуждаются те характеристики ОУ, которые определяют их способность к снижению уровня помех в ближней зоне чувствительных конструкций печатных плат.

Источники электромагнитных помех, схемы, подверженные их влиянию, и механизмы проникновения

Электромагнитные помехи создаются источниками электрических шумов, влияющими на вторичные электрические цепи непреднамеренным, и часто нежелательным образом. Во всех случаях мешающим шумовым сигналом являются напряжение, ток или электромагнитное излучение, либо некоторая комбинация этих трех факторов, воздействующих на схему.

Электромагнитные излучения не ограничены диапазоном радиочастот. Мощными источниками «низкочастотных» помех являются импульсные стабилизаторы, схемы управления светодиодами и драйверы электродвигателей с частотами коммутации от десятков до сотен килогерц. Еще один пример – сеть 60 Гц. Проникновение шумов источника в схему происходит под влиянием одного или более из четырех возможных механизмов связи. Три из них – гальваничес-

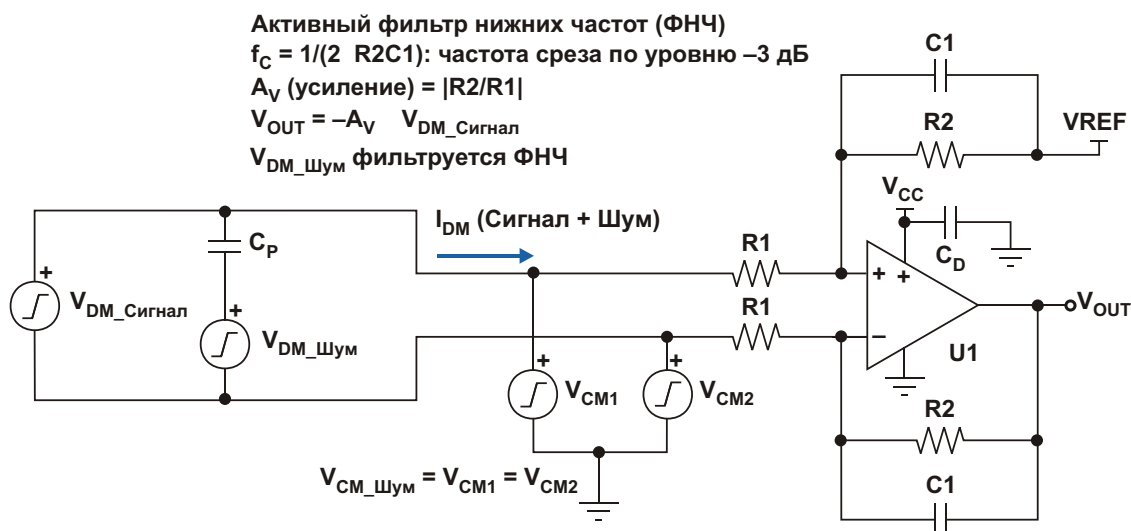


Рисунок 1. Дифференциальные и синфазные входные шумы на входе активного фильтра на операционном усилителе.

кая, емкостная и индуктивная – считаются связью ближней зоны. Четвертый механизм связан с излучением в дальней зоне, где электромагнитная энергия передается на нескольких длинах волн.

Активная фильтрация дифференциальных шумов

Значительно снизить уровни помех и шумов на печатной плате в полосе рабочих частот схемы могут активные фильтры на ОУ, но во многих конструкциях их возможности недоиспользуются. Полезный дифференциальный сигнал можно ограничить по полосе, а нежелательный дифференциальный шум отфильтровать. Рисунок 1 демонстрирует дифференциальный шум, проникающий на вход схемы через паразитную емкость C_P и смешивающийся с входным сигналом. Смесь сигнала и шума принимается активным фильтром нижних частот первого порядка. Схема на дифференциальном усилителе имеет собственную частоту среза, чуть более высокую, чем полезная полоса сигнала, значение которой определяется номиналами компонентов R_2 и C_1 . Высшие частоты ослабляются со скоростью 20 дБ на декаду. Если потребуется, для большего ослабления можно использовать активные фильтры более высоких порядков, например, с крутизной спада -40 или -60 дБ/декада. Рекомен-

дуется использовать резисторы с допустимым отклонением сопротивления 1% или лучше. Аналогично, для обеспечения наилучших характеристик фильтра, желательно, чтобы конденсаторы имели хорошие ТКЕ (NPO, COG), а допустимое отклонение емкости не превышало 5%.

Снижение входных синфазных шумов

Наряду с дифференциальными шумами, на входе схемы Рисунок 1 присутствуют также источники синфазных шумов. Синфазный шум можно охарактеризовать как напряжение шумов, общее (или одинаковое) для обоих входов операционного усилителя и не являющееся частью дифференциального сигнала, который ОУ пытается измерить или обработать. Причины возникновения синфазного шума могут быть самыми разными. В качестве одного из примеров можно привести ситуацию, когда потенциал «земли» одной из цепей отличается от потенциала «земли» связанной с ней другой цепи. Разница в напряжениях «земли» может составлять как единицы милливольт, так и многие вольты, и проявлять себя на многих различных частотах. Эти различия в напряжениях приводят к непредусмотренным падениям напряжений и появлению токов, способных влиять на подключенные цепи. Воздействию

таких помех часто подвержены автомобили, самолеты и крупные здания с большим количеством цепей.

Главным преимуществом ОУ является дифференциальная архитектура их входов и способность подавлять синфазные в шумы в дифференциальном включении. Значение коэффициента ослабления синфазного сигнала (CMRR) обязательно приводится в техническом описании каждого ОУ, однако в общем CMRR схемы следует обязательно учитывать эффекты, привносимые резисторами, включенными на входе и в цепи обратной связи. Разброс сопротивлений резисторов очень сильно влияет на CMRR. По этой причине, для того, что получить в приложении требуемую величину CMRR, необходимо использовать согласованные резисторы с допускаемыми отклонениями сопротивлений 0.1%, 0.01% или лучше. Альтернативой решениям, основанным на использовании внешних резисторов, могут быть инструментальные или дифференциальные усилители с внутренними согласованными резисторами. Например, инструментальный усилитель INA188 с согласованными сопротивлениями внутренних резисторов имеет очень высокий CMRR, равный 104 дБ.

Если синфазные шумы ($V_{CM_шум} = V_{CM1} = V_{CM2}$) схемы на Рисунке 1 находятся внутри активной полосы частот устройства, их может подавить CMRR операционного усилителя. Уровень подавления зависит от точности согласования сопротивлений используемых резисторов обратной связи R2/R1. Для вычисления общего коэффициента подавления синфазного сигнала схемы CMRR_{TOTAL} можно использовать Формулу 1, которая учитывает влияние разброса сопротивлений (R_{TOL}) и приведенное в справочных данных значение CMRR ОУ. Так, если указанная в документации величина CMRR (дБ) равна 90 дБ, то $(1/CMRR_{AMP}) = 0.00003$. Во многих схемах допускаемое отклонение сопротивлений является основным фактором, ограничивающим возможность достижения требуемой величины CMRR_{TOTAL}.

Формула 1 получена на основании выражения для CMRR идеального ОУ, приведенного в [1], в котором член CMRR_{AMP} полагается очень большим (бесконечным). Для идеального ОУ член $(1/CMRR_{AMP})$ равен нулю, и CMRR_{TOTAL} определяется только сопротивле-

ниями резисторов и значением A_V. Преобразовать CMRR_{TOTAL} в дБ можно с помощью Формулы 2.

$$CMRR_{TOTAL} = \frac{\frac{1}{2}(1 + A_V)}{\frac{1}{2}(1 + A_V) \frac{1}{CMRR_{AMP}} + 2 \frac{R_{TOL}}{100}} \quad (1)$$

$$CMRR_{TOTAL} \text{ (dB)} = 20 \log_{10}(CMRR_{TOTAL}) \quad (2)$$

где

A_V – коэффициент усиления операционного усилителя с замкнутой петлей обратной связи,

R_{TOL} – допускаемое отклонение сопротивлений резисторов R1 и R2 в процентах (например, 0.1%, 0.01%, 0.001%),

CMRR_{AMP} – значение CMRR в десятичной форме (не в дБ), взятое из технического описания микросхемы.

Снижение восприимчивости к радиопомехам и другим высокочастотным излучениям

Как было показано в предыдущих разделах, активная фильтрация и CMRR могут надёжно снижать шумы схемы в пределах диапазона частот устройства, включая синфазные и дифференциальные помехи с частотой до МГц. Однако воздействие радиочастотных шумов, находящихся за пределами диапазона рабочих частот, может стать причиной нелинейного поведения устройства. Операционные усилители наиболее чувствительны к радиопомехам со стороны высокоимпедансного входного каскада из-за того, что дифференциальные и синфазные радиочастотные шумы могут выпрямляться внутренними диодами, образованными p-n переходами на кремниевой подложке кристалла. Выпрямление создает небольшое постоянное напряжение или смещение, которое усиливается, и может проявляться в виде непредусмотренного постоянного сдвига выходного напряжения. В зависимости от точности и чувствительности системы, это в той или иной степени может ухудшить характеристики и поведение схемы.

К счастью, существуют два метода, с помощью которых можно повысить невосприимчивость (или снизить чувствитель-

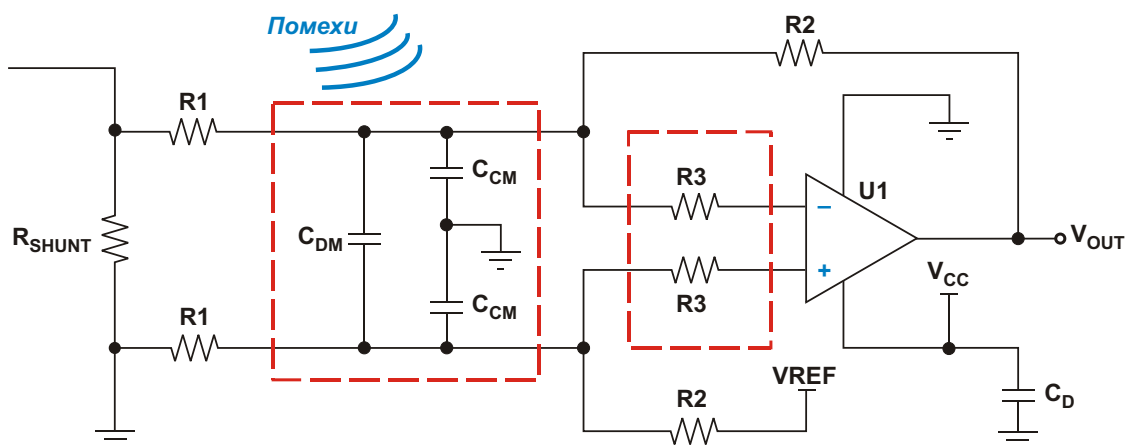


Рисунок 2. Пассивные входные фильтры улучшают невосприимчивость к высокочастотным помехам.

ность) ОУ к радиопомехам. Первый, и лучший, основан на использовании помехоустойчивых операционных усилителей, которые содержат внутренние входные фильтры, подавляющие шумы в диапазоне от десятков мегагерц до гигагерц. На сегодня результат поиска по запросу «EMI Hardened» («Помехоустойчивые») в таблице параметров производимых TI операционных усилителей будет содержать более 80 приборов. Подробности, связанные с устойчивыми к помехам ОУ, можно найти в [2] и [3].

Второй вариант предполагает добавление на вход операционного усилителя внешних фильтров радиопомех. Этот вариант может быть единственным, если в конструкции требуется использовать микросхему, не содержащую внутренних фильтров электромагнитных помех. На Рисунке 2 изображена стандартная конфигурация дифференциального усилителя, в которой применяются дифференциальный и синфазный фильтры, рассчитанные на более высокие частоты помех. Коэффициент усиления схемы без входных фильтров равен $|R2/R1|$. При подключении к входу пассивных фильтров обычно приходится добавлять резисторы R3, компенсирующие снижение запаса устойчивости по фазе из-за реактивного сопротивления конденсатора C_{DM} . Дифференциальный фильтр нижних частот состоит из двух резисторов R1, конденсатора C_{DM} и двух конденсаторов C_{CM} . Синфазный фильтр образован двумя резисторами R1 и двумя конденсаторами C_{CM} .

Ниже показаны формулы для частот среза по уровню -3 дБ дифференциального и синфазного фильтров (f_{C_DM} и f_{C_CM} , соответственно). Частота f_{C_DM} устанавливается выше полосы пропускания схемы ОУ, и первой, как правило, рассчитывается емкость C_{DM} . Затем выбираются конденсаторы C_{CM} таким образом, чтобы их емкость была хотя бы в десять раз меньше, чем C_{DM} , для минимизации влияния на частоту f_{C_DM} и потому, что они должны работать на более высоких частотах. В результате частота среза f_{C_CM} будет установлена более высокой, чем f_{C_DM} . Заметим, что выделенные красной рамкой компоненты можно исключить из схемы и упростить конструкцию, если использовать помехоустойчивые устройства.

$$f_{C_DM} = \frac{1}{2 (2R1)(2C_{DM} + 2C_{CM})} \quad (3)$$

$$f_{C_CM} = \frac{1}{2 (R1)(C_{CM})} \quad (4)$$

Низкий выходной импеданс снижает уровень помех

Еще одной важной характеристикой операционных усилителей является их очень низкий выходной импеданс, типичное значение которого в большинстве конфигураций составляет несколько ом или меньше. Для того, чтобы понять, как зависит от этого параметра степень снижения электромагнитных помех, рассмотрим, влияние помех на низко-

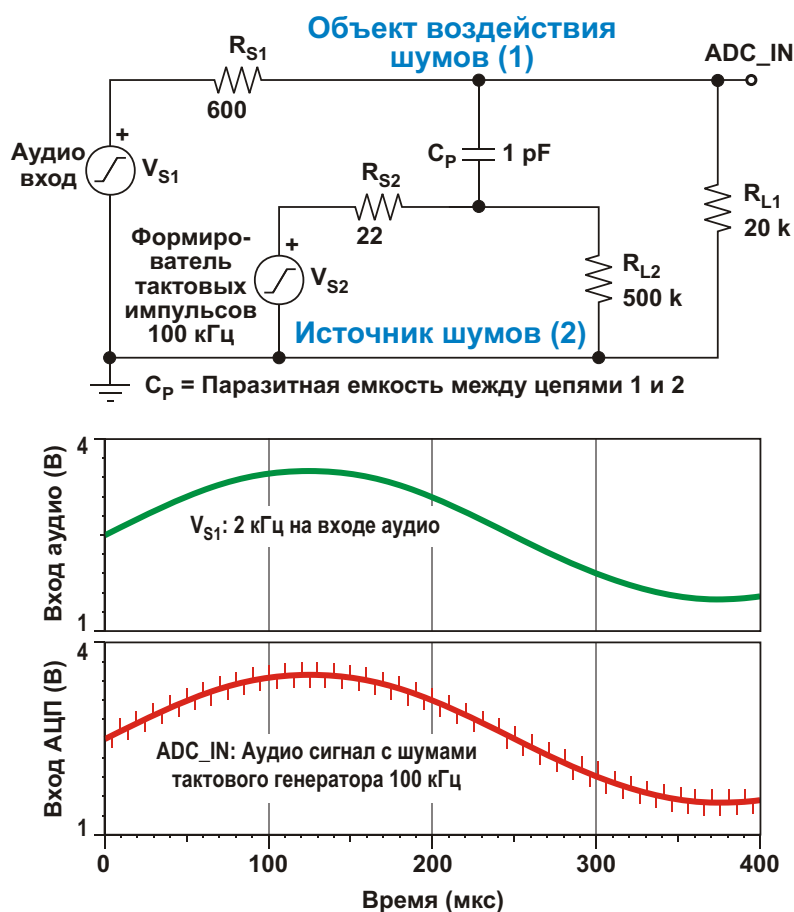


Рисунок 3. Аудио схема и влияющий на нее источник тактовых импульсов.

и высокоимпедансные цепи. На Рисунке 3 показаны осциллограммы для двух схем. Первая моделирует вход аналого-цифрового преобразователя (АЦП) аудио схемы и состоит из генератора синусоидального сигнала с амплитудой 1 В пик-пик и частотой 2 кГц (V_{S1}), внутреннего импеданса генератора 600 Ом (R_{S1}) и сопротивления нагрузки 20 кОм (R_{L1}). Импедансы порядка 600 Ом характерны для таких источников сигналов, как микрофоны, а высокое входное сопротивление 20 кОм типично для аудио АЦП. Вторая схема представляет собой генератор 100-килогерцовых импульсов амплитудой 3.3 В (V_{S2}) с последовательным согласующим резистором 22 Ом (R_{S2}) и импедансом нагрузки 500 кОм (R_{L2}). Высокоимпедансная нагрузка имитирует вход следующего устройства.

В реальных системах широко распространены аудио АЦП и другие схемы с последовательной шиной I²S, частота которой находится в пределах от 100 до 400 кГц. Несмотря на то, что обычно импульсы на шине I²S прохо-

дят пачками (не непрерывно), моделирование показывает, что в эти моменты времени они могут воздействовать на схему. Ситуация, когда импульсные сигналы проходят вблизи дорожек, идущих к чувствительным аудио цепям, вполне типична для плотных печатных плат современных звуковых и информационно-развлекательных систем. Для возникновения емкостной связи достаточно лишь нескольких пикофарад паразитной емкости платы, через которую шумовой ток будет проникать в аудио сигнал. В схеме на Рисунке 3 эта связь моделируется паразитной емкостью величиной всего 1 пФ.

Каким образом можно уменьшить шум в аудио схеме? Как выяснилось, уменьшение импеданса защищаемой схемы может служить одним из способов снижения чувствительности к шумам. Для схем с относительно высоким импедансом источника (более 50 Ом) проникающие в них шумы можно уменьшить, снижая импеданс источника, наблюдаемый со стороны нагрузки. На

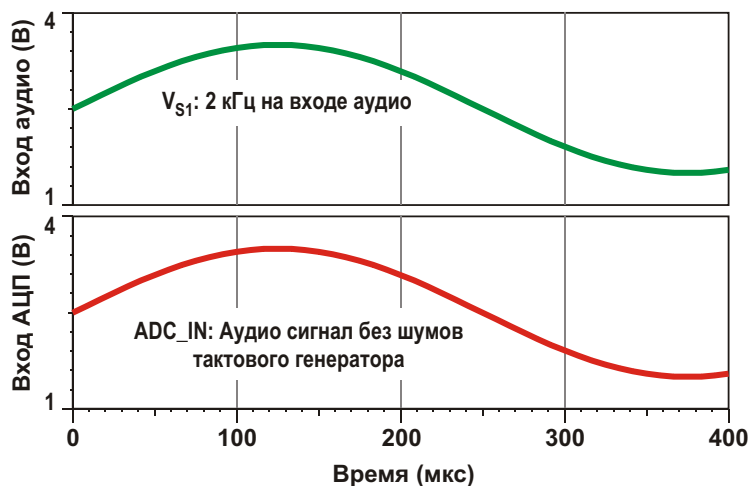
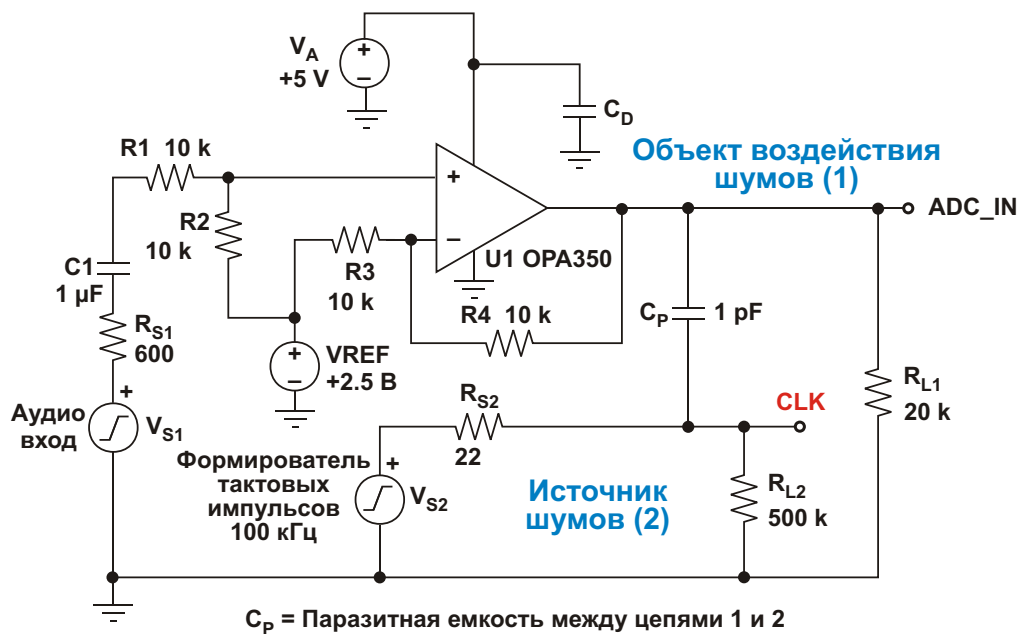


Рисунок 4. Операционный усилитель ослабляет помехи, создаваемые источником тактовых импульсов.

Рисунку 4 к схеме добавлен усилитель OPA350 в неинвертирующем включении, буферизующий сигнал и изолирующий импеданс источника от нагрузки. По сравнению с 600 Ом выходной импеданс ОУ очень мал, благодаря чему происходит существенное ослабление шумов тактового генератора.

Не забывайте о важности развязывающих конденсаторов

Подключение развязывающих конденсаторов к выводам питания является исключительно эффективным способом фильтрации высокочастотных электромагнитных шумов и повышения помехоустойчивости схемы опе-

рационного усилителя. Развязывающий конденсатор CD присутствует на всех схемах, представленных в данной статье. Хотя задача обеспечения развязки питания в процессе разработки быстро усложняется, есть несколько хороших общих правил, применимых к любой конструкции. В частности, основные характеристики используемых конденсаторов должны быть следующими:

1. Очень хороший температурный коэффициент, такой как X7R, NPO или COG.
2. Очень низкое эквивалентное последовательное сопротивление.
3. Минимально возможный импеданс в требуемом частотном диапазоне.

4. Хорошо выполняют свои функции конденсаторы в диапазоне емкостей от 1 до 100 нФ, однако условия (2) и (3) более важны, чем величина емкости.

Размещение и подключение конденсаторов имеет не меньшее значение, чем выбор их параметров. Располагайте конденсаторы как можно ближе к выводам питания. Печатные проводники, соединяющие их с шинами питания или земли, должны иметь минимально возможную длину.

Заключение

С помощью операционных усилителей можно снизить уровни влияющих на плату электромагнитных помех ближней зоны и улучшить характеристики системы. Вот некоторые ключевые моменты, которые надо учитывать в любой конструкции:

- Ослабляйте входные дифференциальные шумы, используя активные фильтры с хорошо подобранной конфигурацией (Рисунок 1).
- Ослабляйте входные синфазные шумы, выбирая ОУ с высоким CMRR и используя точно согласованные резисторы (Рисунок 1, Формулы 1 и 2)
- Для дальнейшего улучшения устойчивости к высокочастотным помехам (как дифференциальным, так и синфазным) выби-

райте помехоустойчивые устройства или используйте внешние пассивные фильтры радиопомех (Рисунок 2).

- Для снижения уровня кондуктивных шумов при передаче сигнала другим цепям на печатной плате используйте преимущества низкоимпедансных выходов ОУ.
- И, наконец, снижайте шумы источника питания, выбирая правильную стратегию развязки ОУ и всех остальных схем. **РЛ**

Ссылки

1. S. Franco, "Circuits with Resistive Feedback," Design with Operation Amplifiers and Analog Integrated Circuits, 3rd ed. New York: McGraw-Hill, 2002, Ch. 2, pp 75-76
2. Chris Hall and Thomas Kuehl, "[EMI Rejection Ratio of Operational Amplifiers](#)," Texas Instruments Application Note (SBOA128), August 2011
3. "[A Specification for EMI Hardened Operational Amplifiers](#)," Texas Instruments Application Note (SNOA497B), April 2013
4. Jerry Freeman, "[Techniques to enhance op amp signal integrity in low-level sensor applications, Part 4](#)," EETimes, Dec. 18, 2008

Материалы по теме

1. [Datasheet Texas Instruments INA188](#)
2. [Datasheet Texas Instruments OPA350](#)

16 марта 1859 года родился А.С. Попов

Жукинский В. Ф.

Для специалистов радиосвязи март связан сразу с двумя памятыми датами. 16 марта 1859 года родился один из изобретателей радио, российский ученый Александр Степанович Попов. Он же, только через 37 лет, 24 марта 1896 года познакомил членов петербургского физико-химического общества с разработанной им моделью приемника на основе порошкового когерера Оливера Лоджа. В тот весенний день нашему соотечественнику удалось зафиксировать электромагнитные волны на расстоянии 250 метров от источника сигнала, в качестве которого был использован вибратор Герца, дополненный катушкой возбуждения Румкорфа.

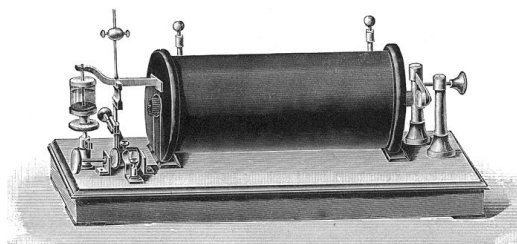


Александр Степанович Попов



Когерер Оливера Лоджа. Фото: Science Museum, UK.

Почти годом раньше – 7 мая (25 апреля по старому стилю) 1885 года А.С. Попов уже демонстрировал коллегам первый экспериментальный вариант своего приемника, сумевший тогда «услышать» радиоволны с расстояния 64 метра. Дату 7 мая мы чтим до сих пор, отмечая свой профессиональный праздник – День Радио. И совершенно не важно, что в других странах первооткрывате-



Индукционная катушка Румкорфа. Рисунок: Wikipedia.

лями радиосвязи считают своих соотечественников. В Италии – Гульельмо Маркони, в Германии – Генриха Герца, Беларуси – Якова Наркевича-Иодко, а в Сербии, Австрии, Венгрии, Франции и США – Николу Теслу.

Мы благодарны всем, кто стоял у истоков радиосвязи

В истории человечества так было почти со всеми масштабными изобретениями. Когда созданы определенные теоретические и практические предпосылки, и население планеты Земля вплотную приближается к реализации своей очередной потребности, инженеры, ученые, а иногда и совершенно далекие от науки и техники люди, могут прийти к решению практически одновременно. Ворошить потом историю и выяснять, кто раньше сделал доклад, написал статью или продемонстрировал прибор, а кто быстрее зарегистрировал заявку на патент, дело бессмысленное.

Мы помним и по достоинству оцениваем вклад нашего талантливого земляка А.С. Попова и всех его выдающихся коллег и «соперников», подаривших миру сначала радиотелеграфную, а затем и голосовую радиосвязь. Но кроме широко известных пионеров радиоэфира, к изобретению практической радиосвязи «приложило руки» множество других, не менее талантливых людей, о многих из которых мы до сих пор почти ничего не знаем. Вспомнить хотя бы нескольких из них в очередной день рождения нашего великого соотечественника А.С.Попова будет совсем не лишним.

Интересные факты из истории радиосвязи

Первый патент

Исследователи истории техники, многие из которых до сих пор пытаются разобраться в приоритете базовых разработок Теслы, Попова и Маркони, никогда не упоминают о том, что первый патент на систему связи без проводов был выдан американскому врачу-дантисту Махлону Лумису еще в июле 1872 года. Начиная с 1868 года, доктор демонстрировал всем желающим передачу простейшего сигнала на расстояние 22 километра (!). Для этого он использовал воздушных змеев и прикрепленные к ним провода-антенны, которые поднимались на высоту до 190 метров.

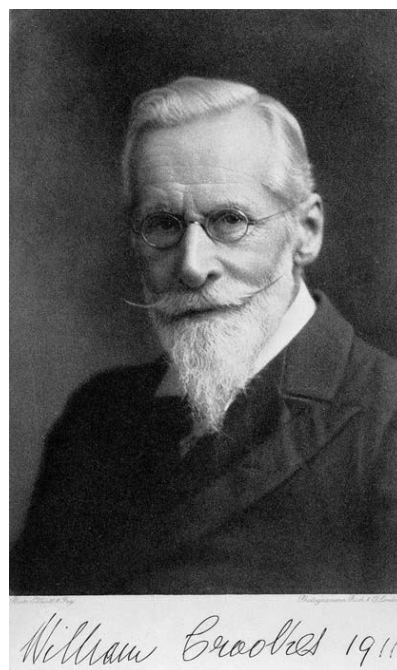


Махлон Лумис. Фото: Wikipedia.

Стрелка гальванометра, подключенного к змее «приемника», реагировала на соединение с землей провода «передатчика». Оставалось только подключить в разрыв провода телеграфный ключ. Увы...

Кто придумал слово «радио»?

Этот термин в 1873 году, за два десятка лет до изобретения радиосвязи, ввел в научную и литературную практику английский писатель фантаст и «по совместительству» ученый Уильям Крукс. Фантазируя как писатель, Крукс предположил, что между



Уильям Крукс. Фото: Wikipedia.

головами людей возможна некая бесконтактная биологическая связь. Слегка видоизменив латинское слово **radiatum** (излучать) до **radio**, Крукс подобрал название описанному им явлению. А заодно и вошел вместе с ним в историю техники. Кстати, увлечение фантастикой не помешало Круксу-ученому впоследствии изобрести прибор для измерения уровней электромагнитных излучений. Его название общеизвестно, и нас совершенно не удивляет. Это радиометр.

Кто научил радио петь и говорить?

Первые полтора десятилетия своей истории радиосвязь обслуживала потребности беспроводного телеграфа. Воспринимать и передавать звуковые сигналы радио научилось благодаря канадскому изобретателю Реджинальду Фессендену. Именно он в 1900 году догадался подключить угольный микрофон к участку цепи перед антенным проводом искрового передатчика. Неизвестно, осознал ли тогда сообразительный канадец тот факт, что, по сути, первым в мире применил амплитудную модуляцию радиосигнала.

Поскольку на начальном этапе звук в приемнике был очень несовершенным, Фессенден продолжил усовершенствовать пере-



*Реджинальд Обри Фессенден.
Фото: Wikipedia.*

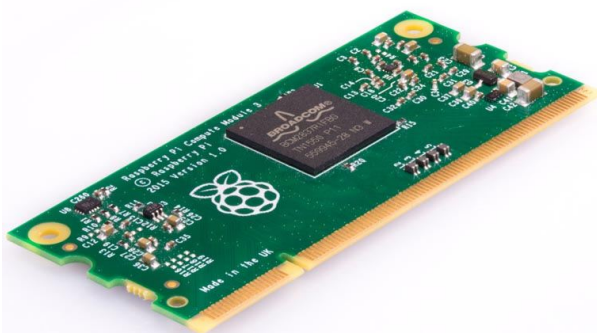
датчик, используя в качестве источника сигнала альтернатор. Усилия увенчались успехом. В канун Рождества 1906 года канадец смог передать в эфир музыкальную композицию, которую сам же исполнил на скрипке, и прочитанный вслух отрывок текста из Библии. Радио заиграло и заговорило одновременно! **РЛ**

Raspberry Pi выпускает новый вычислительный модуль Compute Module 3

Christopher Rush

Digi-Key

Чуть более двух лет назад благотворительный фонд Raspberry Pi Foundation выпустил первый вычислительный модуль Compute Module (CM1), который основывался на том же процессоре BCM2835, что установлен в оригинальном Raspberry Pi. Модуль предназначался для рынка промышленных приложений, где компании использовали Raspberry Pi в коммерческих целях, но форм-фактор Raspberry Pi 1 плохо подходил для этого. С момента запуска в производство первый Compute Module сразу завоевал большой успех благодаря широкому использованию на многих рынках, в частности в устройствах Интернета вещей и автоматизации производства.



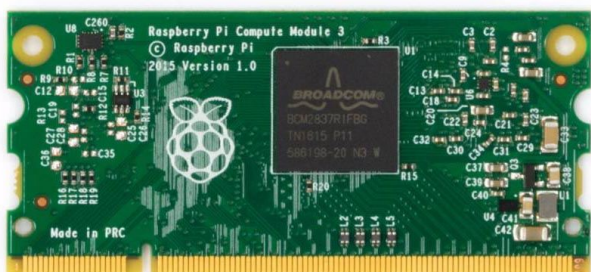
Наглядным подтверждением этому служит, например, тот факт, что компания Five Ninja недавно установила Compute Module в свой медиаплеер Slice. Five Ninja использовала Compute Module в качестве «мозга» медиацентра, дополнив им собственную материнскую плату с открытой документацией.



Медиаплеер Slice.

С момента появления оригинального Compute Module было выпущено еще два поколения плат Raspberry Pi, которые работают намного быстрее. Из-за этого Compute Module остался на шаг позади, а не следует забывать, что мы живем в мире, где с каждым годом все становится быстрее и дешевле. Производители, работающие на коммерческие рынки, глядя на модуль Raspberry Pi 3, хотели большего и от ее младшего брата Compute Module.

Что ж, сегодня Raspberry Pi Foundation выпустил новый Compute Module (CM3) на основе аппаратных средств Raspberry Pi 3, и теперь объем оперативной памяти увеличился вдвое, а производительность процессора выросла примерно в 10 раз по сравнению с оригинальным модулем.



Новый Compute Module 3.

Raspberry Pi уже работала с такими компаниями как NEC, помогая интегрировать Raspberry Pi Compute Module 3 в широкоформатные дисплеи для целого ряда приложений, в том числе для цифровых вывесок. Все эти большие дисплеи предназначены для использования в общественных местах, таких как школы, офисы, магазины и железно-

дорожные станции. Такое партнерство с NEC дает Raspberry Pi огромный вотум доверия к их аппаратным и программным средствам.



Дисплей NEC с Compute Module.

Фонд не только выпустил Compute Module с новым процессором, но и подготовил два варианта платы. Первый вариант – это стандартный CM3 (Lite) с процессором BCM2837, работающим на тактовой частоте до 1.2 ГГц, и 1 ГБ ОЗУ, – то же, что имеется и в Raspberry Pi 3. Второй вариант дополнен eMMC flash-накопителем объемом 4 ГБ и линиями интерфейса SD-карт, выведенными на разъем платы.



Обратная сторона плат CM3 и CM3L.

Заключение

Благодаря хорошим инструментам и обучающим программам, платформа Raspberry Pi дает отличную возможность выхода на рынок обычным радиолюбителям, независимо от того, новичок ли вы, или опытный

программист. В этом году экосистеме Raspberry Pi исполняется 6 лет, и ее активное развитие продолжается. Compute Module только укрепляет ее положение на рынке, независимо от того, о каком рынке идет речь – образовательном или коммерческом. **РЛ**

Холдинг GS Group и развитие цифрового спутникового телевидения



Юрий Петропавловский

Уже миллионы телезрителей спутникового телевидения Триколор ТВ используют для просмотра передач тюнеры холдинга GS Group. Однако, несмотря на иностранное название, компания является российской. Ее история началась четверть века назад в Санкт-Петербурге с организации в 1991 г. компании по продаже и сервисному обслуживанию спутникового оборудования. Деятельность компании оказалась успешной, что позволило ей заключить договоры на эксклюзивную поставку оборудования известных зарубежных брендов – Race Micro Technology (Великобритания) и Numax (Южная Корея).

К 1995 году компания становится одним из основных поставщиков полного комплекса оборудования для телекомпаний России и Восточной Европы, продвигаемого под брендом «Корпорация Дженерал Сателай». В 1996 году компания становится единственным поставщиком абонентского оборудования для первого крупного спутникового оператора «НТВ-Плюс».



Рисунок 1. Абонентская телевизионная приставка Numax VA-ACE.

В 1999 году компания создала отдельное инжиниринговое подразделение и запустила линию по сборке абонентских телевизионных приставок под торговой маркой Numax (на Рисунке 1 одна из популярных моделей VA-ACE).

Успешное развитие корпорации позволило создать зарубежные филиалы и выйти на рынки Европы. В 2002 году «Дженерал Сателай» открыла филиалы в Германии, Болгарии, Румынии, Сербии, Чехии и Турции.

Инжиниринговое подразделение GS в 2003 году приступает к разработке собственного программного обеспечения для телевизионных приставок, производство которых налажено на заводе в г. Шенжене (КНР). Там же открыто постоянно действующее подразделение по организации производства и контролю качества выпускаемой продукции.



Рисунок 2. Спутниковый ресивер GS-7300.

Основным техническим подрядчиком и интегратором крупнейшего российского оператора спутникового телевидения «Триколор ТВ» корпорация становится в 2005 году. Первые спутниковые ресиверы для приема «Триколор ТВ» выпускала китайская компания Digital Electronics (модели DRE-4000/5000). На Рисунке 2 спутниковый ресивер

GS-7300 – одна из первых моделей под торговой маркой General Satellite.

В 2008 году дан старт неординарному частному инвестиционному проекту «Технополис Гусев» (чаще «Технополис GS») в Особой экономической зоне (ОЭЗ) близ города Гусев Калининградской области. ОЭЗ функционирует в соответствии с Федеральным законом № 16-ФЗ, вступившим в силу 1 апреля 2006 г. Кроме General Satellite (в настоящее время GS GROUP) в ОЭЗ реализованы проекты и других компаний – агропромышленные комплексы MIRATORG, СОДРУЖЕСТВО и компания БАЛТИКРАН, занимающаяся разработкой, производством и поставкой грузоподъемного оборудования.

Современное название «Гусев» город получил в 1946 году, старое название – Гумбиннен (на Рисунке 3 центр города). Первые поселения на месте города возникли в первые годы нашей эры, в 1539 году это место впервые упоминается как рыбацкая деревня. Гумбиннен не раз менял свою государственную принадлежность. Например в 1758-1762 гг. город подчинялся русскому правительству. Современное название город получил в честь погибшего при его освобождении Героя Советского Союза С. И. Гусева после вхождения части Восточной Пруссии в состав РСФСР.



Рисунок 3. Центральная часть города Гусев.

Проект General Satellite в Гусеве получил название кластер «Технополис GS». На территории кластера была создана производственная база в области микроэлектроники и нанотехнологии. Введены в строй ведущий в России центр разработки и производства микроэлектроники GS Нанотех и крупнейший в Восточной Европе завод телеприставок

«НПО Цифровые телевизионные системы» (НПО ЦТС).

В «Технополис GS» входят: промышленная зона, жилая зона, научно-исследовательский центр, бизнес-инкубатор и образовательная зона. Промышленная зона, начавшая создаваться в 2008 году, в настоящее время включает 6 различных предприятий, и представляет собой современный город с удобной инфраструктурой. Кластер стал лучшим частным российским технопарком по версии НИУ ВШЭ («Высшая школа экономики») и ОАО «РБК».



Рисунок 4. НПО Цифровые телевизионные системы.

Запущенный в 2008 году завод «НПО Цифровые телевизионные системы» (Рисунок 4) уже в 2009 году выпустил миллионную телевизионную приставку. Предприятие производит спутниковые, кабельные и эфирные приемники, а также другую радиоэлектронную аппаратуру.

Под маркой GS на заводе ЦТС выпущены десятки моделей спутниковых ресиверов; к одной из первых относится модель GS8300, внешний вид которой показан на Рисунке 5. Ресиверы рассчитаны на прием сигналов Триколор ТВ и открытых каналов стандар-



Рисунок 5. Спутниковый ресивер GS8300.



Рисунок 6. Вице-премьер РФ Сергей Иванов на заводе ЦТС.

тной четкости в форматах MPEG-2, MPEG-4, и практически не отличаются от выпускаемых в Китае моделей DRS-8300.

В январе 2010 года GS заключила соглашение с корпорацией Samsung о совместном производстве под ее брендом спутниковых ресиверов. Соглашение предусматривает производство спутникового ресивера Samsung DRE8301 с функцией видеорекордера (PVR). Это событие высоко оценил приехавший на предприятие Вице-премьер РФ Сергей Иванов (Рисунок 6).



Рисунок 7. Завод «Пранкор».

Другое предприятие «Технополиса GS» – завод «Пранкор» (Рисунок 7), производит корпуса для радиоэлектронной аппаратуры и спутниковые антенны. Введенный в строй в августе 2009 года, «Пранкор» уже в начале 2010 года выпускал сто тысяч изделий в месяц. Главная задача завода – обеспечение корпусами ресиверов, выпускаемых ЦТС.

15 апреля 2010 года GS организовала первую в мире телевизионную трансляцию балета в 3D формате. Зрители в России и Европе впервые могли наблюдать в прямом эфире фрагменты балетных спектаклей Мариинского театра.

Прием сигналов 3D осуществлялся с помощью спутникового ресивера GS HD-9300 производства ЦТС (Рисунок 8). Приемник работает в стандартах DVB-S, DVB-S2 и обеспечивает прием сигналов ТВ высокой четкости форматов MPEG-4/AVC и MPEG-2 с разрешением 1080i/720p/576p/576i. Аппарат также обеспечивает декодирование сигналов объемного звука Dolby Digital при подключении через интерфейс HDMI с поддержкой протокола HDCP. При приеме сигналов телевидения стандартной четкости обеспечивается повышающее преобразование до разрешения 1080i/720p, что снижает заметность горизонтальной строчной структуры изображения, характерную для обычных телевизоров.



Рисунок 8. Спутниковый ресивер GS HD-9300.

В августе 2010 года завод НПО ЦТС прошел сертификацию на соответствие международной системе менеджмента качества ISO 9001:2008. Этот стандарт направлен не на контроль качества конечной продукции предприятий, а на соответствие всех технологических цепочек производства определенным требованиям.

Аудит завода проводили представители авторитетной организации DQS – Германское общество по сертификации систем менеджмента качества, выдавшее первый сертификат в 1986 году. Получение сертификата способствует выходу продукции завода на зарубежные рынки, в том числе европейский, и уже в сентябре НПО ЦТС получило статус официального поставщика ООН. В 2011 году сертификат ISO 9001: 2008 получил и завод Пранкор.



Рисунок 9. Приставка для приема цифрового эфирного телевидения GS TE-8511.

В конце 2010 года на заводе НПО ЦТС наладили производство первой приставки для приема цифрового эфирного телевидения GS TE-8511 (Рисунок 9). Ресивер может не только принимать сигналы наземного цифрового телевидения формата DVB-T с компрессией MPEG-4, но и записывать их на внешний носитель, подключаемый через интерфейс USB. Ресивер также обладает функцией TimeShift, позволяющей останавливать трансляцию прямого эфира кнопкой «пауза». При последующем нажатии кнопки «воспроизведение» остановленная программа возобновляется с того же места, где была остановлена (идет воспроизведение, записанного на флеш-память пропущенного фрагмента передачи). На международной выставке средств связи ресивер CSTB-2011 стал победителем в категории «Лучшая цифровая абонентская приставка».



Рисунок 10. Первая Картонажная фабрика.

В ноябре 2010 года в Технополисе Гусеве была открыта Первая Картонажная фабрика (Рисунок 10). Первыми заказчиками нового

предприятия стали уже действующие в Технополисе заводы НПО ЦТС и Пранкор. Эта крупнейшая в Калининградской области фабрика выпускает гофролист, гофрокороб и литую бумажную тару не только для Триколор и GS, но и для других заказчиков.

В 2011 году вступил в практическую фазу проект строительства в Гусеве завода микроэлектроники «ДжиЭс Нанотех». В интервью газете «Технополис Гусев» (в последствии «Технополис GS») руководитель проекта А. К. Малинин рассказал о некоторых особенностях будущего производства. Технологическим партнером проекта выбрана компания NANIUM (г. Вилла-ду-Конди, Португалия).

Независимая компания NANIUM (Рисунок 11) является одним из крупнейших поставщиков услуг по корпусированию микросхем. Общая площадь заводских помещений компании составляет 155,000 кв. м, площадь чистых помещений – 20,600 кв. м.



Рисунок 11. Компания NANIUM.

Солидная история NANIUM ведется со времени ее нахождения в составе концерна Siemens. В 1999 году полупроводниковые подразделения концерна Siemens Semiconductor были выделены в отдельную компанию Infineon Technologies AG. В мае 2006 года отделение запоминающих устройств Infineon Technologies было выделено в самостоятельную компанию Qimonda AG (штаб-квартира в г. Мюнхене, Германия). Новая компания

сразу стала вторым в мире производителем оперативной памяти DRAM для ПК и серверов. И, наконец, в конце 2009 года португальское подразделение Qimonda стало независимой компанией NANIUM, тесное сотрудничество с которой ведет GS.

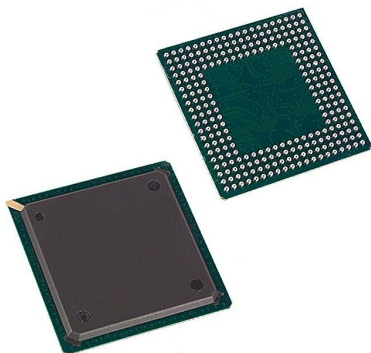


Рисунок 12. Корпус BGA.

NANIUM является первой в мире компанией, начавшей серийную сборку микропроцессоров без использования высокоточных печатных плат. Тонкий слой меди и полимера наносятся непосредственно на кристалл, что позволяет отказаться от целого ряда технологических операций. Эта самая сложная и современная технология будет использована и на «GS Нанотех». Компания в Гусеве будет также первой и единственной, использующей корпуса BGA (Ball Grid Array – Рисунок 12). Закладка первого камня в строительство здания «ДжиЭс Нанотех» состоялась в мае 2011 г.

В октябре 2011 года группа будущих операторов производства «ДжиЭс Нанотех» выехала в Португалию для обучения работе на аналогичном оборудовании NANIUM. В том же месяце на строящееся в Технополисе GS предприятие прибыли представители NANIUM для ознакомления с ходом работ.

Международные связи GS развивает и с другими ведущими компаниями мирового уровня. Так, весной 2011 года штаб-квартиру GS в Санкт-Петербурге посетила делегация компании Texas Instruments. Целью посещения было обсуждение планов дальнейшего сотрудничества компаний в рамках проекта «Технополис GS» (первая встреча с президентом TI состоялась в 2010 г.).

Летом 2011 года состоялось подписание меморандума о начале строительства в Гусеве еще одного центра микроэлектроники между GS и Crocus Technology SA по выпуску магниторезистивной памяти (MRAM).

На выставке CSTB-2012 GS представила ряд решений для Федеральной целевой про-

граммы (ФЦП) по переходу России на цифровое телевидение. В частности, компания показала новые цифровые приставки для приема передач эфирного цифрового телевидения GS TE8714 и GS TE8511.



Рисунок 13. Приставка для приема цифрового телевидения GS TE8714.

Приемник GS TE8714 (Рисунок 13), в отличие от GS TE8511, может принимать сигналы цифрового наземного телевидения стандарта DVB-T2, а также форматы видеосигналов MPEG-4 AVC/H264 и MPEG-2. У приемника имеется цифровой выход звука S/PDIF, обеспечивается поддержка телетекста и субтитров, предусмотрены функции записи и TimeShift.

Еще в 2009 году в GS был создан Департамент зарубежных вещательных проектов, в задачи которого входят разработка и запуск различных цифровых платформ телевидения за рубежом.

В рамках международного сотрудничества GS приступила к реализации совместного российско-пакистанского проекта по внедрению цифрового телевидения в этой стране. В марте 2012 года состоялся визит консула Пакистана в «Технополис GS», в ходе которого он посетил основные предприятия технополиса. Запуск первого непосредственно спутникового телевидения в Пакистане состоялся в 2013 году.

В июле 2012 года GS приступила к реализации другого зарубежного проекта – созданию первого платного оператора эфирного ТВ в Камбодже (канал One TV). К 2013 году передатчики One TV покрывали практически



Рисунок 14. Спутниковый приемник GS HD9303.



Рисунок 15. Предприятие «ДжиЭс Нанотех».

всю территорию Королевства, а к 2015 году число телезрителей канала достигло полу-миллиона абонентов.

На выставке CSTB-2012 спутниковый приемник GS HD9303 (Рисунок 14) был признан лучшим в номинации «Приемное оборудование» в рамках национальной премии «Большая цифра». Приемник GS HD9303 предназначен для приема сигналов крупнейшего в России спутникового оператора Триколор ТВ. Кроме этой модели на выставке были представлены новейшие приемники GS 8307, GS 6301 и GS HD9305 с возможностями приема сигналов ТВ высокой четкости.

Спутниковый приемник GS HD9303 предназначен для приема ТВ сигналов стандартов DVB-S, DVB-S2 в полном диапазоне частот 950-2150 МГц. Аппарат оснащен портами HDMI, S/PDIF, USB и обеспечивает прием сигналов высокой четкости в форматах MPEG-4/AVC и MPEG-2 с разрешением 1080i/720p/576p. Возможно управление моторизованными антеннами, имеются функции ТВ почта, ТВ чат.

В марте 2013 года произведен ребрендинг компании и создан мультиотраслевой холдинг GS Group. Основными предпосылками его создания стали расширение сферы деятельности, создание новых предприятий и выход на международный рынок. Кроме реализованных проектов цифрового телевидения в Камбодже и Пакистане, GS Group планирует развивать цифровое телевидение и в других странах Юго-Восточной Азии, Африки и Латинской Америки с подключением до 10 миллионов абонентов. К 2013 году логотип GS присутствует на десятках миллионов антенн и приемников россиян, и их число продолжает расти.

Введенное в строй предприятие «ДжиЭс Нанотех» (Рисунок 15) уже в конце 2013 году прошло сертификацию системы менеджмента качества (СМК) и получило сертификат ISO 9001:2008 (на Рисунок 16 один из цехов компании). Кроме упомянутой выше DQS, аудитором выступила новая для «Технополиса GS» компания TUV Rheinland – крупный немецкий концерн, один из лидеров на рынке аудиторских услуг.



Рисунок 16. В одном из цехов предприятия «ДжиЭс Нанотех».

Большое внимание GS уделяет вопросам обучения персонала и подготовки кадров. В сентябре 2013 год холдинг заключил соглашение о сотрудничестве с Министерством образования Калининградской области в рамках реализации долгосрочной молодежной программы GS Prof. **РД**

Литература

1. <http://gs-group.com/about/history/>
2. <http://technopolis.gs/press-room/newspaper/newspaper2016/>

11 мифов о магниторезистивной памяти

Barry Hoberman

Electronic Design

Среди технологий памяти следующего поколения большие перспективы имеет MRAM с переносом спинового момента, что обусловлено энергонезависимостью, высоким быстродействием и экономической эффективностью, однако с этими устройствами связано множество заблуждений

Магниторезистивная оперативная память с переносом спинового момента (ST-MRAM) становится наиболее перспективной технологией для запоминающих устройств следующих поколений. ST-MRAM энергонезависима, так как сохраняет данные при выключении питания. Она быстра, а скорости чтения и записи сравнимы с DRAM, и даже с кэш SRAM. Кроме того, она эффективна по стоимости, так как использует небольшую однотранзисторную битовую ячейку и требует лишь два или три дополнительных этапа масштабирования.

Однако MRAM имеет свои особенности. Давайте рассмотрим некоторые из наиболее распространенных заблуждений или мифов о MRAM.



1. Запись в ST-MRAM на 100% предсказуема и детерминирована.

Скорее всего, именно так и вы думаете. Ведь если вы записываете один триллион раз в хорошую ячейку SRAM или DRAM памяти, то, не считая программных ошибок или

различных внешних событий, ячейка будет корректно записана один триллион раз. Однако MRAM отличается тем, что установка вектора магнитной поляризации является вероятностным событием – запись в ячейку MRAM один триллион раз практически всегда будет выполнена, но изредка – нет. Одна из самых больших проблем технологии MRAM, требующих решения, заключается в снижении частоты ошибок записи (write error rate – WER) до минимально возможного уровня, а также в исправлении тех немногих ошибок, которые все же будут возникать.

2. Я увидел в документации очень впечатляющую характеристику MRAM – быстродействие. При скоростях от 2 до 3 нс создается впечатление, что она сможет полностью заменить SRAM.

Характеристики MRAM могли быть оптимизированы. Например, увеличение напряжения записи улучшает как время переключения, так и упомянутый выше показатель WER. Но есть и обратная сторона. Повышенное напряжение существенно увеличивает потребление мощности и снижает срок службы – количество циклов записи до износа туннельного барьера. Как и для всех типов памяти, ключом к созданию MRAM является поиск правильного сочетания скорости, потребляемой мощности, срока службы и времени сохранения информации, отвечающего требованиям приложения.

В этом отношении ST-MRAM имеет большие перспективы. Информация в ней не раз-

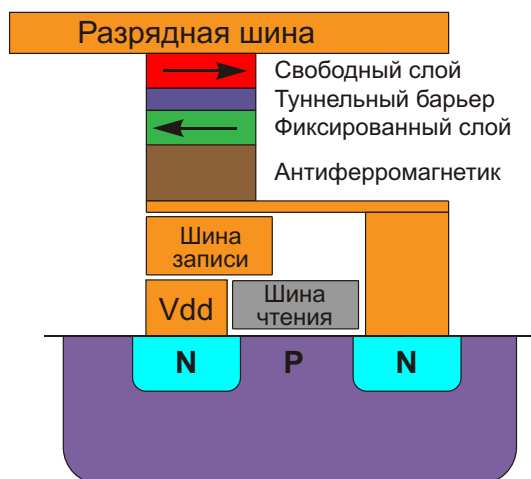
рушается при выключенном питании. Ее быстроедействие сопоставимо с DRAM, и даже кэш SRAM. Наконец, она недорога, поскольку использует небольшую однотранзисторную битовую ячейку и в производстве требует лишь двух или трех дополнительных операций литографии.

3. Современная MRAM – это практически та же память на магнитных сердечниках, которая использовалась несколько десятилетий назад, только меньше.

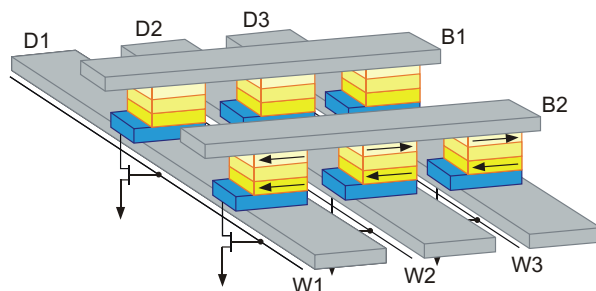
В категорию «MRAM» входят три поколения устройств. К первому поколению относятся устройства памяти на магнитных сердечниках и другие MRAM-устройства с малой степенью интеграции, в которых используется «коммутация поля» с двумя разновидностями технологий ST-MRAM. MRAM второго поколения – «плоскостные» – используют векторы магнитной поляризации, параллельные плоскости магнитного слоя (то есть, поверхности пластины). В «перпендикулярных» MRAM третьего поколения вектор магнитной индукции перпендикулярен плоскости пластины. Сегодня основные усилия разработчиков MRAM сосредоточены на устройствах с перпендикулярным магнитным туннельным переходом (magnetic-tunnel-junction – MTJ).

4. MRAM потребляет очень много энергии.

На самом деле потребляемая MRAM мощность крайне мала. Например, по сравнению с флэш-памятью, для записи бита данных в ST-MRAM требуется энергии в 1000... 10000 раз меньше, что делает ее идеальной малопотребляющей памятью для устройств Интернета вещей. Используемая в приложениях SRAM, MRAM не расходует энергию на



хранение данных. А в приложениях, аналогичных DRAM, MRAM не нуждается в энергии ни для хранения, ни для обновления данных. Таким образом, экономия мощности оказывается весьма значительной.



5. MRAM – самая сложная из всех технологий памяти следующего поколения.

На пути любой развивающейся технологии памяти возникают определенные сложности, и, конечно же, после прочтения предыдущих пунктов может показаться, что MRAM также сложна. Вероятностная природа MRAM создает проблемы для ее использования, и некоторые компании все еще борются над полным устранением битовых ошибок.

Тем не менее, в сравнении с другими технологиями памяти следующего поколения, принципы MRAM намного лучше изучены и коммерциализированы, поскольку эта технология пришла из индустрии дисковых накопителей. Магнитный туннельный переход в считывающей головке дискового накопителя подобен MTJ в плоской битовой ячейке MRAM. Ежегодно изготавливаются и устанавливаются во вращающиеся дисковые приводы многие сотни миллионов таких головок. И, возможно, самое важное – в MRAM все физические материалы статичны. Не требуется ни перемещения атомов, как в RRAM (резистивная память с произвольным доступом – ред.), ни изменения состояния материалов, как в ОЗУ на фазовых переходах.

6. MRAM является первичной памятью, имеющей скорость кэша SRAM и время хранения FLASH.

Это утверждение истинно, если каждую его часть рассматривать по отдельности, так как время хранения и скорость записи находятся в противоречии – увеличение одного приводит к ухудшению другого. Также верно, что по характеристикам хранения MRAM может не уступать флэш-памяти, или превосходить ее, и при этом быть на несколько

порядков более долговечной, быстрой и экономичной. Кроме того, хотя устройства MRAM и могут работать на скоростях кэш, при времени хранения, сопоставимом с флеш памятью, MRAM окажутся в несколько раз медленнее – их скорости записи, возможно, будут в диапазоне от 40 до 100 нс. Между тем, кэш MRAM с быстродействием менее 10 нс невозможно изготовить по обычной технологии ST-MRAM так, чтобы иметь время хранения больше секунд или, возможно, часов.

7. MRAM очень сложна в производстве.

На самом деле все этапы производства MRAM очень просты: послойное осаждение материалов, травление и формирование межсоединений. Конечно же, при изготовлении MRAM высокой плотности возникают определенные проблемы, связанные с разработкой материалов для внутренних слоев и процессом травления. Но однажды освоенная технология изготовления MRAM будет лишь немного дороже КМОП за счет всего двух или трех дополнительных операций литографии и связанных с ними производственных процессов.

8. Люди говорят о различных диаметрах магнитных туннельных переходов. Я думаю, что диаметр перехода должен соответствовать используемому техпроцессу.

Диаметр магнитного туннельного перехода слабо связан с топологическими нормами используемого техпроцесса. MTJ должен быть достаточно малым, чтобы соответствовать площади элементов, изготавливаемых в базовом техпроцессе, но обычно его размеры бывают намного больше. Например, в техпроцессе изготовления логических схем с проектными нормами 28 нм, скорее всего, будут использоваться MTJ диаметром от 40 до 60 нм. Выбор диаметра MTJ на самом деле достаточно сложен, поскольку многие его свойства меняются при уменьшении размеров устройства.

9. Оборудование для производства MRAM заимствуется из индустрии жестких дисков и не годится для крупносерийного изготовления полупроводников.

Сегодня TEL, Applied Materials, отделение Anelva группы Canon, Singulus, LAM и другие компании разрабатывают или поставляют оборудование для массового производства 300-мм пластин MRAM

10. Исходящее из MRAM магнитное поле будет нарушать работу расположенных ниже КМОП схем, так же как магнитные датчики и компасы в мобильных устройствах.

Поле небольшого столбика MTJ очень быстро падает, и на глубине полевого транзистора им уже можно пренебречь.

11. Вероятность потери данных в памяти MRAM выше, чем в SRAM.

В устройствах SRAM и DRAM всегда существует вероятность потери данных из-за воздействия фонового ионизирующего излучения. И эта проблема усугубляется, поскольку размеры элементов постоянно уменьшаются. Для устройств хранения на основе MTJ MRAM такой проблемы не существует, так как по своей природе они невосприимчивы к ионизирующему излучению. Это значит, что технология MRAM, в сочетании с соответствующей КМОП технологией, идеальна для аэрокосмических приложений и других областей, где присутствует радиация. **РЛ**



Когда старое опять становится новым, но уже с изюминкой

Bill Schweber

EDN

Как-то, перебирая кучу записанных и пустых видеокассет для своего видеомагнитофона (пожалуйста, не смейтесь над тем, что я до сих пор пользуюсь видеомагнитофоном), я понял, что чего мне на самом деле хотелось бы иметь, так это устройство видеозаписи, в котором достоинства съемных модулей памяти сочетались бы с современными цифровыми технологиями. По причинам, которые сам не могу объяснить, хранить видео я предпочитаю на физически съемных носителях, а не на спрятанном от глаз жестком диске вместе с десятками или сотнями других записей, как в вашем стандартном цифровом видеомагнитофоне.



Рисунок 1. Классический стереоскоп View-Master был представлен в 1939 году и до сих пор производится по лицензии, что делает продолжительность его коммерческой жизни намного большей, чем практически у любого электронного устройства.

Возможно, если бы мое желание осуществилось, я взглянул бы на стопку модулей с записями, которые смотрю до сих пор, и понял, что только обманываю себя, думая, что когда-нибудь доберусь до них. Если кто-нибудь выпустит недорогое устройство видеозаписи, использующее съемную память вместо анонимного, безликого жесткого диска, я, конечно же, обращу на него внимание.

Не только у меня возникают идеи объединения старого и нового в продуктах, которые либо имитируют старые, но используют новые технологии, либо привносят новые возможности в старые конструкции. Недавно я увидел, что компания Mattel, модернизировав классическую детскую игрушку View-Master (Рисунок 1), сделала новую электронную версию View-Master Virtual Reality (Рисунок 2).



Рисунок 2. View-Master Virtual Reality компании Mattel представляет собой реинкарнацию легендарного аппарата View-Master, перенесенного в эпоху смартфонов.

Для тех, кто не знаком с этой истинной классикой, появившейся в 1939 году, пояс-

ним, что на рисунке изображен стереоскоп, в котором используются сменные картонные диски с парами прозрачных пленок с левой и правой стороны. Вы нажимаете на кнопку, и переходите к следующей паре. Здесь нет ни аккумулятора, ни программ, ни системных неполадок, – это устройство выполняет только одну операцию, и выполняет ее хорошо, но, конечно же, его возможности весьма ограничены. Новая электронная версия в целом имеет такой же внешний вид, но в данном случае в качестве функционального ядра вы используете смартфон. В плане возможностей и функциональной гибкости эта версия, безусловно, на порядки лучше оригинала. Стоящий всего \$29.95 новый View-Master Virtual Reality практически неотразим.

Это не единственный продукт, в котором делается попытка соединить прошлое и настоящее, и в некоторых, честно говоря, я не вижу смысла. Компания Kodak, «оживший» пионер когда-то обанкротившегося бизнеса пленочных камер и фотоаппаратов, вернула на рынок кинокамеру со всеми видами цифровых функций, в которой, однако, по-прежнему используется 8-миллиметровая пленка. Вы берете экспонированный 3-минутный картридж, отправляете его по



Рисунок 3. Похожая на Super 8 камера Lumenati CS1 вместо пленки использует iPhone 6. Вы вставляете свой iPhone в заднюю часть этого аппарата так же, как когда-то вставляли кассету с пленкой в оригинальную, но теперь уже вышедшую из употребления пленочную камеру Super 8.

почте для проявления, и через несколько дней получаете обратно (опять же по почте).

Я просто не вижу в этом никакого смысла, кроме фактора «ретро-крутости», который может привлечь очень немногих, у кого слишком много времени и денег. Вы должны учитывать трехминутное ограничение, стоимость пленки и время на проявление и пересылку, которое составляет около недели – ну что привлекательного в подобных «возможностях»? Напротив, я могу понять идею таких вещей, как Lumenati CS1 (Рисунок 3), которая в качестве основы использует смартфон и выглядит как солидная кинокамера, хотя по сути это лишь цифровая видеокамера.



Рисунок 4. Вольтметр Simpson 260, который все еще можно купить у компании Simpson Electric, славился надежностью и точностью (для своего времени, конечно же).

Если бы вы могли обновить старый продукт, используя современные технологии, но, взяв за основу исходную форму и функционал, что бы это было? Аудиокассеты? Восемидорожечные проигрыватели? А может быть, классический и проверенный временем стрелочный вольтметр Simpson 260, любовно сфотографированный его поклонником (Рисунок 4), но с ЖК-дисплеем, имитирующим шкалу и положение стрелки? **РЛ**

E•X•P•O ELECTRONICA



20-я Международная выставка
электронных компонентов,
модулей и комплектующих



25–27
апреля
2017

Москва,
Крокус Экспо

Самая крупная
в России выставка
электронных
компонентов,
модулей
и комплектующих



Получите электронный билет: expoelectronica.ru

Совместно
с выставкой



Организаторы:



+7 (812) 380 6003/07/00
electron@primexpo.ru



Контроллер управления подсветкой рабочей зоны на кухне

Часть 2. Вариант на NodeMCU

Окончание. Начало в номере 02-2017

Вадим Колесник, г. Тирасполь

Общие сведения

Второй вариант контроллера выполнен на распространенном («народном») Wi-Fi модуле типа NodeMCU, в основе которого достаточно мощная система-на-кристалле (СнК) Espressif ESP8266. Такое решение позволит реализовать в нашем контроллере подсветки дополнительные функции, присущие устройствам Интернета вещей (Рисунок 10). На сегодняшний день существует множество разновидностей этих Wi-Fi модулей, отличающихся форм-фактором, количеством линий ввода/вывода общего назначения, наличием интерфейса для отладки и программирования. Подобное разнообразие обусловлено высокой популярностью Wi-Fi

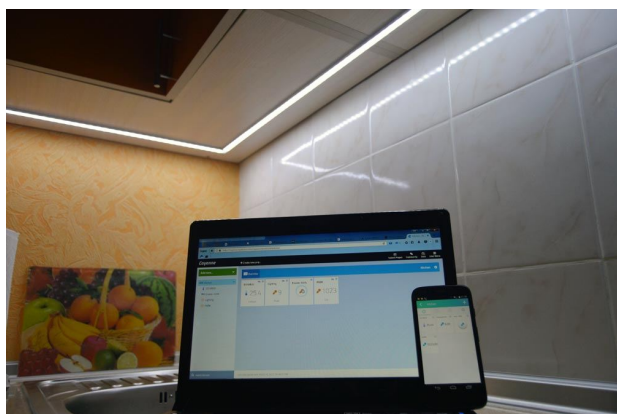
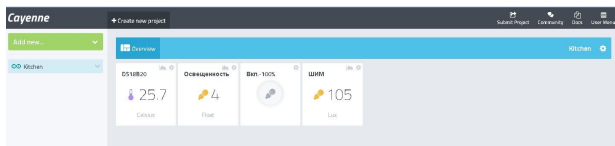


Рисунок 10. Контроллер управления подсветкой рабочей зоны на кухне (версия на NodeMCU) поддерживает IoT функции.

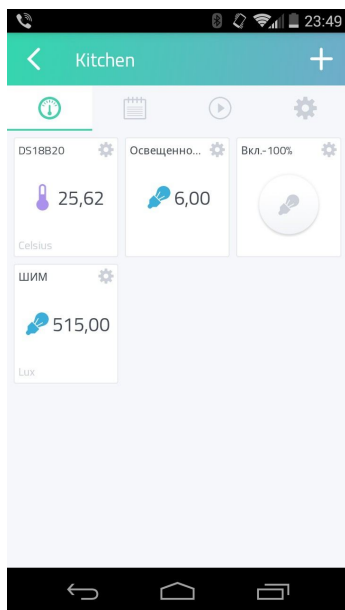
модулей среди радиолюбителей и конструкторов, а также полной поддержкой ядра ESP8266 в интегрированной среде разработки Arduino IDE. Другими словами, это миниатюрная Arduino-плата с Wi-Fi интерфейсом, с помощью которой можно создавать устройства Интернета вещей (IoT) с достаточно богатым функционалом.

Идея внедрить IoT функции в контроллер подсветки родилась после того, как я оценил возможности облачного сервиса и мобильного приложения myDevices Cayenne для разработки IoT устройств на Raspberry Pi и Arduino [1, 2]. Рекомендую ознакомиться с опубликованными на нашем портале обзорами, чтобы понять принцип построения и работы системы.

Теперь, учитывая, что контроллер автоматического управления подсветкой поддерживает Интернет подключение (в частности, к серверу Cayenne), мы можем реализовать дополнительные полезные функции удаленного контроля и управления. На данный момент на приборной панели Cayenne я могу наблюдать за уровнем освещенности и его изменением, режимом работы ШИМ контроллера, температурой в помещении, а также могу из приложения на смартфоне перевести контроллер в ручной режим работы и включить подсветку на максимальную яркость (Рисунок 11). Все данные, поступающие на сервер Cayenne, сохраняются, и в дальней-



а)



б)

Рисунок 11. Приборная панель Cayenne для контроллера управления подсветкой на кухне: а) в браузере; б) в приложении.

шем я могу посмотреть (и скачать) статистику изменения данных по различным периодам времени, а также настроить условия оповещения на мобильный телефон или электронную почту (Рисунок 12). Таким образом, данный контроллер, помимо управления подсветкой рабочей зоны на кухне, может выполнять дополнительные функции автоматизации и является в некотором смысле удаленным датчиком (сенсорным узлом).



Рисунок 12. Один из вариантов графического отображения в Cayenne статистики по датчику температуры на кухне.

Дальше мы подробно рассмотрим устройство и принцип работы этого варианта контроллера.

Принципиальная схема

[Оригинал проекта](#) доступен в онлайн среде проектирования электроники [EasyEDA](#).

Как я заметил в первой части статьи, схемотехника устройства на NodeMCU несколько отличается от подобного устройства на Arduino (Рисунок 13). Во-первых, это обусловлено тем, что номинальное напряжение питания СнК ESP8266 равно 3.3 В. Во-вторых, техническая документация на СнК, практические руководства и тематические форумы не дают однозначного ответа на вопрос о совместимости Wi-Fi модулей на ESP8266 с 5-вольтовыми устройствами.

Кроме того, в модулях типа NodeMCU для питания СнК установлена микросхема линейного регулятора напряжения 3.3 В (обычно из серии AMS1117-3.3), для которой максимальное входное напряжение составляет 15 В (в некоторых модификациях до 18 В). В этом случае модуль NodeMCU можно было запитать непосредственно от блока питания 12 В. Однако, по ряду очевидных причин я решил установить дополнительный регулятор напряжения 5 В с соответствующим фильтрующими конденсаторами. Напряжение питания 5 В с выхода регулятора подается на вход Vin Wi-Fi модуля.

Схема ШИМ управления светодиодной лентой не изменилась. Затвор силового MOSFET подключен к порту D5 NodeMCU.

Диапазон входных напряжений интегрированного в СнК ESP8266 аналого-цифрового преобразователя составляет 0 – 1 В, поэтому немного изменена схема подключения датчика освещенности (фоторезистора). В зависимости от типа используемого фоторезистора, возможно, потребуется включить в измерительную цепь дополнительный резистивный делитель. В моем случае (фоторезистор VT93N1 номиналом 12 кОм) в делителе напряжения нет необходимости – даже в условиях высокой яркости напряжение на входе АЦП не достигало 0.9 В, поэтому резистор R7 не устанавливается, а вместо R6 ставится перемычка (SMD резистор 0 Ом).

Датчик температуры DS18B20 подключается к разъему P3. Напряжение питания 3.3 В для датчика температуры поступает с модуля NodeMCU, сигнальный вывод датчика с подтягивающим резистором R5 подключается к порту D3.

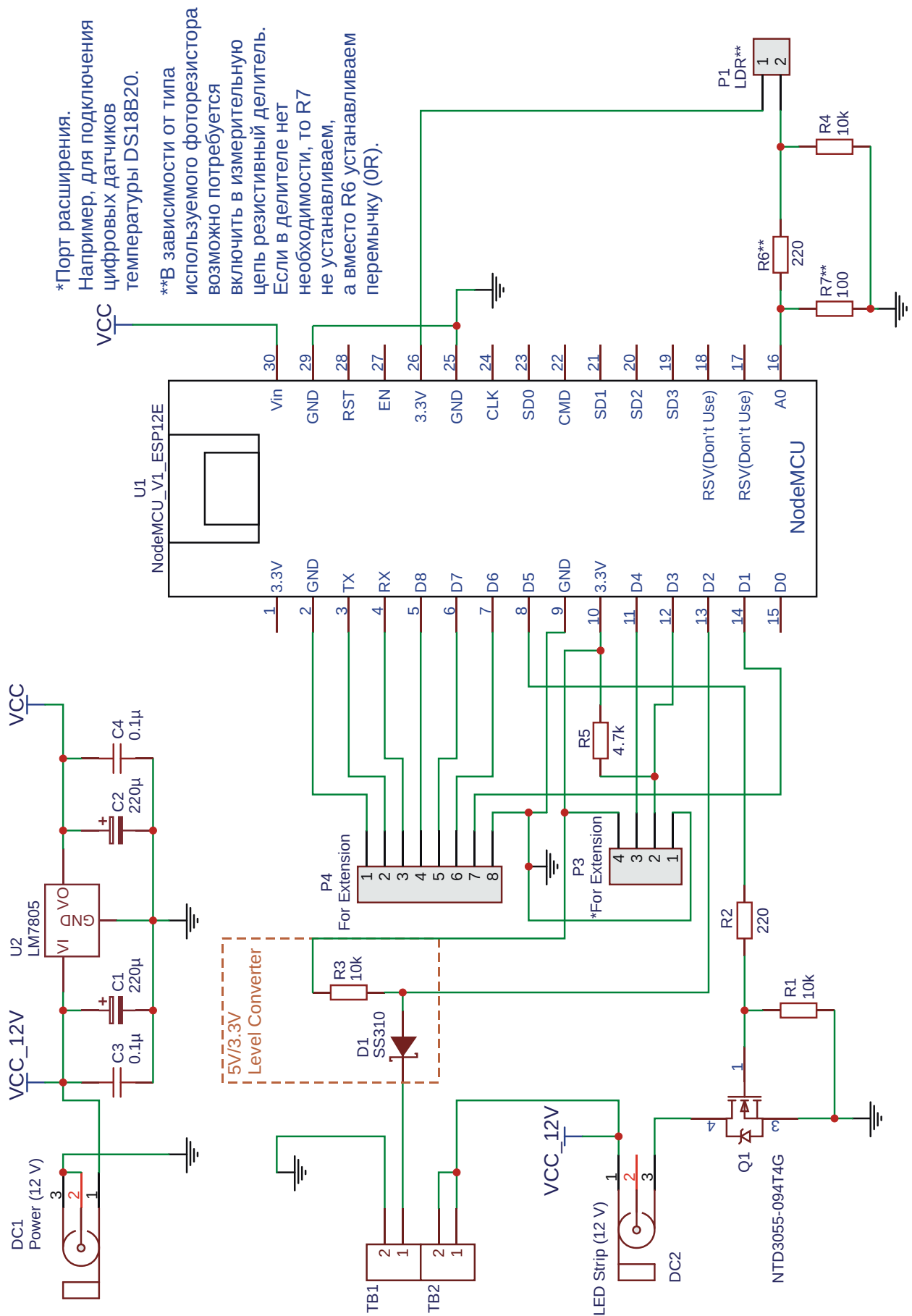


Рисунок 13. Принципиальная схема контроллера подсветки (версия на NodeMCU).

Разъем P4 и контакт 3 разъема P3 предусмотрены для возможности дальнейшего расширения функционала.

Для подключения датчика движения используется аналогичный двоярный разъем ТВ1-ТВ2. Выходная линия датчика движения подключается к порту D2 через схему согласования логических уровней (5 В/3.3 В), выполненную на резисторе R3 и диоде Шоттки D1. При текущем способе подключения датчика движения (как и в случае с контроллером на Arduino) схема согласования логических уровней не нужна, и ее можно исключить. Однако, в зависимости от типа используемого датчика движения и способа его подключения, указанная цепь может оказаться обязательной, так как МК ESP8266 может выйти из строя при работе с 5-вольтовыми сигналами.

Замечу, что примененная схема согласования логических уровней является односторонней. Желательно в схеме использовать диоды Шоттки – они имеют низкое прямое падение напряжения.

Печатная плата

Проект двухсторонней печатной платы разработан в EasyEDA; Gerber-файлы доступны для загрузки (Рисунок 14). Компоненты и разъемы старался расположить так же как на плате для Arduino версии контроллера, однако размеры платы получились чуть больше. [Просмотреть проектные Gerber-файлы](#) также можно онлайн при помощи [GerberViewer](#).

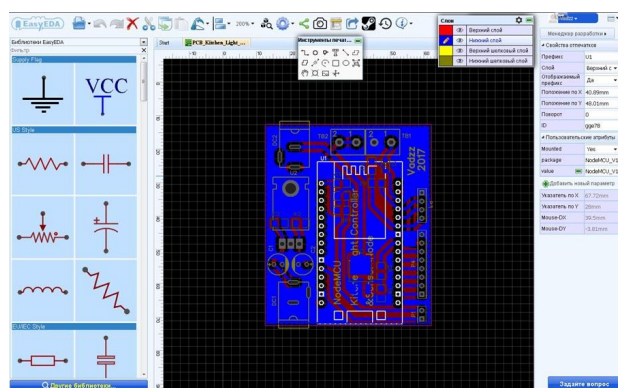


Рисунок 14. Проект печатной платы контроллера на NodeMCU в среде EasyEDA.

На верхнем и нижнем слое выполнена заливка Copper Area (GND, земля) и шелкография. Как и в случае с платами для Arduino-версии контроллера, [минимальный заказ](#) (5 шт.) на изготовление печатных плат был

выполнен в кратчайшие сроки, но в итоге я получил 6 плат.

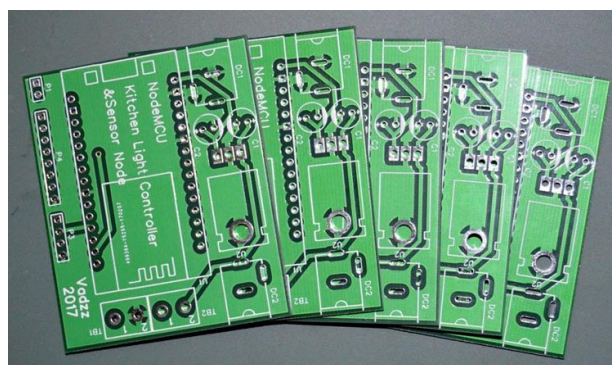


Рисунок 15. Комплект печатных плат, изготовленных в EasyEDA.

Все компоненты устанавливаются свободно, при этом я даже не проверял размеры и диаметры отверстий в используемых библиотечных компонентах. Полученный комплект печатных плат показан на Рисунке 15. Плата с установленными компонентами изображена на Рисунке 16.

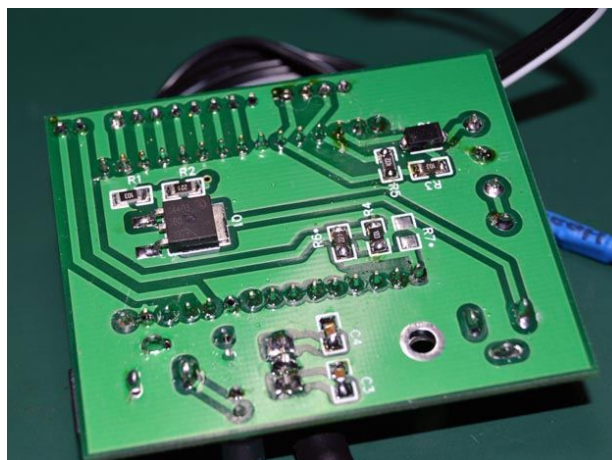
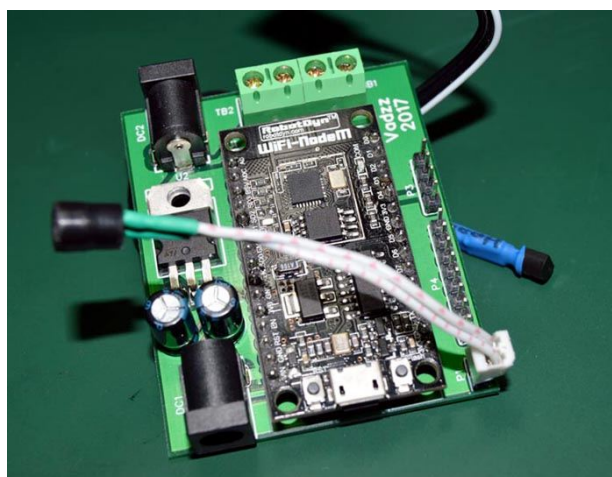


Рисунок 16. Вид платы контроллера на NodeMCU с установленными компонентами.

Скетч Arduino

Исходный код программы микроконтроллера (скетч) прост в понимании и снабжен комментариями. Скетч предоставляется «как есть», не исключая возможности дальнейшей оптимизации или внедрения дополнительных функций и режимов работы контроллера. Здесь все зависит от вашей фантазии и желания.

Основные функции в программе и режимы работы контроллера на NodeMCU остались такими же, как в версии на Arduino.

Обратите внимание на определение портов ввода/вывода, подключенные дополнительные библиотеки для работы с датчиком температуры и сервером Cayenne, константы для подключения модуля по Wi-Fi к домашней сети. Кроме того, замечу, что на ESP8266 в Arduino IDE с помощью функции `analogWrite()` реализуется программная ШИМ с диапазоном 0-1023 (по умолчанию). Следовательно, несколько изменились задержки в циклах плавного изменения яркости при переходе из одного режима работы в другой. В циклах управления ШИМ используется функция `delay()`, а в конце основного цикла программы применена функция `yield()` – это необходимо для того, чтобы процессор ESP8266, помимо пользовательского приложения, мог выполнять фоновые задачи по поддержанию Wi-Fi соединения. Для подключения контроллера к серверу Cayenne необходимо указать в исходном

коде уникальный ключ авторизации для устройства, который вы получите на начальном этапе добавления нового устройства на приборную панель Cayenne. Чтобы узнать, как это сделать, рекомендую ознакомиться с опубликованными на сайте Радиолоцман материалами, посвященными он-лайн сервису myDevices Cayenne.

В текущей версии прошивки контроллер в автоматическом режиме управляет яркостью дополнительной подсветки рабочей зоны на кухне и отправляет данные о текущем уровне освещенности, температуре и значении ШИМ на сервер Cayenne, а также получает данные с сервера Cayenne о текущем состоянии одной кнопки на приборной панели, предназначенной для ручного принудительного включения подсветки на максимальную яркость. Нажатие кнопки ручного управления (на приборной панели или в мобильном приложении, называется «Вкл.-100%») отключает автоматический режим работы контроллера на 2 часа и включает подсветку на максимальную яркость. По истечении этого периода контроллер снова переходит в автоматический режим работы и переводит в неактивное состояние кнопку на приборной панели Cayenne. Кстати, о возможности менять состояние кнопки на приборной панели с удаленного устройства я узнал в ходе экспериментов; в разделе помощи Cayenne информации по этой функции я не нашел.

Для обмена данными с сервером Cayenne используются виртуальные порты (Листинг 3).

Листинг 3. Определение виртуальных портов для обмена данными с сервером Cayenne.

```
#define VIRTUAL_PIN_0 V0 // Виртуальный порт 0: датчик освещенности
#define VIRTUAL_PIN_1 V1 // Виртуальный порт 1: текущее значение ШИМ
#define VIRTUAL_PIN_2 V2 // Виртуальный порт 2: состояние кнопки на приборной панели "Вкл-100%"
#define VIRTUAL_PIN_3 V3 // Виртуальный порт 3: датчик температуры
```

Виртуальный порт V2 используется именно для управления состоянием кнопки на приборной панели. По этому каналу контроллер отправляет значение 0 для изменения

состояния кнопки (Листинг 4). Получая по виртуальному каналу V2 значение, равное 0, сервер деактивирует кнопку на приборной панели Cayenne и меняет на ней иконку.

Листинг 4. Изменение состояние кнопки на приборной панели Cayenne с удаленного устройства.

```
if ((Cayenne_Button == 1) && (millis() - timeout_3 > interval_4))
{
// ручной режим работы активен, сработал 2-часовой таймер
Cayenne_Button = 0;
```

```

    Cayenne.virtualWrite(V2, Cayenne_Button); // деактивируем кнопку на приборной панели (запись 0)
    timeout_3 = millis();                      // сброс таймера
    mode=3;                                    // переходим в автоматический режим работы
}

```

Обработка события нажатия кнопки на приборной панели выполняется функцией

CAYENNE_IN(V2) (Листинг 5).

Листинг 5. Обработчик нажатия кнопки на приборной панели.

```

CAYENNE_IN(V2)
{
    Cayenne_Button = getValue.asInt();
    if (Cayenne_Button == 1) {
        mode=2;
        Mode_Set();
    }
    else {
        mode=3;
        Mode_Set();
    }
}

```

Отправка данных о температуре, освещенности и текущем значении ШИМ (режим работы контроллера) выполняется отдельными функциями вида **CAYENNE_OUT()**. Это очень простые функции, конструкция которых подробно рассматривалась в [3]. Отправка и обновление данных происходят в автоматическом режиме по запросу с сервера Cayenne, но возможно реализовать собственный алгоритм и изменить периодичность обновления данных.

В процессе разработки контроллера я также проверил возможность его работы с сервером Cayenne по распространенному протоколу MQTT (так называемая Cayenne API). Для этого в скетче потребуется подключить соответствующую библиотеку, устанавливаемую непосредственно из менеджера библиотек в Arduino IDE, добавить функции обмена данными в скетч, пройти простую процедуру добавления нового устройства и, после удачного добавления, настроить виджеты, которые добавляются автоматически после подключения устройства к серверу. На мой взгляд, при использовании протокола MQTT получается очень гибкая система, где обмен данными контролируется пользователем. Единственный недостаток Cayenne API

на сегодняшний день – удаленное устройство, работающее по MQTT протоколу, не поддерживается в мобильном приложении.

Заключение

Представленные два варианта устройства для автоматического управления дополнительным светодиодным освещением на кухне достаточно просты, но, на мой взгляд, функциональны и практичны. На данный момент у меня на кухне установлен контроллер на NodeMCU. В дальнейшем я планирую подключить в систему дополнительные датчики и схему управления вытяжкой на кухне.

Конечно же, оба устройства не идеальны и, возможно, потребуют оптимизации или доработки. Например, в работе контроллера на NodeMCU с Cayenne есть несколько нюансов, связанных с особенностями программных библиотек Cayenne для Arduino. При подаче питания на контроллер выполнение основного цикла пользовательской программы не начнется, пока не будет установлено беспроводное соединение с точкой доступа. Если же в процессе работы контроллера отключится беспроводная сеть или произойдет сбой подключения к Cayenne, то контроллер продолжит выполнять свою основную

функцию (управление подсветкой), но будут наблюдаться задержки при обработке событий от датчика движения при переходе из одного режима работы в другой. Все это можно решить программно, но за все время работы данного варианта контроллера таких ситуаций еще не случилось...

Хочу заметить, что в контроллер на Arduino тоже можно интегрировать функции Интернета вещей и подключить его к серверу Cayenne, используя проводное подключение (RS-232, RS-485) или же модули беспроводных приемопередатчиков на микросхеме NRF24L01. В последнем случае придется позаботиться о выборе оптимальной топологии сети удаленных устройств и разработке мастер-устройства, которое будет выполнять сбор и обработку данных от ведомых устройств в сети. **ПЛ**




Дополнительные материалы

1. [Создание IoT проектов на Raspberry Pi за считанные минуты. Возможно ли?](#)
2. [Обзор облачного сервиса myDevices Cayenne для создания IoT проектов и устройств на Raspberry Pi](#)
3. [Разработка IoT устройств на Arduino с помощью сервиса myDevices Cayenne](#)
4. [Онлайн система проектирования электроники EasyEDA](#)
5. [Все проектные файлы для контроллера подсветки на NodeMCU](#)
6. [Платформа разработки IoT проектов myDevices Cayenne](#)

Материалы по теме

1. [Datasheet Espressif ESP8266](#)
2. [Datasheet AMS AMS1117](#)

Загрузки

Принципиальная схема (версия на NodeMCU, pdf)	
Печатная плата (Gerber)	
Исходный код (скетч Arduino)	

Управление модулем ЖКИ по одному проводу

Rex Niven

EDN

Для подключения к управляющему микроконтроллеру широко распространенных модулей жидкокристаллических (Рисунок 1) и вакуумных флуоресцентных индикаторов с контроллером HD44780 может потребоваться до 12 линий.

Предлагаемая схема аппаратного интерфейса (Рисунок 2) сокращает количество линий до единственного провода, позволяя



Рисунок 1. Типичный модуль ЖК индикатора.

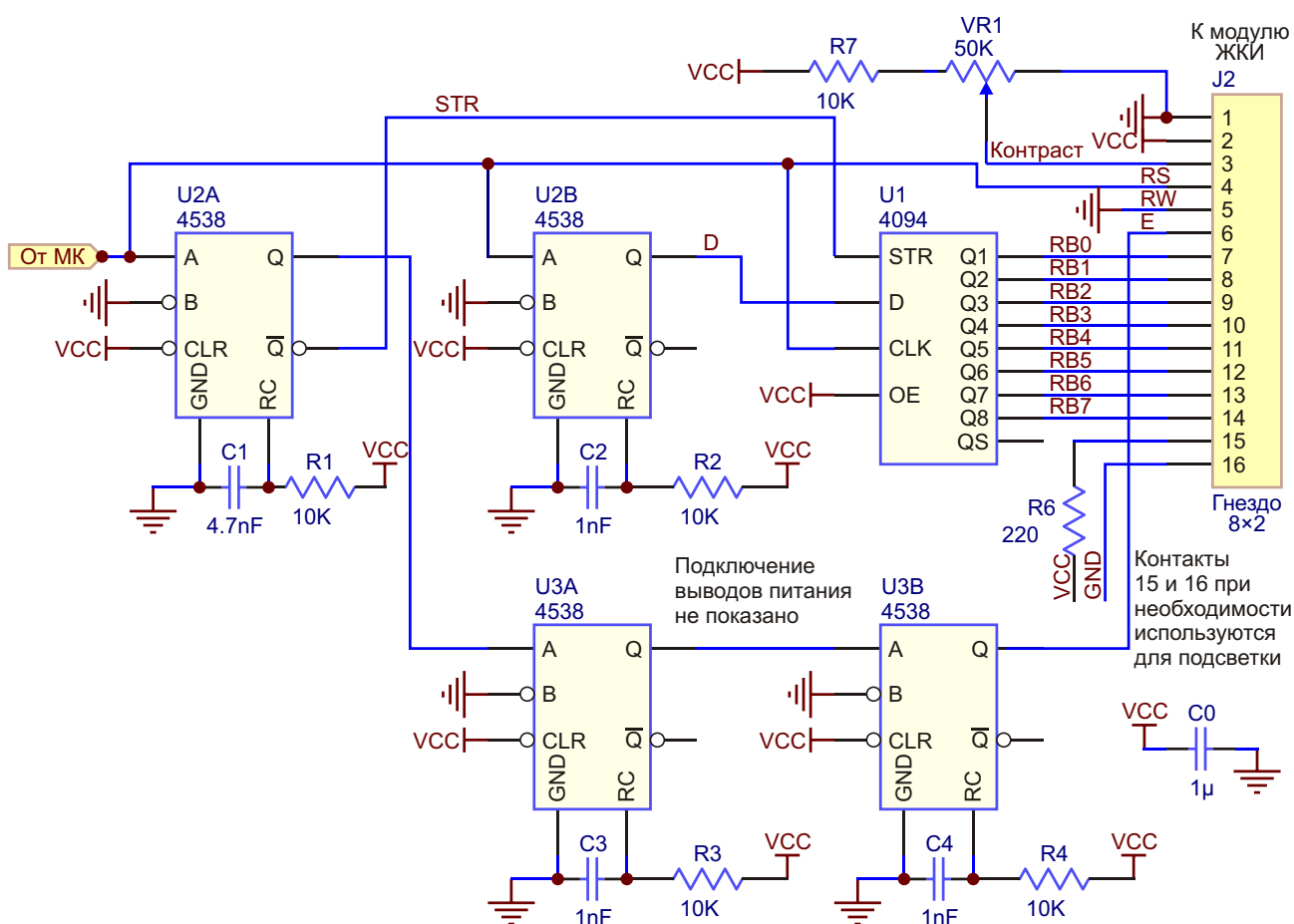


Рисунок 2. Схема однопроводного интерфейса ЖКИ.

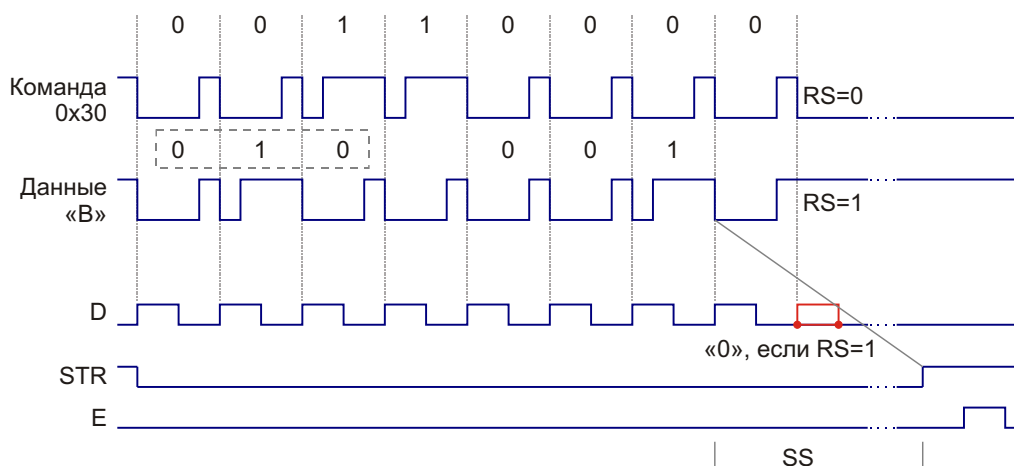


Рисунок 3. Временная диаграмма интерфейса ЖКИ.

микроконтроллеру с ограниченным числом портов ввода/вывода управлять большим дисплеем непосредственно, или даже через оптоизолятор.

Сигналы восьмибитной шины данных ЖК индикатора кодируются последовательностью коротких и длинных импульсов и поочередно записываются в последовательно-параллельный регистр, управляющие и информационные сигналы для которого формируются парой сдвоенных ждущих мультивибраторов. Сигнал RS выбора регистра контроллера модуля определяется состоянием последовательной линии (низкое или высокое), в котором она остается после передачи восьми бит данных. Функция чтения дисплея в этой схеме не используется (вход R/W подключен к «земле»), поэтому проверить статус контроллера модуля здесь невозможно, а это означает, что все задержки (длительностью до нескольких миллисекунд) должны формироваться только программным путем.

Каждый байт передается как последовательность из восьми бит, младшим разрядом

вперед. Программа микроконтроллера должна учитывать аппаратные временные константы схемы:

- Биты в последовательности должны разделяться интервалами длиной в две единицы задержки.
- Величина задержки SS (Рисунок 3) должна равняться нескольким единицам задержки.
- Пауза между соседними байтами должна быть достаточной (несколько единиц задержки) для того, чтобы позволить стробу E закончиться прежде, чем изменится сигнал на линии RS.

Длительность единицы задержки, определяемая ждущим мультивибратором и времязадающими элементами R2 и C2, в зависимости от используемого семейства микросхем может составлять от 7 мкс до 12 мкс. **РЛ**

Материалы по теме

1. [Datasheet Intersil CD4094](#)
2. [Datasheet ON Semiconductor CD4538](#)

Загрузки

[Фрагмент ассемблерного кода для микроконтроллера PIC](#)



настоящее немецкое качество

Testboy
GmbH, Germany

контрольно-
измерительное
оборудование

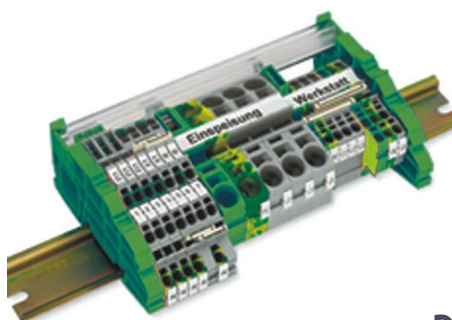


»»» **JOKARI**[®]
original

инструмент для
разделки кабеля
и снятия изоляции



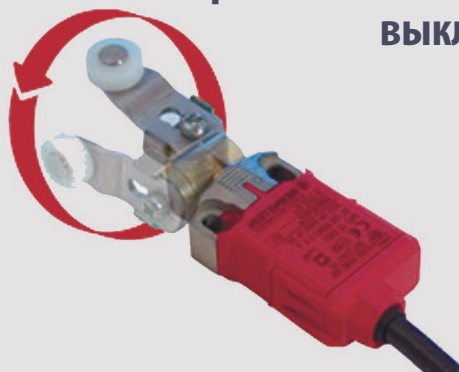
WAGO[®]
INNOVATIVE CONNECTIONS



клеммы
на DIN рейку
и для печатных плат

BERNSTEIN
safe solutions

промышленные корпуса
выключатели
датчики



ДЕЦИМА

ПОСТАВКА ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ

ДИСТРИБЬЮТОР В РОССИИ

МОСКВА, ЗЕЛЕНОГРАД, +7(495) 988-4858

WWW.DECIMA.RU



Измеритель мощности с точностью $\pm 1\%$

Ken Yang

EDN

Контролируя потребление энергии, измерители мощности обеспечивают заблаговременное предупреждение о тепловой перегрузке систем повышенной надежности. Такой контроль особенно полезен в драйверах двигателей, промышленных нагревательных устройствах и других системах, где меняются и напряжение, и ток нагрузки. Принцип работы изображенной на Рисунке 1 схемы измерителя мощности основан на том, что для нахождения мощности необходимо умножить напряжение на силу тока. Типич-

ная погрешность схемы составляет менее $\pm 1\%$. Микросхема датчика тока IC_2 измеряет выходной ток, а четырехквadrантный аналоговый умножитель, собранный на микросхемах IC_1 и IC_3 , вырабатывает сигнал, пропорциональный произведению выходного тока и напряжения. Дополнительный каскад с единичным усилением (IC_4) инвертирует инверсный выход умножителя. Наилучшую точность этот измеритель мощности обеспечивает тогда, когда напряжения на входах умножителя (J_1 и J_2) находятся в диапазоне от 3 В

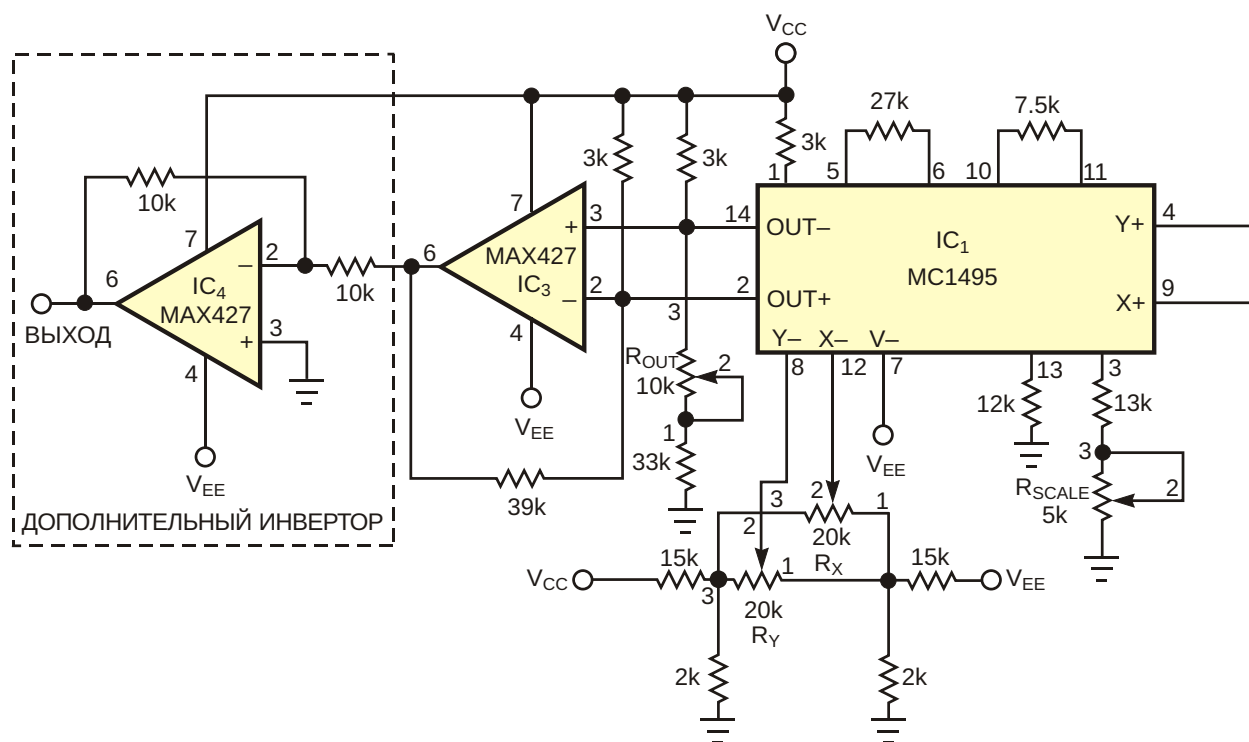


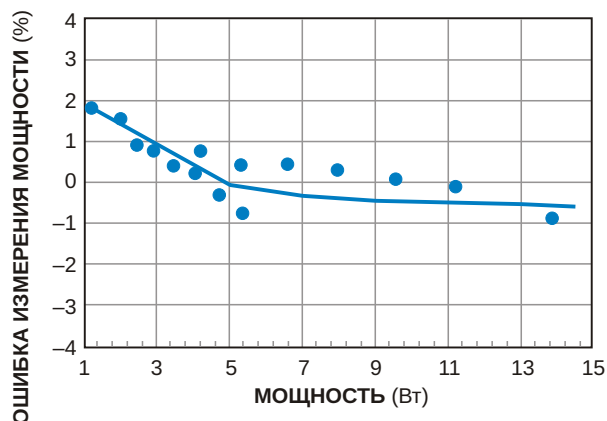
Рисунок 1. Точность этого измерителя, выходное напряжение которого пропорционально

до 15 В. Сопротивление токоизмерительного резистора определяют на основании соотношения

$$R_{\text{SENSE}} = \frac{1}{P},$$

где сопротивление R_{SENSE} выражается в омах, а выходная мощность P в ваттах. Так, если нагрузка должна получать мощность 10 Вт, то вы выбираете $R_{\text{SENSE}} = 0.1 \text{ Ом}$.

Коэффициент передачи G схемы на Рисунке 1 равен единице, при этом выходное напряжение пропорционально мощности нагрузки. Например, при мощности нагрузки 10 Вт выходное напряжение будет равно 10 В. Для того, чтобы изменить коэффициент передачи схемы, надо подобрать другое сопротивление токоизмерительного резистора, исходя из формулы $G = 10R_{\text{SENSE}}$. Зависимость ошибки измерений от мощности нагрузки для схемы на Рисунке 1 показана на Рисунке 2. Обратите внимание, что в диапазоне мощностей от 3 Вт до 14 Вт схема демонстрирует точность лучше $\pm 1\%$. Для правильной работы схемы, прежде всего, необходимо выполнить калибровку умножителя



ПРИМЕЧАНИЯ:

$V_{\text{CC}} = 15 \text{ В}$; $V_{\text{EE}} = -15 \text{ В}$

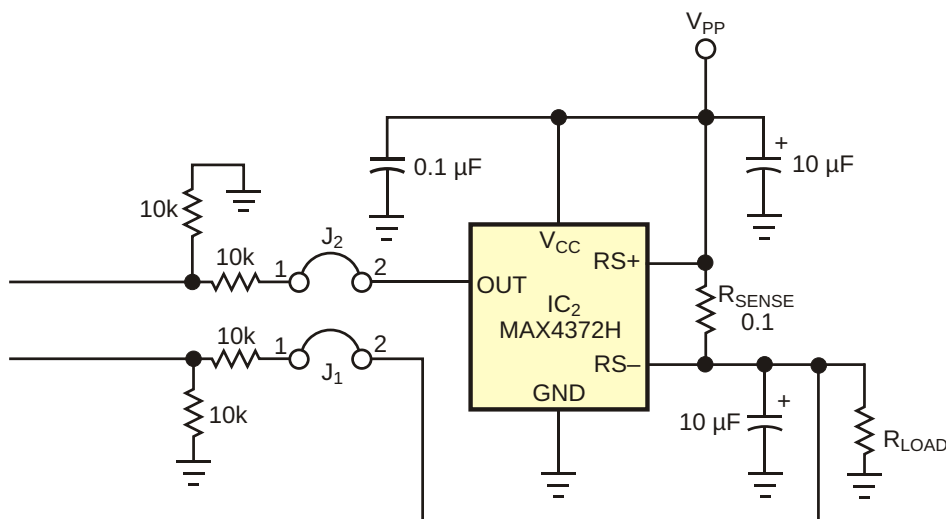
$R_{\text{SENSE}} = 0.1 \text{ Ом}$

Рисунок 2. В диапазоне мощностей нагрузки от 3 Вт до 14 Вт измеритель имеет точность лучше $\pm 1\%$.

согласно описанной ниже процедуре. Предварительно снимите перемычки J_1 (вход X) и J_2 (вход Y).

• Регулировка смещения входа X:

Подайте на вход Y синусоидальный сигнал частотой 1 кГц с амплитудой 5 В пик-пик, а вход X соедините с землей. Наблюдая выходной сигнал схемы на экране осциллографа, подстроечным резистором



мощности нагрузки, достигает $\pm 1\%$.

R_X установите амплитуду синусоидального сигнала равной нулю.

- **Регулировка смещения входа Y:**

Подайте на вход X синусоидальный сигнал частотой 1 кГц с амплитудой 5 В пик-пик, а вход Y соедините с землей. Наблюдая выходной сигнал схемы на экране осциллографа, подстроечным резистором R_Y установите амплитуду синусоидального сигнала равной нулю.

- **Регулировка смещения выхода:**

Подключите оба входа X и Y к земле. Подстроечным резистором R_{OUT} установите постоянное выходное напряжение равным нулю.

- **Установка масштаба (коэффициента усиления):**

Подключите оба входа X и Y к источнику постоянного напряжения 10 В. Подстроечным резистором R_{SCALE} установите постоянное выходное напряжение равным 10 В.

- Повторите предыдущие шаги необходимое число раз. **РЛ**

Материалы по теме

1. [Datasheet Maxim Integrated MAX427](#)
2. [Datasheet Maxim Integrated MAX4372](#)
3. [Datasheet ON Semiconductor MC1495](#)

Датчик цвета с большим динамическим диапазоном

Massimo Gottardi

EDN

Изображенная на Рисунке 1 схема датчика цвета способна в широком динамическом диапазоне генерировать RGB-триплеты, являющиеся очень полезным атрибутом приложе-

ний машинного зрения. В схеме реализовано автоматическое управление экспозицией, благодаря которому значения RGB инвариантны относительно интенсивности освещения.

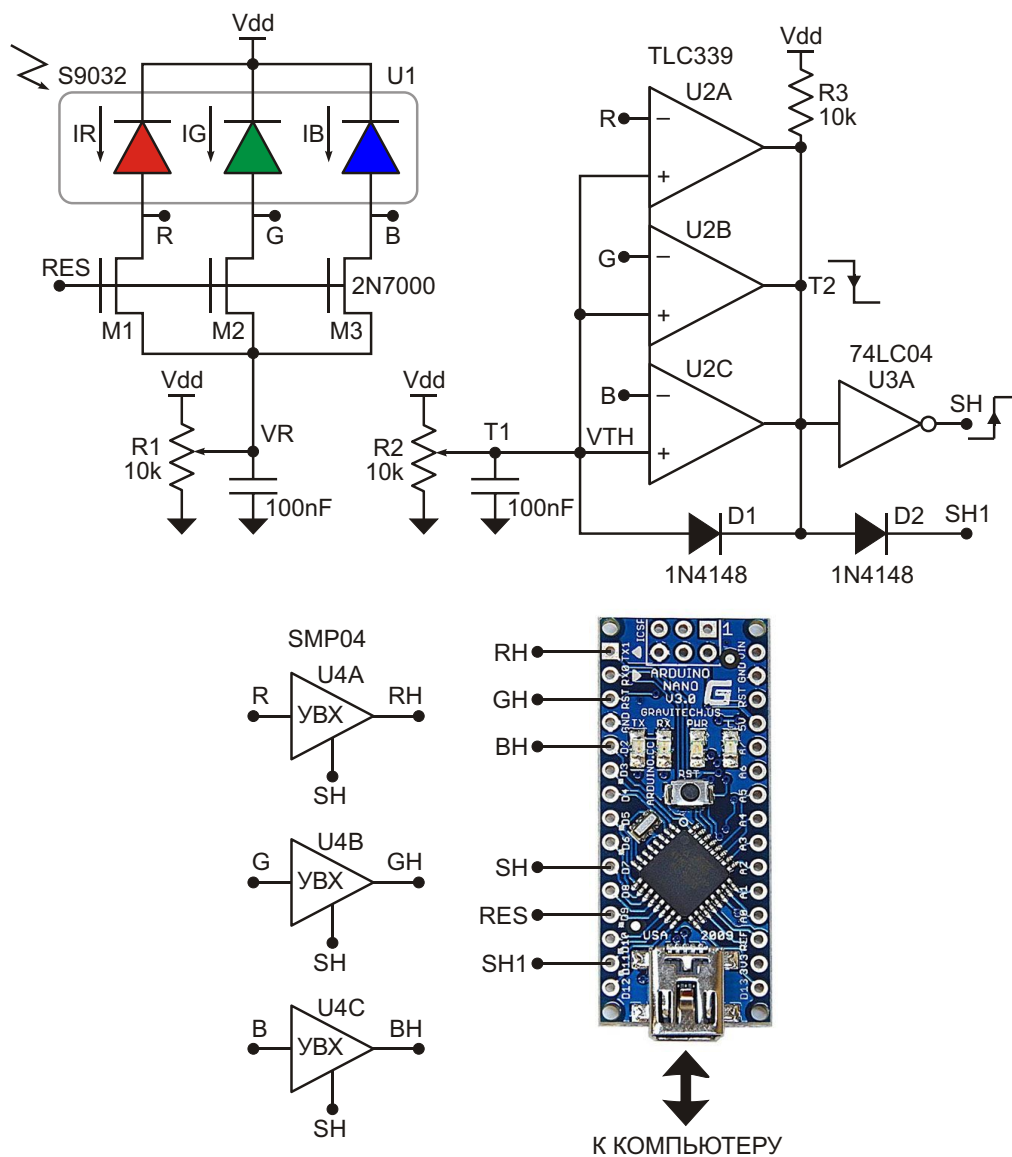


Рисунок 1. Датчик RGB с автоматическим управлением экспозицией.

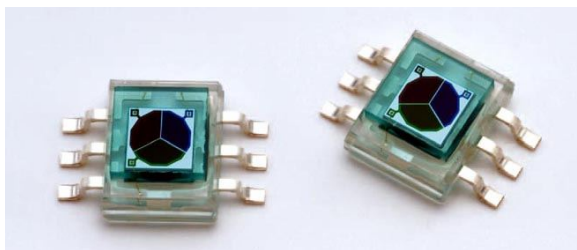


Рисунок 2. RGB датчик S9032.

Пока микроконтроллер удерживает активный уровень сигнала сброса RES, три RGB фотодиода с общими катодами (U1, Рисунок 2) остаются слегка смещенными в обратном направлении до напряжения V_R (в типичном случае до 0.5 В) через три N-канальных MOSFET M1, M2 и M3. После завершения фазы сброса напряжения в узлах R, G и B начинают линейно увеличиваться пропорционально интенсивности каждой цветовой компоненты. Эти сигналы поступают на три компаратора (U2), выходы которых объединены по схеме монтажного «ИЛИ». Первое из напряжений, достигших порогового уровня V_{TH} (с типичным значением 2.6 В), переключает соответствующий компаратор, выходной сигнал которого через инвертор U3A стробирует усилители выборки-хранения (УВХ) U4.

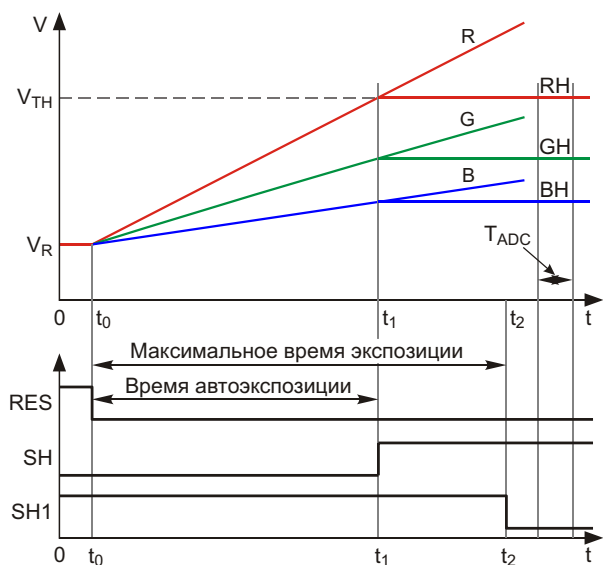


Рисунок 3. Временная диаграмма работы датчика цвета.

Затем Arduino Nano оцифровывает сохраненные напряжения RH, GH и BH для дальнейшей обработки. В принципе, аналого-цифровое преобразование можно выполнять с помощью микроконтроллера и без использования УВХ U4, однако последовательные

преобразования привели бы к появлению ошибки выборки сигналов, которая была бы тем больше, чем ярче сигналы и, соответственно, выше скорость нарастания. Альтернативой микроконтроллеру может быть использование трех АЦП.

Диод D1 добавляет дополнительный гистерезис компараторам, а D2 нужен для того, чтобы дать Arduino возможность, установив низкий уровень в узле T2, сохранить сигналы RGB и определить максимальное время экспозиции. Эта функция необходима для того, чтобы гарантировать фиксированный темп преобразования. Временные диаграммы сигналов схемы показаны на Рисунке 3. В момент времени t_1 , когда $R = V_{TH}$, уровень напряжения на выходе компаратора U2A становится низким, триплет [RH, GH, BH] фиксируется в УВХ, и в конце процесса оцифровывается микроконтроллером (T_{ADC}). По истечении максимального времени экспозиции (t_2) микроконтроллер устанавливает на SH1 низкий уровень и начинает преобразование входных сигналов.

Подводя итог, отметим, что поскольку время экспозиции t_1 определяется самым ярким из сигналов R, G и B, насыщения какого-либо из каналов не происходит. Компрессия сигналов позволяет при 8-битном АЦП получить динамический диапазон 100 дБ. Более того, чтобы достичь таких характеристик, не требуется настройка ни одного из параметров схемы.

Рисунок 4 поясняет, каким образом автоматическое управление экспозицией позволяет получить большой динамический диапа-

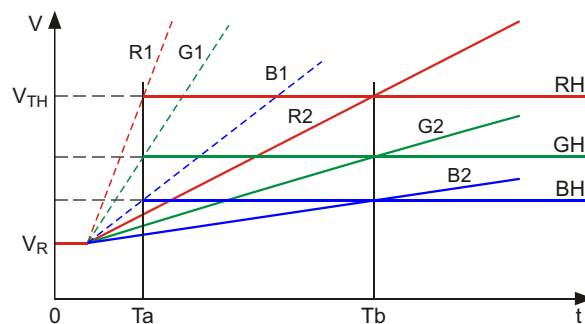


Рисунок 4. Пример двух RGB-триплетов, полученных от одного объекта при разных уровнях освещенности. [R1, G1, B1] – яркие сигналы, выборка которых произошла в момент времени T_a , в то время как [R2, G2, B2] – слабые сигналы, выбранные в момент T_b . Поскольку $[R1, G1, B1]T_a = [R2, G2, B2]T_b$, цветность объекта не зависит от интенсивности освещения.

зон измерений. С учетом поставленной цели, для каждой интенсивности света время экспозиции всегда будет таким, чтобы гарантированно имелся участок, на котором значения [RH, GH, BH] постоянны.

Хотя промышленностью выпускаются законченные RGB датчики с цифровыми интерфейсами (например, Avago APDS-9950, ams TMG3993), возможность автоматического управления экспозицией в них не предусмотрена, поэтому для получения аналогич-

ной функциональности потребовались бы многократные измерения и активное использование вычислительных ресурсов микроконтроллера. **РЛ**

Материалы по теме

1. [Datasheet Hamamatsu S9032](#)
2. [Datasheet Analog Devices SMP04](#)
3. [Datasheet Texas Instruments SN74LS04](#)
4. [Datasheet Texas Instruments TLC339](#)

Загрузки

[Исходный код Arduino](#)



Имитатор фотогальванического модуля

José M Blanes and Ausiàs Garrigós

EDN

Имитаторы фотогальванических модулей часто требуются инженерам-электронщикам для проверки DC/DC преобразователей, инверторов и схем управления точкой максимальной мощности. Использование этих имитаторов позволяет в лабораторных условиях воссоздать необходимые светотехнические характеристики и избежать проблем при подключении реальных фотогальванических модулей. В продаже имеется множество подо-

бных имитаторов, однако чаще всего они весьма дороги.

В этой статье представлена простая схема имитатора фотогальванического модуля, входным управляющим сигналом которого служит источник постоянного напряжения. В устройстве используется простейшая эквивалентная схема модуля: источник тока, включенный параллельно с диодом. Выходной сигнал источника тока прямо пропорциона-

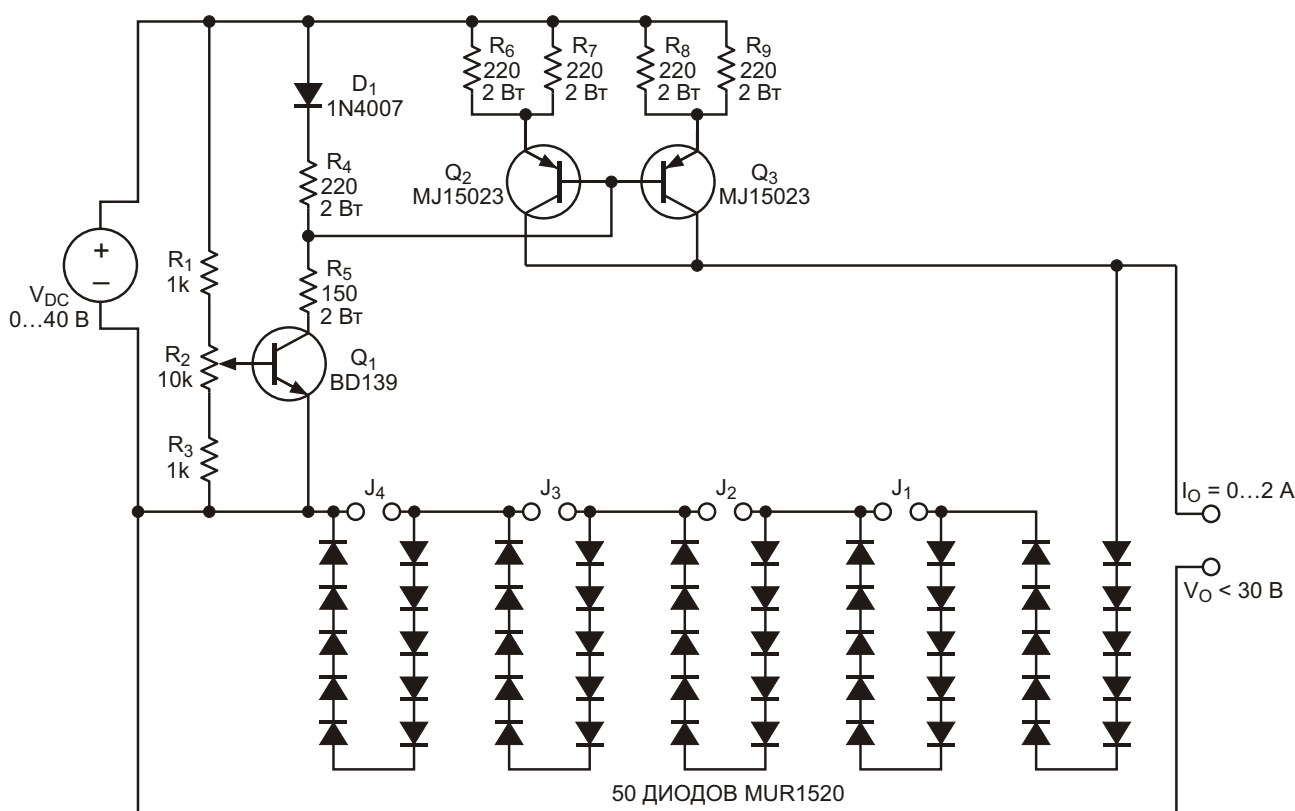


Рисунок 1. Фотогальванические характеристики этого имитатора можно регулировать, изменяя ток источника или количество диодов в последовательной цепочке. Диоды можно закорачивать группами по десять.

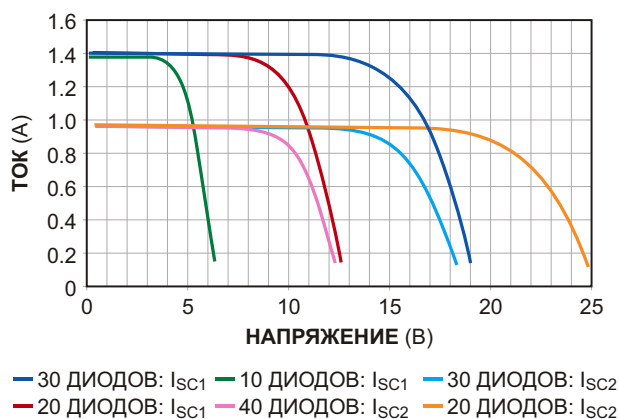


Рисунок 2. Изменяя параметры выхода источника тока, можно управлять током короткого замыкания.

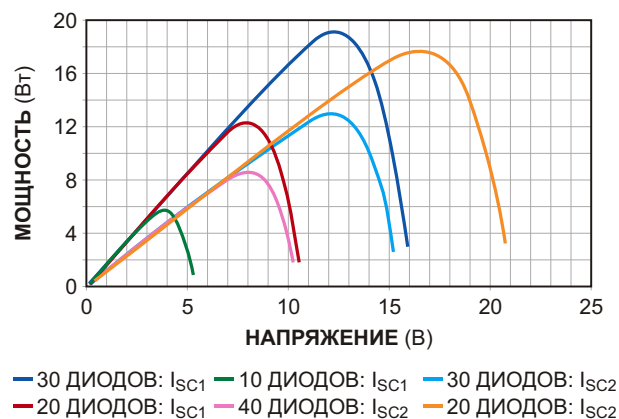


Рисунок 3. Точка максимальной мощности смещается в зависимости от количества диодов.

лен освещенности, а характеристики параллельного диода зависят от температуры.

Источник тока на Рисунке 1, обеспечивающий ток короткого замыкания до 2 А, сделан на двух мощных биполярных транзистора MJ15023 (Q2 и Q3), работающих в линейной области. Величина этого тока пропорциональна базовому току транзисторов. Ток короткого замыкания можно регулировать потенциометром R2, изменение сопротивления которого управляет коллекторным током транзистора Q1 и, соответственно, базовыми токами Q2 и Q3.

В схеме 50 диодов MUR1520 соединенные в группы, параллельные и последовательные источнику тока. Эти диоды можно закорачивать группами по 10, что позволяет выбирать количество последовательных диодов, равным 10, 20, 30, 40 или 50. Если точности схемы будет недостаточно, можно разбить диоды в имитаторе на большее число групп, и таким образом увеличить количество выходных кривых.

На Рисунках 2 и 3 показаны зависимости тока и мощности имитатора фотогальванического модуля от входного напряжения при двух значениях тока источника (I_{SC1} и I_{SC2}) и разном количестве диодов. Для получения этих кривых потребовалось использование электронной нагрузки [1]. Ток короткого замыкания искусственного модуля регулируется параметрами выхода источника тока, а подключение или отключение диодов изменяет напряжение холостого хода. Подключив цифровую схему управления имитатором, вы сможете создавать произвольные кривые фотоэлектрических характеристик. **РЛ**

Ссылки

1. Ausiàs Garrigós and José M Blanes, "Power MOSFET is core of regulated-dc electronic load," EDN, March 17, 2005, pg 92.

Материалы по теме

1. [Datasheet Vishay MUR1520](#)
2. [Datasheet ON Semiconductor MJ15023](#)

Перестраиваемый высокочастотный режекторный фильтр

John Ambrose

EDN

Сделать режекторный фильтр на основе программируемой резисторами микросхемы универсального фильтра на коммутируемых конденсаторах достаточно просто, однако, как правило, такие схемы не способны работать на частотах выше 100 кГц. Кроме того, в типичных микросхемах с числом выводов от

16 до 20 отсутствуют антиалайзинговые фильтры, предотвращающие появление паразитных выходных сигналов. Режекторный фильтр можно собрать, используя восьмивыводной сдвоенный операционный усилитель и восьмивыводной полосовой фильтр на коммутируемых конденсаторах (Рисунок 1). В

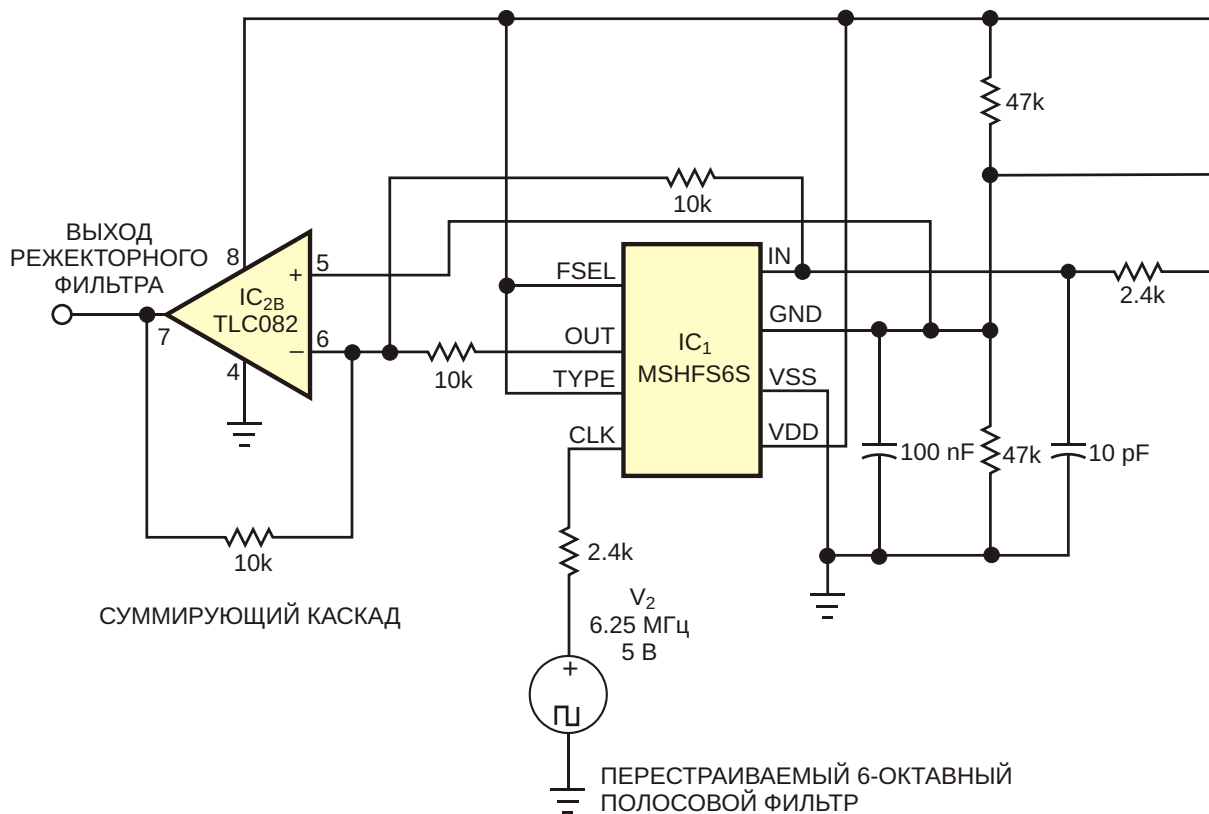


Рисунок 1. Комбинация операционного усилителя и фильтра на коммутируемых конденсаторах

микросхеме сдвоенного BiCMOS операционного усилителя TLC082 (IC₂) входные каскады сделаны на малошумящих КМОП (CMOS) транзисторах, а в выходных каскадах для увеличения нагрузочной способности используются биполярные транзисторы. Произведение коэффициента усиления на ширину полосы пропускания микросхемы TLC082 равно 10 МГц, что позволяет использовать ее в схемах фильтрации сигналов на частотах до 1 МГц. Минимальная разность между напряжениями положительной и отрицательной шин питания микросхемы TLC082 равна 5 В, что согласуется с номинальным напряжением питания микросхемы MSHFS6 (IC₁), равным 5 В. Используя половину усилителя TLC082, можно сделать эллиптический фильтр нижних частот (ФНЧ) третьего порядка.

Для улучшения подавления внеполосных составляющих неравномерность в полосе пропускания сделана равной 5 дБ. При частоте среза непрерывного фильтра равной 800 кГц подавление сигнала на частоте 12.5 МГц превышает 40 дБ. На Рисунке 2 изображена амплитудно-частотная характеристика (АЧХ) ФНЧ третьего порядка,

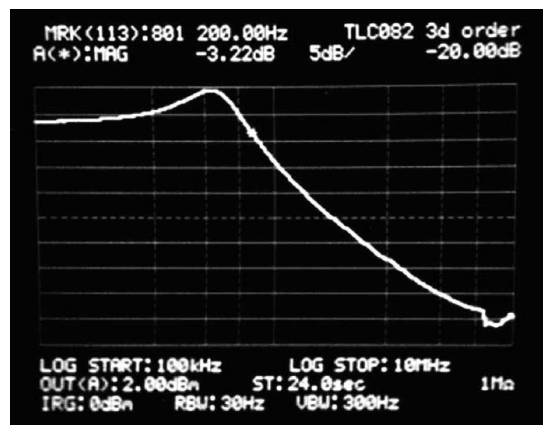
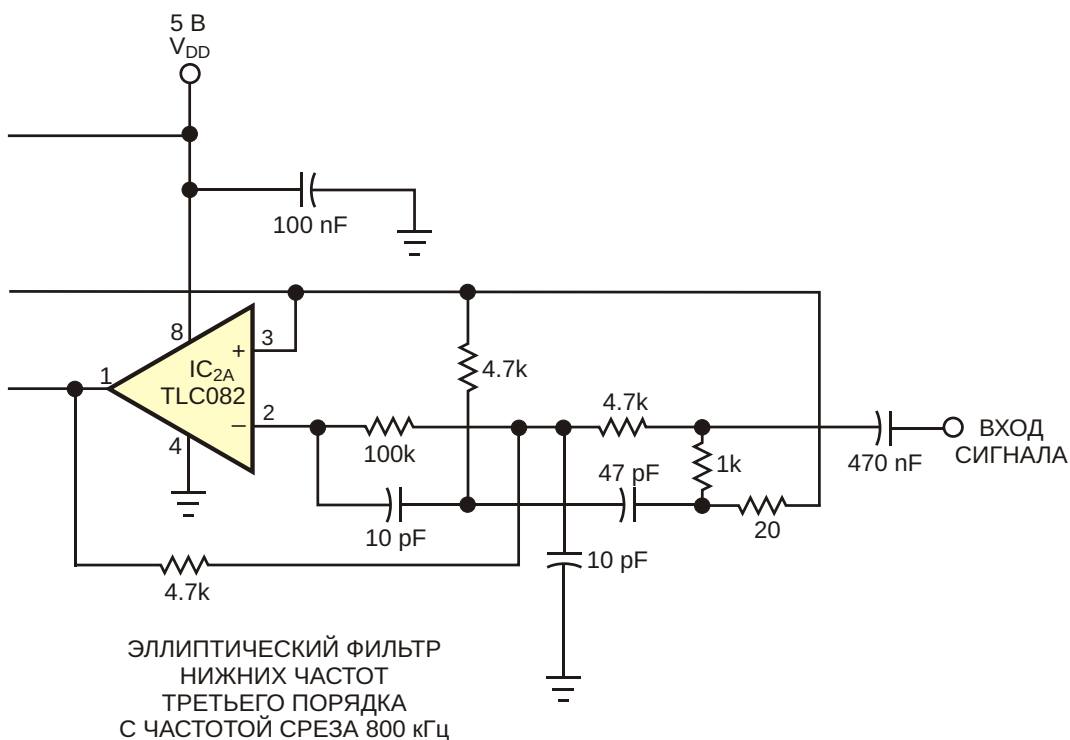


Рисунок 2. Амплитудно-частотная характеристика каскада ФНЧ третьего порядка.

сделанного на основе усилителя TLC082. Микросхема MSHFS6 фильтра нижних/средних частот на переключаемых конденсаторах с отношением тактовой частоты к частоте излома, равным 12.5:1, позволяет измерять нелинейные искажения до частот, в 6.25 раз превышающих частоту режекции – пока не возникнут ошибки измерения из-за наложения сигнала



образует высокоизбирательный режекторный фильтр.



Рисунок 3. Логарифмическая частотная характеристика представляет полосу пропускания фильтра на основе микросхемы MSHFS6.

лов. При частоте среза ФНЧ 800 кГц вы можете измерять уровни продуктов нелинейных искажений вплоть до третьей гармоники. Если центральная частота настройки режекторного фильтра всегда меньше 260 кГц (тактовая частота MSFS6 равна 3.3 МГц), то частоту среза ФНЧ можно уменьшить изменением величин сопротивления и емкости. В результате суммирования выходного сигнала полосового фильтра с входным, подавление входного сигнала происходит в полосе про-

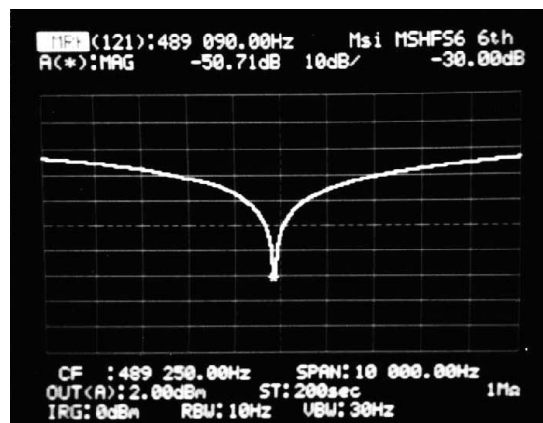


Рисунок 4. Подавление сигнала схемой на Рисунке 1 на частоте режекции составляет 50 дБ.

пускания при фазовом сдвиге 180°. На Рисунке 3 представлена логарифмическая АЧХ 6-октавного фильтра на микросхеме MSHFS6. Выходом режекторного фильтра служит выход второй половины микросхемы TLC082. Из Рисунка 4 видно, что глубина режекции фильтра составляет –50 дБ. **ПЛ**

Материалы по теме

1. [Datasheet Mixed Signal Integration MSHFS6](#)
2. [Datasheet Texas Instruments TLC082](#)

Высоковольтный высокоэффективный преобразователь положительного напряжения в отрицательное

Victor Khasiev, Linear Technology

Design Note 561

Введение

Преобразование положительного напряжения в отрицательное широко используется в жидкокристаллических устройствах, OLED дисплеях, аудио усилителях, промышленном

оборудовании, средствах измерений, системах контроля, светодиодных драйверах и зарядных устройствах. Для многих из этих приложений требуются большие уровни мощности и расширенные диапазоны входных напряжений – именно то, что является двумя

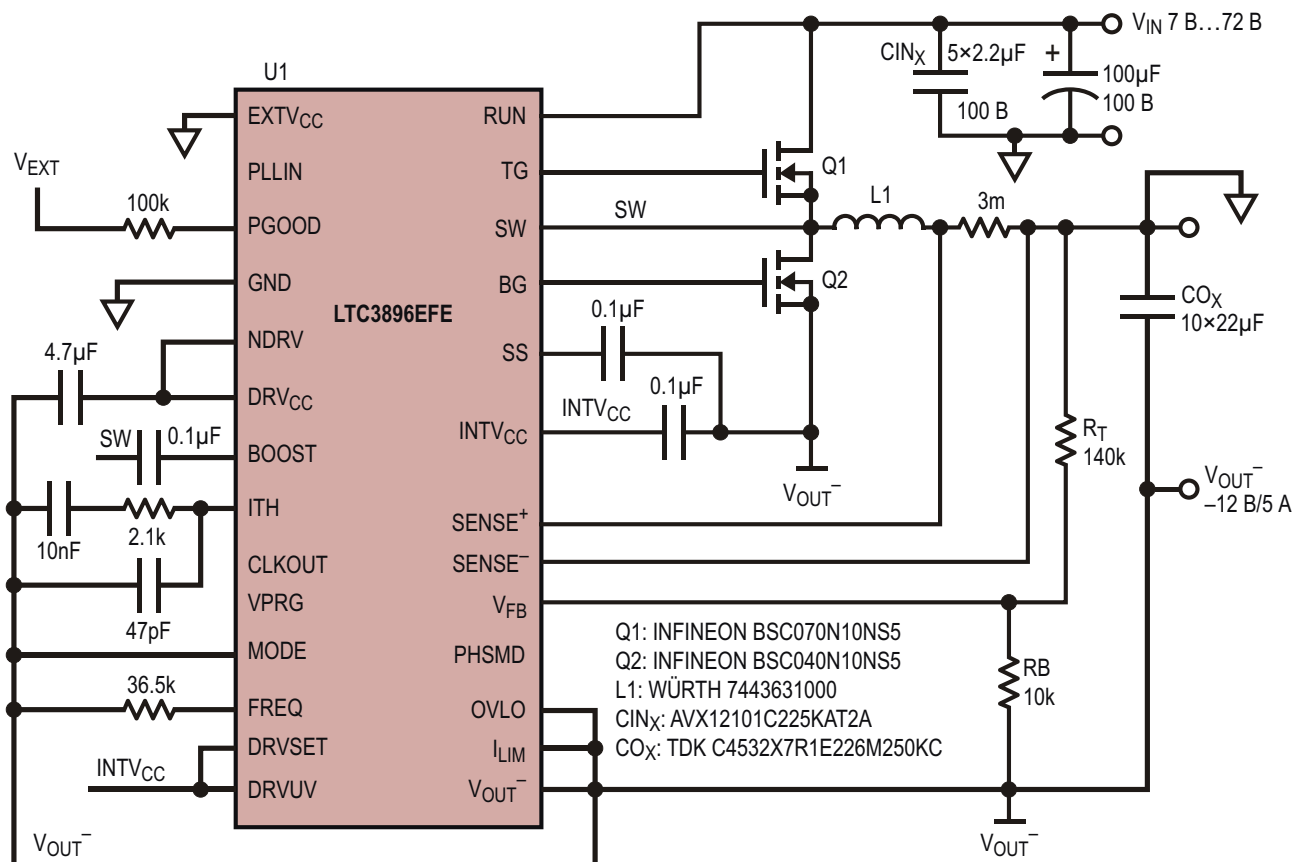


Рисунок 1. При выходном напряжении 12 В преобразователь U1 отдает в нагрузку ток 5 А в диапазоне входных напряжений от 7 В до 72 В. Обратите внимание, что управляющие сигналы RUN, PGOOD и PLLIN привязаны к уровню шины GND.

неотъемлемыми характеристиками контроллера преобразователя положительного напряжения в отрицательное LTC3896. Этот контроллер особенно подходит для автомобильных приложений, благодаря очень высоким допустимым входным и выходным напряжениям, разность которых может достигать 150 В, способности управлять MOSFET со стандартными уровнями пороговых напряжений, а также низкому собственному току потребления, не превышающему 40 мкА в активном режиме и снижающемуся до 10 мкА в режиме отключения.

-12 В/ 5 А на выходе при входном напряжении от 7 В до 72 В

На Рисунке 1 показана схема преобразователя положительного напряжения в отрицательное, основанная на контроллере LTC3896. Это решение позволяет из широкого диапазона входных напряжений от 7 В до 72 В получить на нагрузке -12 В при токе 5 А. Для рынка автоэлектроники способность LTC3896 выдерживать столь высокие входные напряжения означает возможность исключить из схемы громоздкие и дорогие ограничители напряжения, в то время как низкий минимальный уровень входного напряжения позволяет не нарушать работу чувствительных устройств даже при холодном запуске двигателя.

Силовая цепь преобразователя образована MOSFET Q₁, Q₂ и индуктивностью L₁. В выходном фильтре использованы керамические конденсаторы с диэлектриком COX.

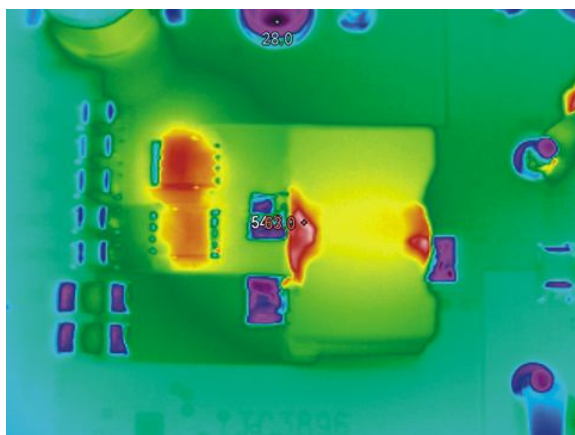


Рисунок 3. Тепловое изображение демонстрационной платы DC2447A, полученное при входном напряжении 36 В, выходном напряжении 12 В и выходном токе 5 А. Справа показано расположение элементов на печатной плате.

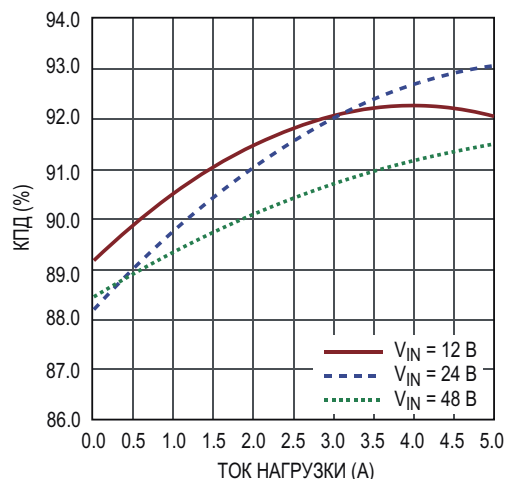
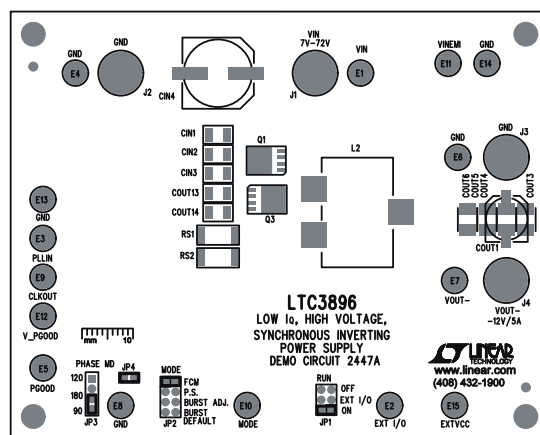


Рисунок 2. Зависимость КПД от тока нагрузки для схемы на Рисунке 1 при выходном напряжении 12 В. Максимальный ток нагрузки равен 5 А.

Вход EXT_{V_{CC}} микросхемы U₁ подключен к шине GND, поэтому потенциал этого вывода относительно V_{OUT-} равен 12 В. При необходимости иметь сигнал «Питание в норме», следует использовать внешний источник напряжения V_{EXT} с опорным уровнем GND. Управляющие и интерфейсные сигналы микросхемы LTC3896, включая RUN, PGOOD и PLLIN, привязаны к уровню системной «земли», и поэтому не требуют схем сдвига уровней в системах, управляемых внешним процессором.

Подробные рекомендации по расчету минимально допустимых напряжений и токов компонентов, окружающих LTC3896, содержатся в техническом описании микросхемы. Для грубой оценки величин коэффициента запол-



нения (D), среднего тока индуктивности (I_L) и напряжения на MOSFET (V_{DS}) можно использовать следующие расчетные формулы:

$$D = \frac{|V_{OUT}|}{V_{IN} - |V_O|}$$
$$I_L = \frac{I_o}{(1 - D)}$$
$$V_{DS} = |V_{OUT}| + V_{IN}$$

Универсальность LTC3896 иллюстрируется демонстрационной схемой DC2447A [1]. С ее помощью разработчики могут исследовать множество функций этого контроллера, включая синхронизацию от внешнего генератора и возможность использования внешнего линейного регулятора для снижения тепловой нагрузки на микросхему при высоких выходных напряжениях, а также оценить простоту решений, позволяющих получить выходные напряжения -5 В или -3.3 В.

На Рисунке 2 изображена зависимость КПД от тока нагрузки при различных входных напряжениях. Тепловая карта платы преобразователя во время работы показана на Рисунке 3.

Заключение

LTC3896 – это высокоинтегрированный контроллер, разработанный специально для преобразования положительного напряжения в отрицательное. Основанные на этом контроллере решения отличаются высоким КПД и очень низким током потребления, что крайне важно для систем с батарейным питанием. Исключительная универсальность микросхемы основана на программируемой частоте переключения, широком диапазоне входных напряжений до 150 В и высоком максимальном выходном напряжении -60 В. Устройство упрощает разработку автомобильных и промышленных источников питания, сигналы управления которыми привязаны к уровню «земли». **РД**

Ссылки

1. [DC2447A: LTC3896EFE Demo Board | Sync Inverting Controller, 7V \$V_{IN}\$ 72V; \$V_{OUT} = -12V\$ at 5A.](#)

Материалы по теме

1. [Datasheet Linear Technology LTC3896](#)
2. [Datasheet Infineon BSC070N10NS5](#)

Усилитель класса В с автоматическим смещением

Pierre Corbeil

EDN

Для усилителей класса В характерны искажения типа «ступенька», возникающие в выходном каскаде, когда закрывается один транзистор и открывается другой. Для исключения таких искажений через оба транзистора должен протекать общий ток смещения, не позволяющий транзисторам в переходной области выключаться одновременно. Работа обычных цепей смещения основана на поддержании постоянной разности потенциалов между базами двух транзисторов. Требуемые частой ручной подстройки, эти цепи в отсутствие сигнала поддерживают базовые напряжения двух транзисторов на границе порога включения. Такие схемы чувствительны к температуре и требуют определенной компенсации для предотвращения теплового пробоя, который может привести к повреждению схемы. На Рисунке 1 показан подход, в котором указанная проблема решается цепью автоматического смещения.

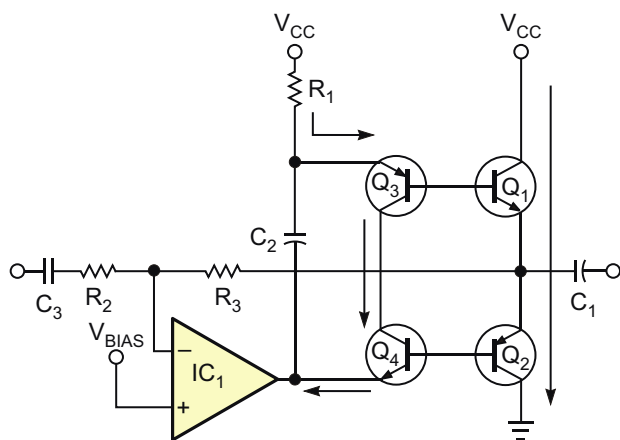


Рисунок 1. Протекая через транзисторы Q_1 и Q_2 , ток смещения не позволяет им закрываться одновременно.

В этом усилителе класса В ток смещения в режиме ожидания при отсутствии сигнала устанавливается резистором R_1 . Ток эмиттера I_E транзистора Q_3 равен

$$I_E = \frac{V_{CC} - V_{BIAS} - V_{BEQ3} - V_{BEQ1}}{R_1},$$

где

V_{CC} – напряжение источника питания,

V_{BIAS} – постоянное напряжение на эмиттерах транзисторов Q_1 и Q_2 ,

V_{BEQ3} – напряжение база-эмиттер транзистора Q_3 ,

V_{BEQ1} – напряжение база-эмиттер транзистора Q_1 .

Q_1 и Q_2 зеркально отражают этот ток, поскольку через Q_1 и Q_3 течет тот же базовый ток, что и через Q_2 и Q_4 . Если предположить, что четыре транзистора идеально подобраны по параметрам и их базовые и коллекторные токи строго одинаковы, то эмиттеры Q_1 и Q_2 будут точно отражать ток резистора R_1 .

Однако в этой схеме согласования параметров транзисторов не требуется. Если транзисторы не согласованы, либо Q_3 , либо Q_4 будут находиться в насыщении, и ввиду того, что эффект отражения зависит от коэффициентов передачи тока транзисторов h_{FE} , различие токов смещения Q_1/Q_2 и тока резистора R_1 может быть значительным. Схема автоматически подстраивает напряжение на конденсаторе C_2 таким образом, чтобы компенсировать температурные изменения и производственный разброс характеристик транзисторов.

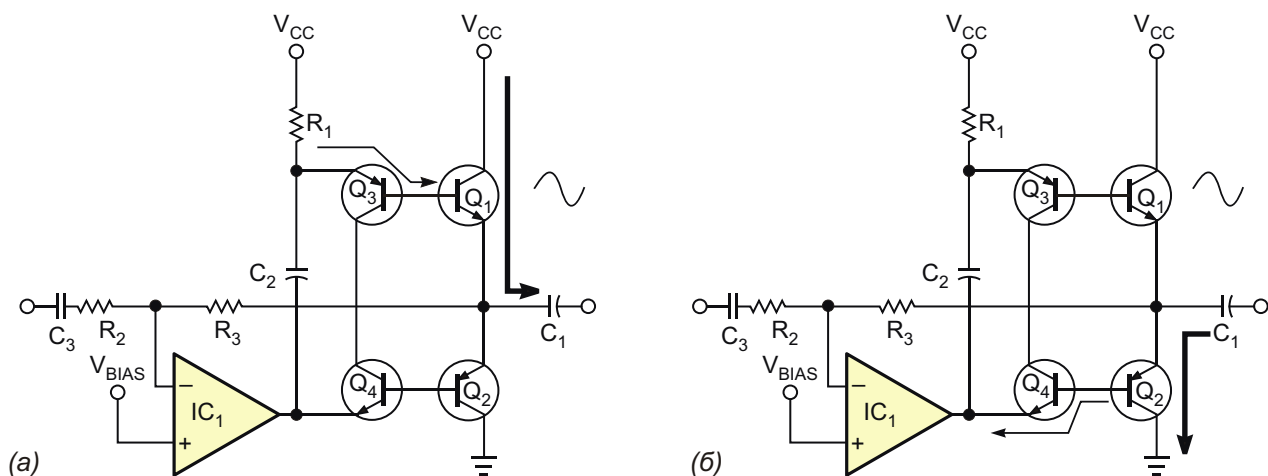


Рисунок 2. Во время положительной полуволны сигнала ток в нагрузку течет из транзистора Q_1 через конденсатор C_1 (а), Во время отрицательной полуволны ток течет через транзистор Q_2 (б).

При наличии сигнала коэффициент усиления тока равен величине h_{FE} выходного транзистора Q_1 или Q_2 (точно так же, как в классическом усилителе класса В). Во время положительной полуволны сигнала ток нагрузки проходит через транзистор Q_1 . Поскольку ток базы при этом увеличивается, Q_3 входит в насыщение. Во время отрицательной полуволны сигнала ток нагрузки проходит через Q_2 , а насыщается транзистор Q_4 .

На Рисунке 2 показан путь прохождения сигнала переменного тока. Максимальный средний ток нагрузки I_L равен току холостого хода, умноженному на коэффициент передачи тока транзистора Q_1 и на два. Операционный усилитель должен быть способен отдавать в Q_2 необходимый базовый ток I_B :

$$I_B = \frac{I_L}{h_{FE}} = \frac{V_{CC}}{R} \frac{4V_{BE}}{R}$$

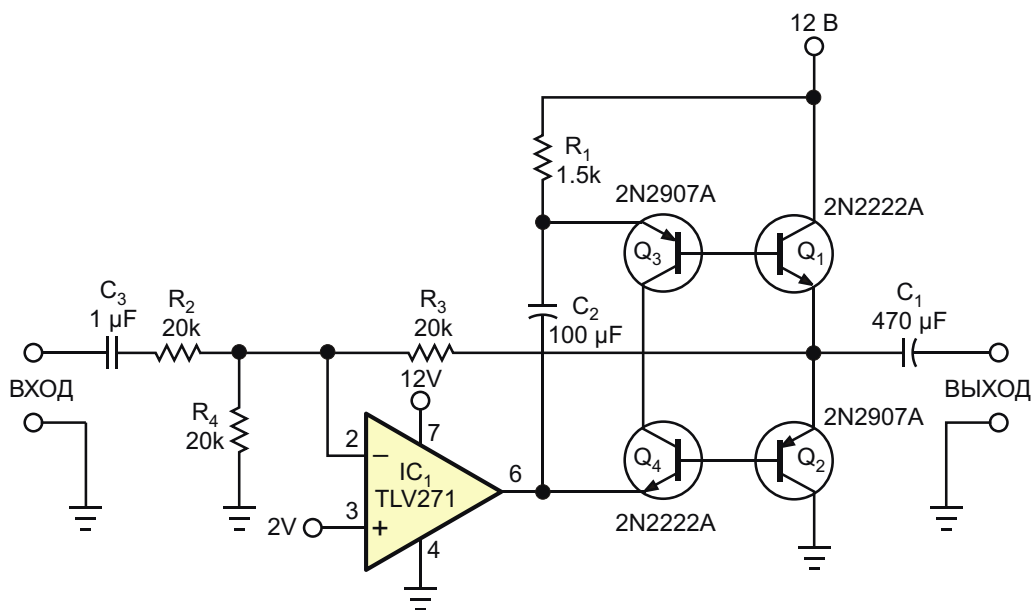


Рисунок 3. Типичное применение схемы класса В в качестве усилителя наушников.

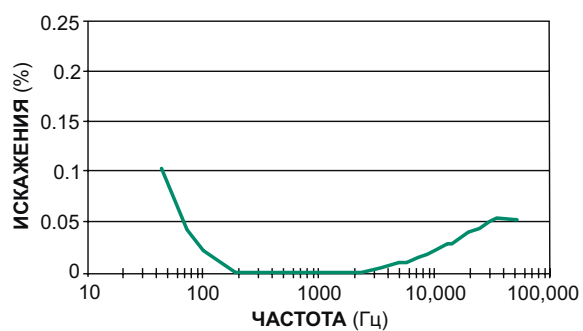


Рисунок 4. Результаты измерения нелинейных искажений в схеме на Рисунок 3.

В типичном приложении такой усилитель класса В может отдавать 0.25 Вт в нагрузку 8 Ом (Рисунок 3). На Рисунке 4 изображен график общих гармонических искажений, измеренных в полосе частот от 45 Гц до 50 кГц при входном сигнале 1 В с.к.з. и сопротивлении нагрузки 8 Ом. [РЛ](#)

Материалы по теме

1. [Datasheet Texas Instruments TLV271](#)



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
популяризировать -

приглашаем к сотрудничеству!

РАДИОЛОЦМАН.ЖУРНАЛ

Приложение для мобильных устройств (планшетов и смартфонов)



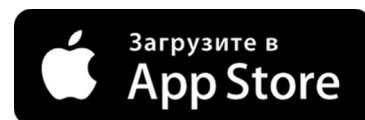
ANDROID »
GOOGLE PLAY



<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.