



Журнал для тех, кто интересуется электроникой

РАДИОЛОЦМАН

Январь 2016 (56)

Microchip
выигрывает
Atmel в войне
предложений

8

64 Измеритель
индуктивности
на Arduino

26 Сначала лучше,
затем больше.
Как создавалась
Linear Technology

Супервизор питания
уменьшает ток
катушки реле

75



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

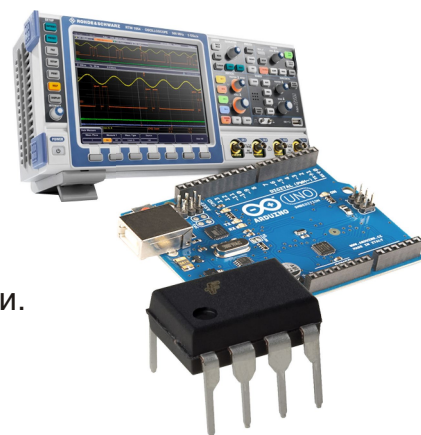


google.com/+RlocmanRuPlus

И еще многое другое на портале:

РАДИОЛОЦМАН. ...

www.rlocman.ru



Главный редактор:

А. Николаев

Над номером
работали:

В. Бородулин

В. Колесник

С. Муратчаев

А. Николаев

Н. Радунцева

М. Русских

К. Сараев

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 Diodes представляет высокоточную микросхему защиты литий-ионных аккумуляторов
- 4 Microchip расширяет портфель малопотребляющих PIC микроконтроллеров семейством PIC24F "GB6"
- 5 6-осевое комбинированные гиродатчики Kionix бьют рекорды энергоэффективности
- 6 Linear Technology представила мощный двунаправленный преобразователь напряжения для защиты систем от сбоев питания
- 8 Microchip выигрывает Atmel в войне предложений
- 9 Уникальный модуль Bluetooth Smart позволяет макетировать беспроводные устройства без использования пайки
- 10 TI и Analog Devices прекращают попытки приобретения Maxim
- 11 IXYS выпускает новые низковольтные оптоизолированные усилители ошибки с программируемыми прецизионными источниками опорного напряжения
- 12 Linear Technology предлагает прецизионный дифференциальный усилитель с диапазоном синфазных входных напряжений ± 270 В
- 13 Mini-Circuits выпускает миниатюрный датчик СВЧ мощности с интерфейсами USB/Ethernet
- 14 Diodes представляет новую микросхему для защиты одноэлементных литий-ионных и литий-полимерных аккумуляторов
- 15 Новые цифровые аудио усилители STMicroelectronics повысят качество звука и упростят работу конструкторов
- 16 GreenPeak начинает производство нового поколения устройств беспроводного управления светодиодным освещением
- 17 Лавинные фотодиоды компании Marktech теперь доступны в корпусах для поверхностного монтажа
- 18 Texas Instruments представляет самый совершенный в отрасли аудио операционный усилитель
- 19 Allegro MicroSystems анонсирует первый в отрасли драйвер светодиодов для автомобильных систем освещения с внутренней генерацией сигнала ШИМ
- 20 GainSpan анонсирует новые модули Bluetooth Smart для Интернета вещей
- 21 Mitsubishi Electric сделала антенну из струи морской воды
- 22 Новые микроконтроллеры Silicon Labs обеспечат безопасность узлов IoT
- 24 SanDisk выпустила самый тонкий в мире твердотельный накопитель в форм-факторе SATA M.2
- 25 Infineon расширяет семейство высокоэффективных регуляторов напряжения с интерфейсом PMBus

Статьи

- 26 Сначала лучше, затем больше. Как создавалась Linear Technology. Часть 1
- 31 ИСТОРИЯ ЭЛЕКТРОНИКИ. Знакомьтесь с самыми первыми умными часами: HP-01 от Hewlett-Packard
- 35 Дополненная реальность помогает слепым видеть свет
- 37 Преимущества перехода на логические микросхемы в безвыводных корпусах
- 41 Источники питания для автомобильных старт-стопных систем
- 44 PSpice макромодель управляемого напряжением потенциометра для OrCAD
- 54 Фильтрация помех в линиях передачи сигналов и питания
- 58 Тест Тьюринга: вы разговариваете с человеком или с машиной?

Схемы

- 60 Универсальные ждущие мультивибраторы на конфигурируемых логических элементах с входными триггерами Шмитта
- 64 Измеритель индуктивности на Arduino
- 68 Зарядное устройство для щелочных аккумуляторов
- 70 Решение некоторых проблем питания систем с несколькими DC/DC преобразователями
- 72 Для измерения температуры обмотки трансформатора не нужны датчики
- 75 Супервизор питания уменьшает ток катушки реле
- 79 Монолитный преобразователь для высоких выходных напряжений
- 82 Имитаторы аккумуляторов для проверки зарядных устройств

Diodes представляет высокоточную микросхему защиты литий-ионных аккумуляторов

Компания Diodes представила микросхему AP9234L с внушительным набором защитных функций, разработанную специально как высокоточное однокристальное решение для одноэлементных литий-ионных и литий-полимерных аккумуляторов. Устройство адресовано, прежде всего, изготовителям модулей защиты аккумуляторов для смартфонов, камер и аналогичного потребительского электронного оборудования.



В микросхеме AP9234L объединены высокоточная схема защиты аккумулятора и два N-канальных MOSFET с общим стоком, имеющих ультранизкое сопротивление исток-исток, типовое значение которого составляет всего 13 мОм при напряжении сток-сток

равном 4 В и токе стока 1.0 А. Безопасность заряда и разряда аккумулятора достигается за счет выключения MOSFET при обнаружении токов и напряжений, соответствующих состояниям перезаряда, глубокого разряда или короткого замыкания нагрузки. Внешние компоненты защищаются фиксированным на этапе производства временем задержки.

Инновационная конструкция и прогрессивные технологические процессы компании Diodes гарантируют стабильное измерение напряжения во всем диапазоне рабочих температур от -40°C до $+85^{\circ}\text{C}$ и обеспечивает экономию энергии за счет низкого тока потребления, типовое значение которого составляет 3.0 мкА в нормальном режиме и 0.1 мкА в режиме пониженной мощности. Точность ограничения тока обеспечивается схемой компенсации напряжения цепи измерения тока перегрузки. AP9234L имеет функцию автоматического пробуждения и позволяет настраивать порог защиты по напряжению для совместимости с аккумуляторами различных типов.

AP9234L поставляется в корпусе DFN2535-6 со стандартным расположением выводов. Более подробная информация доступна на сайте производителя.

Microchip расширяет портфель малопотребляющих PIC микроконтроллеров семейством PIC24F “GB6”

Семейство микроконтроллеров PIC24F “GB6” имеет возможность автоматического обновления для постоянно включенных промышленных, компьютерных, медицинских и спортивных приложений

Microchip объявила о расширении портфеля малопотребляющих PIC микроконтроллеров. Приборы нового семейства PIC24F “GB6”, имеющие до 1 МБ флэш-памяти с корректирующим кодом и 32 КБ оперативной памяти, стали в портфеле Microchip первыми 16-разрядными микроконтроллерами со столь большим объемом памяти. При разбитой на два раздела флэш-памяти с возможностью автоматического обновления, эти устройства могут хранить два независимых приложения, что позволяет одновременно



программировать один раздел и выполнять программный код из другого. Мощное сочетание характеристик делает микросхемы семейства PIC24F “GB6” идеальными приборами для промышленных, компьютерных, медицинских, спортивных и мобильных приложений, требующих продолжительной работы от батарей, а также передачи и хранения данных без использования внешней памяти, таких как системы учета электроэнергии, управления отоплением, вентиляцией и кондиционированием, сканеры отпечатков пальцев и игровые принадлежности.

В активном режиме микроконтроллеры семейства PIC24F “GB6” потребляют всего 190 мкА/МГц, а в режиме сна – 3.2 мкА. Возможность замены прошивки «на лету» предоставляет разработчикам малозатратный, надежный и безопасный метод обновления своих приложений.



100-контактный сменный модуль PIC24FJ1024GB610.

Обширный набор периферии включает 12-разрядный 24-канальный АЦП со скоростью преобразования 200 тыс. выборок в секунду, до 12 таймеров, шесть UART и интерфейс USB-OTG, работающий как устройство или хост. В приборы семейства интегрированы также периферийные блоки, рабо-

тающие без участия ядра (CIP), включая программируемые логические ячейки (CLC) для управления логикой в реальном времени и контроллер прямого доступа к памяти, увеличивающий пропускную способность и снижающий потребление мощности.

Поддержка разработки

Microchip поддерживает семейство PIC24F “GB6” стандартным набором инструментов разработки мирового класса, а также новым сменным модулем PIC24FJ1024GB610 для демонстрационной платы Explorer 16, которые можно приобрести за \$25.00 и \$129.99, соответственно.

Цены и доступность

Все восемь приборов семейства PIC24F “GB6” запущены в массовое производство и поставляются в стандартные сроки. Цены в крупных партиях начинаются от \$1.74 за штуку. Микроконтроллеры поставляются в 64-, 100- и 121-выводных корпусах с объемом памяти от 128 Кб до 1 Мб. Все возможные варианты поставки представлены в следующей таблице:

Корпус	Прибор	USB	Flash
TQFP 64 выв.	PIC24FJ1024GB606-I/PT	Есть	1 Мб
	PIC24FJ512GB606-I/PT	Есть	512 Кб
	PIC24FJ256GB606-I/PT	Есть	256 Кб
	PIC24FJ128GB606-I/PT	Есть	128 Кб
QFN 64 выв.	PIC24FJ1024GB606-I/MR	Есть	1 Мб
	PIC24FJ512GB606-I/MR	Есть	512 Кб
	PIC24FJ256GB606-I/MR	Есть	256 Кб
	PIC24FJ128GB606-I/MR	Есть	128 Кб
TQFP 100 выв.	PIC24FJ1024GB610-I/PT	Есть	1 Мб
	PIC24FJ512GB610-I/PT	Есть	512 Кб
	PIC24FJ256GB610-I/PT	Есть	256 Кб
	PIC24FJ128GB610-I/PT	Есть	128 Кб
BGA 121 выв.	PIC24FJ1024GB610-I/BG	Есть	1 Мб
	PIC24FJ512GB610-I/BG	Есть	512 Кб
	PIC24FJ256GB610-I/BG	Есть	256 Кб
	PIC24FJ128GB610-I/BG	Есть	128 Кб

6-осевое комбинированные гиродатчики Kionix бьют рекорды энергоэффективности

Компания Kionix объявила о начале массового производства комбинированных 6-осевых акселерометров-гироскопов KXG03 и завершении разработки двух новейших 6-

осевых акселерометров-гироскопов KXG07 и KXG08.

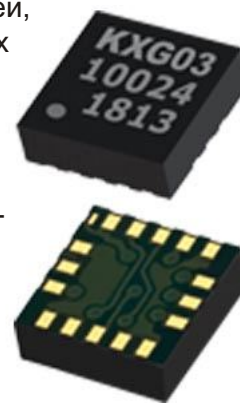
«Наши новые продукты представляют собой значительный технологический про-

рыв в снижении мощности, потребляемой 6-осевыми решениями, – говорит Надер Сад-рззедех (Nader Sadrzadeh), президент и исполнительный директор Kionix. – Большое потребление мощности традиционно препятствовало проникновению гироскопов во многие сферы использования. Теперь же Kionix, преодолев этот барьер, делает гироскопы доступными особо критичным к потреблению энергии приложениям в мобильных устройствах, игровом оборудовании и носимой электронике.



В приборах KXG07 и KXG08 использована новейшая технология компании, позволившая намного снизить потребляемую гироскопами мощность. KXG08 выпускается в стандартном 14-выводном корпусе LGA с размерами 2.5 3 0.9 мм, в то время как KXG07 предлагается в 16-выводном корпусе LGA размером 3 3 0.9 мм, совместимом по габаритам и расположению выводов с многими дискретными акселерометрами компании Kionix. При одновременной работе на полной скорости акселерометра, гироскопа и датчика температуры новые устройства потребляют всего 0.2 мА, превосходя по расходу энергии любые приборы в отрасли. По сравнению с конкурирующими устройствами это снижает потребляемую комбинированным датчи-

ком мощность до уровней, типичных для одиночных акселерометров. Эти приборы содержат цепи синхронизации, буфер объемом 4096 байт и средства управления данными, извлекаемыми из внешних датчиков. В настоящее время можно получить образцы приборов KXG07 и KXG08.



Разработчики KXG03 реализовали беспрецедентно эффективную технологию снижения общей мощности потребления системы, внедрив уникальную поддержку двух режимов работы, основанных на оценке текущей активности различных подсистем прибора. Такая двухрежимность обеспечивает повышенную автономность работы внешнему микроконтроллеру, потребляющему значительно большую мощность, позволяя ему дольше оставаться в спящем режиме. Технология дает возможность буферизации данных, измерения температуры встроенным датчиком, управления двумя внешними датчиками по вторичной шине I²C, а также предоставляет расширенные средства синхронизации с данными внешних сенсоров и внешними событиями. Предусмотрены исключительно гибкие механизмы контроля KXG03, в частности, включение и выключение внутренних и внешних датчиков, запуск/останов буферизации и управление скоростью выборки данных. KXG03 поставляются в 16-выводном корпусе LGA с размерами 3 3 0.9 мм.

Linear Technology представила мощный двунаправленный преобразователь напряжения для защиты систем от сбоев питания

Linear Technology представила двунаправленный высоковольтный повышающий преобразователь LTC3643, выполняющий функцию зарядного устройства накопительного конденсатора и автоматически трансформирующийся в понижающий преобразователь для резервного питания системы. Запатентованная топология с одной индуктивностью и интегрированной функцией PowerPath,

выполняя работу двух отдельных импульсных регуляторов, уменьшает размер, стоимость и сложность системы. LTC3643 работает в двух режимах: повышающего зарядного устройства и понижающего источника резервного питания. В первом режиме через внутренний ключ с допустимым током до 2 А происходит эффективный заряд массива электролитических конденсаторов напряжением

ности при полной изоляции между входным источником и нагрузкой системы. Микросхема содержит также интегрированный п-канальный MOSFET для отключения накопительного конденсатора, источник опорного напряжения с начальной точностью $\pm 1\%$ для стабилизации напряжения системы и индикаторные выходы, информирующие о статусе зарядки и сбоях входного напряжения.

LTC3643 выпускаются в компактных 24-выводных корпусах QFN размером 3 мм $\times$ 5 мм со сниженным тепловым сопротивлением. Микросхемы предлагаются в вариантах исполнения E и I для диапазона рабочих температур от -40°C до 125°C . Цены на устройства группы E, имеющиеся на складе компании, в партиях из 1000 приборов начинаются от \$4.45 за штуку.

Сводка основных характеристик LTC3643

- Двухнаправленный синхронный повышающий преобразователь для зарядки конденсатора и понижающий регулятор для питания нагрузки;

- Широкий диапазон входных напряжений от 3 В до 17 В;
- Напряжение на накопительном конденсаторе до 40 В;
- Максимальный ток заряда конденсатора 2 А;
- Интегрированные мощные п-канальные MOSFET: 150 мОм в верхнем плече, 75 мОм – в нижнем;
- Интегрированный мощный п-канальный MOSFET с сопротивлением 50 мОм для отключения накопительного конденсатора;
- Ограничение входного тока во время заряда;
- Высокая частота переключения 1 МГц;
- Источник опорного напряжения с точностью $\pm 1\%$ для стабилизации системного напряжения;
- Выходы индикации статуса заряда и аварии питания;
- Низкопрофильный 24-выводной корпус QFN размером 3 $\times$ 5 мм.

Microchip выигрывает Atmel в войне предложений

Dylan McGrath

EE Times

В начале января 2016 г. Atmel сообщила, что совет директоров принял предложение о приобретении от компании Microchip Technology и планирует расторгнуть предыдущее соглашение о покупке британской компанией Dialog Semiconductor.

В декабре 2015 года Microchip обратилась с офертой о приобретении компании Atmel по цене \$8.15 за акцию, или приблизительно за \$3.8 млрд. В сентябре Atmel заключила соглашение о приобретении ее компанией Dialog за наличные и акции, первоначально оцененные в \$4.6 млрд. Однако позже сумма сделки снизилась на фоне падения цены акций Dialog.

По словам Atmel, она уведомила совет директоров Dialog о решении разорвать соглашение. В то же время Atmel заявила о готовности рассмотреть встречное предложение от Dialog, однако в заявлении Dialog было сказано, что компания не собирается пересматривать свое предложение.

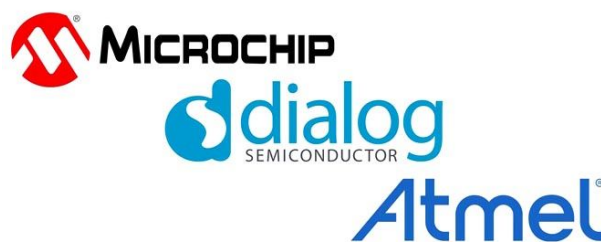
«Мы пришли к вводу, что не в интересах акционеров увеличивать цену предложения для Atmel, – сказал Джалал Бэгэрли (Jalal Bagherli), генеральный директор Dialog. – Мы считали, что приобретение было для нас правильным стратегическим решением, и разочарованы, что оно не состоялось».

Atmel сообщила, что за прекращение контракта она выплатила компании Dialog неустойку в размере \$137.3 млн.

С ускорением процессов консолидации отрасли в прошедшем году войны предложений становятся для полупроводниковых компаний все более и более распространенным явлением. Согласно данным компании IC Insights, специализирующейся на исследовании рынка, анонсированные в 2015 году слияния и поглощения в полупроводниковой промышленности измеряются суммой \$105 млрд., что более чем в восемь раз превышает среднегодовые объемы подобных сделок за предыдущие пять лет.

В 2015 году Microchip приобрела производителя аналоговых чипов Micrel по цене за \$14 акцию, что в сумме составило порядка \$839 млн.

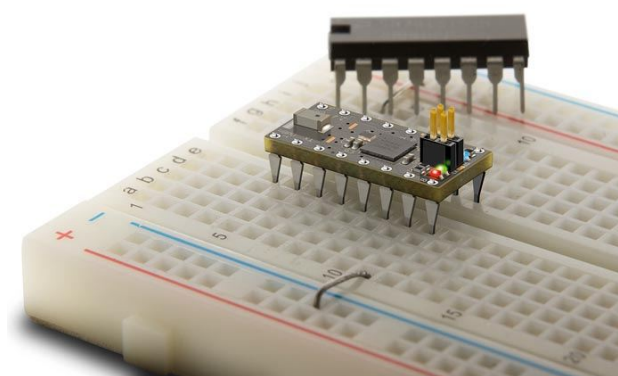
На днях Atmel также объявила предварительные результаты четвертого квартала 2015 года. По сообщению компании, ее квартальный доход немного превысил \$261 млн., оказавшись чуть ниже ожидавшийся суммы между \$266 млн. и \$286 млн. Atmel объяснила кратковременный спад объема продаж



решением дистрибьюторов сократить уровни складских запасов из-за неопределенности, связанной с процессом приобретения.

Уникальный модуль Bluetooth Smart позволяет макетировать беспроводные устройства без использования пайки

Модуль с открытой документацией OSHChip, содержащий систему на кристалле nRF51822 компании Nordic Semiconductor, поставляется в 16-выводных корпусах DIP, аналогичных корпусам интегральных схем, которые можно вставлять непосредственно в беспаячные макетные платы



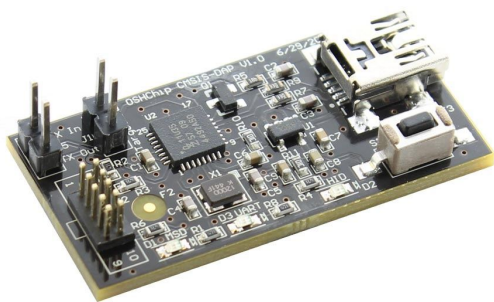
Nordic Semiconductor сообщила о начале поставок сторонним производителем модулей Bluetooth Smart в специально разработанных 16-контактных корпусах для монтажа в отверстия, подобных корпусам DIP. Поддерживающие частоту 2.4 ГГц модули с открытой документацией, в которых установлены радиочастотные чипы компании Nordic, замыслились как средство макетирования беспроводных устройств, позволяющие полностью исключить пайку из рабочего процесса, поскольку модуль может быть вставлен в любую стандартную беспаячную макетную плату, используемую разработчиками и радиолюбителями.



Филипп Фрейдин.

Модуль OSHChip (OSH означает «Open Source Hardware» – открытое аппаратное обеспечение) от американского стартапа, носящего такое же имя, содержит изготавливаемую Nordic систему на кристалле nRF51822 и занимает площадь 1.98 0.89 см, что составляет 5% от размеров Arduino UNO или 22% от размеров Arduino Nano.

«Размер является еще одним важным фактором нашей мотивации к разработке этого модуля, поскольку существующие сейчас беспроводные модули почти всех изготовителей настолько велики, что, как правило, закрывают собой все отверстия макетной платы, не оставляя возможности присоединить провода или дополнительную периферию, – комментирует основатель OSHChip, Филипп Фрейдин (Philip Freidin). – Все это увеличивает затраты времени, сложность и



Плата программатора и отладчика для OSHChip.

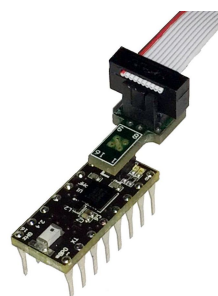
нервозность проектирования, препятствуя быстрой разработке и переходу к работе с устройством».

При создании OSHChip Фрейдину пришлось разрабатывать выводы собственной конструкции, которые были бы совместимы с большинством имеющихся в продаже макетных плат. Фрейдин говорит также, что если бы среди опций микросхемы Nordic nRF51822 не имелось корпуса с размерами кристалла (WLCSP), изготовить модуль такого маленького размера он никогда бы не смог.

Партнером OSHChip разработана плата, подключаемая к компьютеру через разъем USB для загрузки программ в OSHChip, отладки через интерфейс SWD и двунаправленного обмена данными.

По словам Фрейдина, компания планирует раскрыть всю документацию на OSHChip, включая принципиальные схемы, Gerber-файл и перечень компонентов. Он добавляет, что в ближайшем будущем также появятся функция беспроводного программирования и примеры приложений для iPhone и Android.

О ценах и доступности OSHChip и программатора/отладчика можно узнать на сайте www.oshchip.org.



TI и Analog Devices прекращают попытки приобретения Maxim

Dylan McGrath

EE Times

Согласно сообщению службы новостей агентства Блумберг, производители чипов Texas Instruments (TI) и Analog Devices (ADI) отказались от попыток приобретения конкурирующей компании Maxim Integrated Products, не сумев прийти к соглашению по цене.

В сообщении, со ссылкой на незванные источники, информированные о ходе переговоров, говорится, что руководство Maxim не намерено продавать компанию, но готово рассмотреть любые предложения, полезные для существенного увеличения рыночной капитализации компании, которая по состоянию на начало 2016 года превышала \$10 млрд.

Пресс-секретарь Maxim отказался комментировать сообщение, сославшись на политику компании в отношении слухов.

Первоначально агентство Блумберг сообщало в октябре 2015 года, что TI и ADI независимо друг от друга обращались к Maxim с

предложениями об обсуждении возможных слияний.

В ближайшую пятницу после объявления Блумберг о том, что переговоры с TI и ADI прерваны, курс акций Maxim упал почти на 6%.

В последние месяцы Maxim продала две находящиеся в Техасе фабрики по производству 8-дюймовых пластин, которые были приобретены Apple за \$18 млн.

«Maxim распродала все, что было в поле зрения, в том числе и свои фабрики», — сказал Уилл Штраус (Will Strauss) президент компании по исследованию рынка Forward Concepts Inc.

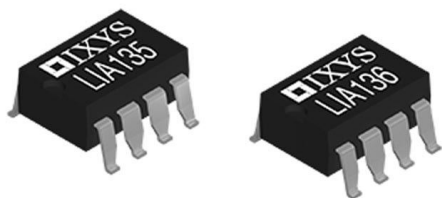
Но, по словам Штрауса, Maxim по-прежнему владеет привлекательными технологиями и не обязательно должна стать объектом приобретения. «Одна вещь, которую они делают очень, очень хорошо — микросхемы управления питанием. И многие очень хотят их иметь», — сказал Штраус.

По мнению Штрауса, у Maxim есть также хорошие радиочастотные технологии, приобретенные компанией несколько лет назад и до сих пор предлагаемые рынку. «Таким образом, у них имеются, скажем так, скрытые таланты», – сказал он.

Штраус предположил, что недавние продажи активов Maxim могут означать попытку повысить свою доступность и привлекательность для покупателей или же получить определенную сумму наличных, чтобы самой сделать некоторые приобретения.

IXYS выпускает новые низковольтные оптоизолированные усилители ошибки с программируемыми прецизионными источниками опорного напряжения

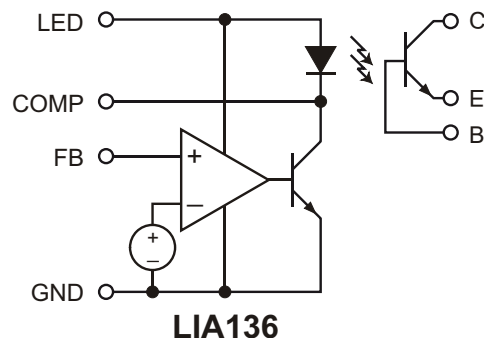
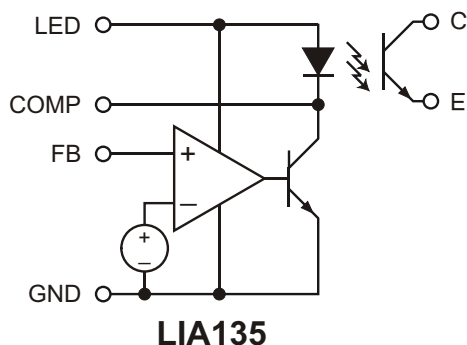
LIA135 и LIA136 с диапазоном входных напряжений от 1.6 В до 10 В разработаны специально для цепей обратной связи источников питания



IXYS Integrated Circuits Division, дочерняя компания IXYS Corporation, сообщила о доступности низковольтных оптически изолированных усилителей ошибки В LIA135 и LIA136 с интегрированными прецизионными шунтовыми источниками опорного напряжения в 8-выводных корпусах. Уникальной для этой пары устройств является способность усили-

теля сигнала ошибки и источников опорного напряжения работать при наименьшем в отрасли напряжении 1.6 В, чем обеспечивается высокая эффективность изолированных низковольтных источников питания. В LIA135 и LIA136 интегрирован прецизионный источник опорного напряжения 1.299 В с низким допустимым отклонением 0.5%, улучшающим точность источников питания.

Оптически изолированные усилители ошибки являются важными элементами обратной связи между вторичной и первичной сторонами AC/DC и DC/DC преобразователей. Эти оптоэлектронные устройства экономят место на печатной плате и заменяют громоздкие трансформаторы в цепях обратной связи. По совокупности характеристик LIA135 и LIA136 оптимально подходят для использования в конструкциях изолированных источников питания, поскольку ток смещения шун-



товых регуляторов не проходит через светодиоды. Это исключает связанную с током смещения составляющую оптического тока, предоставляя пользователю самый большой в отрасли динамический диапазон (1000:1).

Изолирующая часть LIA135 и LIA136 образована инфракрасными светодиодами и оптически связанными с ними NPN транзисторами. Коэффициент передачи тока оптоизоляторов лежит в диапазоне от 500% до 2000%. LIA136 отличается улучшенными характеристиками и диапазоном рабочих температур, расширенным до 110 °C.

Компоненты, выпускаемые в корпусах DIP и в корпусах для поверхностного монтажа, имеют следующие подтверждающие документы:

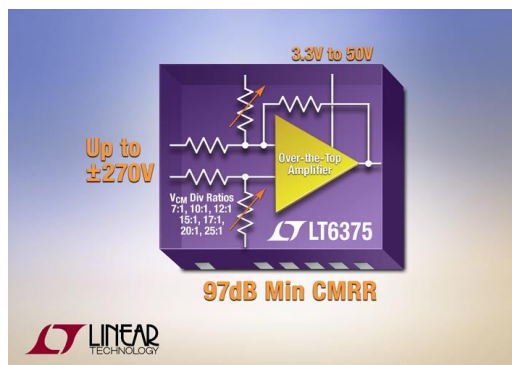
- Сертификат безопасности компании UL;
- Международный сертификат CSA.

Цены и доступность

LIA135 и LIA136 производятся серийно. В партиях из 25 тыс. приборов усилители продаются OEM-изготовителям по цене \$0.49 и \$0.54 за штуку, соответственно.

Linear Technology предлагает прецизионный дифференциальный усилитель с диапазоном синфазных входных напряжений ± 270 В

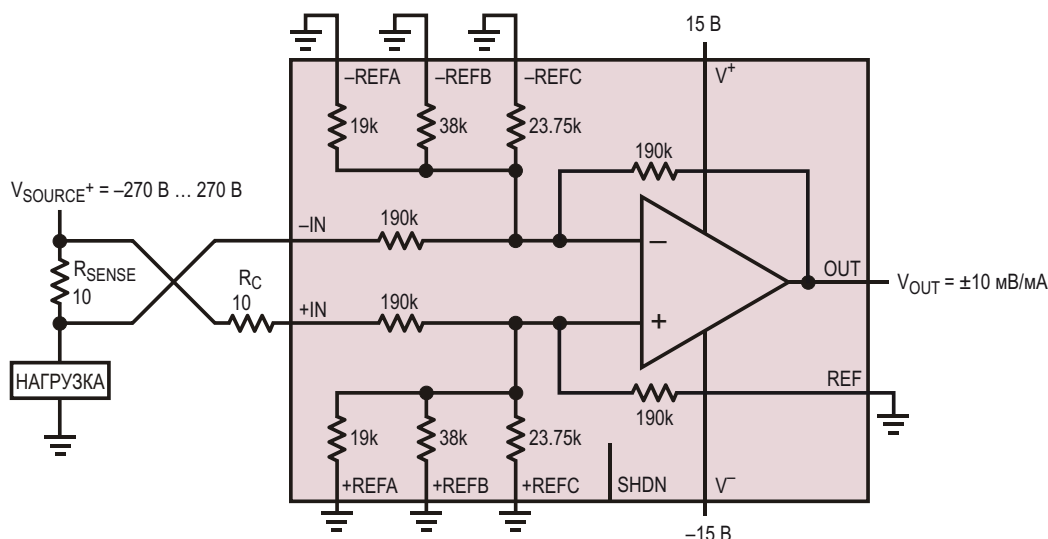
Linear Technology представила микросхему дифференциального усилителя с единичным усилением LT6375. Содержащая прецизионные согласованные резисторы схема предназначена для точного сдвига уровней и буферизации слабых дифференциальных сигналов с подавлением синфазной составляющей до ± 270 В. Микросхемы группы А имеют беспрецедентные характеристики. Так, при коэффициенте деления синфазного напряжения 25:1, минимальный коэффициент подавления синфазного сигнала равен 97 дБ, начальная ошибка усиления не превышает 35 ppm, максимальный температурный дрейф коэффициента усиления составляет 1 ppm/°C, а наихудшее значение нелинейности коэффициента усиления равно 2 ppm/°C. Коэффициент деления входного синфазного напряжения можно выбирать из нескольких фиксированных значений от 7:1 до 25:1, что дает разработчику возможность наилучшим образом согласовать характеристики схемы с диапазоном изменения входного сигнала.



Сердцем LT6375 является высокоточный усилитель Over-The-Top (в приблизительном переводе «За рамками»), работающий при входных сигналах как находящихся в пределах диапазона напряжений питания 3.3 ... 50 В, так и выходящих из него. Это позволяет сочетать широкий диапазон входных сигналов с низким напряжением питания. Использование низковольтного питания ограничивает потребление мощности и защищает последующие устройства от высокого напряжения.

«В микросхеме LT6375 высокоточный усилитель Over-The-Top объединен с конфигурируемыми согласованными прецизионными резисторами, – говорит Мэзиэр Тэвколи (Maziar Tavakoli), дизайн-менеджер компании по продуктам для обработки сигналов. – Возможность выбора из семи различных коэффициентов деления позволяет оптимизировать точность, скорость и шумы в соответствии требованиями, предъявляемыми к входному диапазону напряжений конкретного приложения. Например, если диапазон входных синфазных напряжений составляет ± 80 В, можно выбрать коэффициент деления равным семи, чтобы получить более низкие шумы, более низкое смещение и более широкую полосу пропускания, чем было бы возможно при коэффициенте деления равном двадцати».

LT6375 имеет и множество других полезных особенностей, включая rail-to-rail выхо-



Прецизионный высоковольтный монитор двунаправленного тока.

ды, низкий ток потребления и наличие режима останова. Микросхемы предлагаются в 12-выводных корпусах DFN с размерами 4 мм или в 12-выводных корпусах MSOP длиной 4 мм. В обоих корпусах имеются пропущенные выводы, увеличивающие защитный промежуток для работы с высоковольтными входными сигналами.

Все параметры микросхем гарантируются в диапазоне рабочих температур от -40°C до 85°C (для группы I) или от -40°C до 125°C (для группы H). Для партий из 1000 приборов установлены цены, начинающиеся от \$2.95 за штуку.

Сводка основных характеристик LT6375

- Диапазон синфазных напряжений $\pm 270\text{ В}$;
- Высочайшая точность:
 - Коэффициент подавления синфазного сигнала
 - ♦ минимум 97 дБ (для группы А);
 - ♦ минимум 90 дБ (для группы В);
 - Погрешность коэффициента усиления
 - ♦ не более 0.0035% (для группы А);
 - ♦ не более 0.006% (для группы В);

- Температурный дрейф коэффициента усиления: 1 ppm/ $^{\circ}\text{C}$;
- Нелинейность коэффициента усиления: не более 2 ppm;
- Напряжение смещения
 - ♦ не более 300 мкВ (для группы А, коэффициент деления 7);
 - ♦ не более 450 мкВ (для группы В, коэффициент деления 7);
- Широкий диапазон напряжений питания: 3.3 В ... 50 В;
- Выход Rail-to-Rail;
- Ток потребления 350 мкА;
- Возможность выбора коэффициента деления входного напряжения;
- Полоса пропускания по уровню -3 дБ : 575 кГц (коэффициент деления 7);
- Полоса пропускания по уровню -3 дБ : 375 кГц (коэффициент деления 20);
- Диапазон рабочих температур от -40°C до 125°C ;
- Низкий ток потребления в режиме останова: 20 мкА (корпус DFN);
- Компактные корпуса MSOP и DFN.

Mini-Circuits выпускает миниатюрный датчик СВЧ мощности с интерфейсами USB/Ethernet

Компания Mini-Circuits выпустила в продажу датчик PWR-6RMS-RC, превращающий любой компьютер в недорогой измеритель мощности. Эта модель определяет истинное

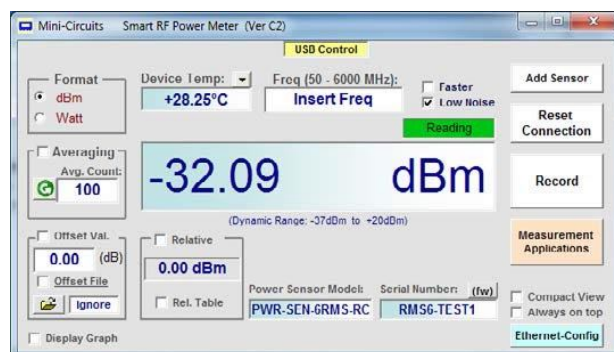
среднеквадратичное значение, обеспечивая в полосе частот от 50 МГц до 6000 МГц исключительно точные измерения непрерывных, модулированных и многотональных сигналов



с динамическим диапазоном от -35 дБм до $+20$ дБм. Быстродействующее устройство выполняет измерение всего за 30 мс с разрешением 0.01 дБ и низкой типовой погрешностью ± 0.05 дБ.

Возможность управления и питания через разъем USB позволяет с помощью большинства настольных компьютеров и ноутбуков создать простой в использовании интерфейс для контроля сигналов и сбора данных. Гибкость и простоту выполнения дистанционных измерений предоставляет интерфейс Ethernet с поддержкой протоколов HTTP и Telnet. Датчик комплектуется разработанным Mini-Circuits дружелюбным графическим интерфейсом управления, предоставляющим пользователю полный набор средств измерения, включая усреднение результатов, планирование расписания и поддержку много-

сенсорного режима (до 24 датчиков). Кроме того, графический интерфейс дополнен встроенной библиотекой измерительных приложений для проверки высокочастотных ответвителей, фильтров, усилителей и много другого. Полученные данные в форме таблиц или графиков могут выводиться на экран или экспортироваться в Excel для анализа и генерации отчетов.



Датчики среднеквадратичного значения PWR-6RMS-RC продаются со склада компании по цене \$1595 за штуку. Получить прибор можно на следующий день после онлайн заказа.

Diodes представляет новую микросхему для защиты одноэлементных литий-ионных и литий-полимерных аккумуляторов

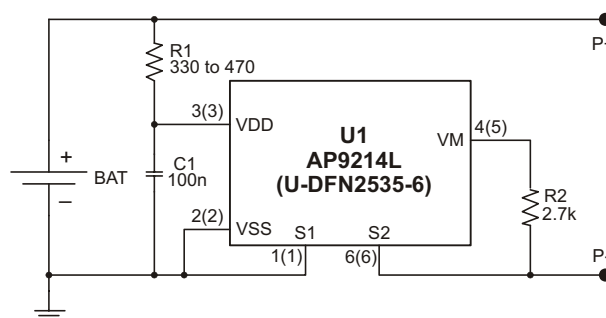
Компания Diodes представила микросхему AP9214L, специально разработанную для защиты одноэлементных литий-ионных и литий-полимерных аккумуляторов, используемых в смартфонах, камерах и аналогичном портативном электронном оборудовании. Устройство адресовано производителям защитных модулей аккумуляторов, встраиваемых в батарейные блоки. Выполняемый



микросхемой точный контроль параметров аккумулятора обеспечивает их безопасный заряд и разряд, увеличивая срок службы и сводя к минимуму потери энергии.

В микросхему AP9214L интегрирована схема защиты на сдвоенном N-канальном MOSFET с общим стоком, который может быть быстро выключен в случае выхода за допустимые границы зарядного напряжения и тока, или при обнаружении короткого замыкания нагрузки. Стабильные в диапазоне температур характеристики прибора обеспечивают прецизионное измерение напряжения, значение которого может быть установлено с высокой точностью в соответствии с требованиями конкретного приложения. Встроенные цепи формирования фиксированной задержки реакции на нарушения штатных режимов работы сокращают количество необходимых внешних компонентов.

Благодаря низкому току потребления, типовое значение которого при температуре +25 °C равно 3.0 мкА, и сверхмалому сопротивлению открытого канала MOSFET с типовым значением 13.5 мОм, AP9214L обеспечивает существенную экономию энергии. В режиме отключения ток потребления снижается еще больше и составляет 0.1 мкА. Используемая в производстве приборов высоковольтная КМОП технология гарантирует устойчивость микросхемы к броскам напряжения до 30 В. Сверхнизкий профиль корпуса DFN2535-6 с максимальной высотой



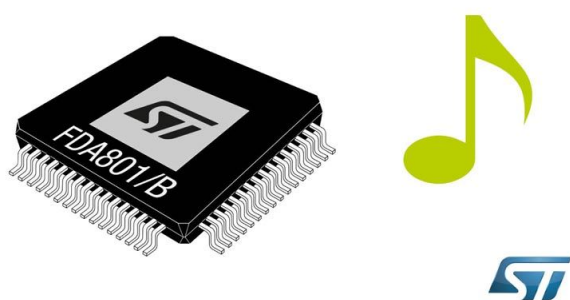
Типовая схема включения AP9214L.

0.6 мм позволяет использовать AP9214L в тонких модулях защиты аккумуляторов.

Новые цифровые аудио усилители STMicroelectronics повысят качество звука и упростят работу конструкторов

- На смену выпущенным в 2012 году первым в мире цифровым аудио усилителям приходят более совершенные приборы второго поколения
- Новые компоненты упрощают разработку и снижают издержки поставщиков автомобильных радиосистем, а водителю и пассажирам предоставляют чистый, насыщенный звук

STMicroelectronics (ST) расширяет свое лидерство в области цифровых автомобильных аудио технологий, выпуская на рынок усилители мощности второго поколения, которые поставщикам автомобильных радиосистем позволят упростить конструкцию их устройств, а водителям и пассажирам предоставят лучшее качество звучания, даже в салонах небольших автомобилей.



Новые 4-канальные усилители класса D второго поколения FDA801 и FDA801B с цифровыми входами преобразуют сигнал цифрового источника аудио непосредственно в высококачественный звук, заполняющий весь салон автомобиля. Цифровые входы повышают невосприимчивость к помехам GSM, улучшают качество звука, сокращают стоимость компонентов и упрощают разработку системы. Свои первые автомобильные

аудио усилители класса D с цифровыми входами ST представила в 2012 году, и теперь, продолжая движение вперед, предлагает новое усовершенствованное устройство второго поколения, к которому в ближайшее время добавятся совместимые по выводам микросхемы с множеством многоканальных конфигураций.

В новых усилителях ST сочетаются высочайшее качество звучания с улучшенной энергоэффективностью, а также уникальный цифровой измеритель импеданса реального времени (FDA801B), являющийся качественным скачком в автомобильной диагностике.

Ключом к этим усовершенствованиям стал разработанный ST современный технологический процесс BCD9, минимизирующий взаимное влияние элементов схемы, сокращающий потребление мощности в режиме покоя и увеличивающий КПД до 93% за счет снижения потерь энергии в мощных транзисторах.

Снижение рассеиваемой в FDA801/B мощности может способствовать экономии топлива в обычных автомобилях и увеличить пробег гибридных или электрических транспортных средств. Подобно своим предшественникам, новые усилители ST совместимы с экономящими топливо старт-стопными технологиями, обеспечивая непрерывающееся

воспроизведение во время глубоко провала напряжения аккумуляторной батареи при перезапуске двигателя.

FDA801 и FDA801B поставляются немедленно со склада компании в корпусах LQFP64 со вскрытой теплоотводящей площадкой на верхней поверхности, обеспечивающей удобное и эффективное крепление радиатора. Цены на приборы, продаваемые в больших партиях, предоставляются по запросу.

Основные технические характеристики

- Отношение сигнал/шум 115 дБ, динамический диапазон 110 дБ;
- Упрощенная конструкция цифрового входа позволяет отказаться от внешнего ЦАП и внешних блокировочных конденсаторов, исключив потенциальные проблемы смещения постоянной составляющей;
- Экономия до 40% энергии по сравнению со стандартными усилителями класса D;
- Цифровой измеритель импеданса (в FDA801B) автоматически определяет значения амплитуды и фазы сигнала на подключенном громкоговорителе и передает их по шине I²C;
- Исключительные аудио характеристики, обеспечиваемые внутренним 24-битным

ЦАП и очень низкими шумами в режимах драйвера линии и усилителя мощности;

- Расширенные возможности конфигурирования параметров и диагностики режимов каждого канала по переменному и постоянному току;
- Способность управлять нагрузками до 1 Ом дает разработчикам полную свободу выбора наилучшего громкоговорителя.

Техническое примечание

Цифровой вход не только упрощает конструкцию устройства, но в совокупности с соответствующей топологией внешней цепи обратной связи делает частотную характеристику усилителя не зависящей от импеданса нагрузки и схемы выходного фильтра. Это позволяет масштабировать технические решения, создавая множество вариантов продукта, основанных на одной общей платформе, без необходимости существенной переработки схемы. В отличие от усилителей класса D с аналоговыми входами, FDA801/B, благодаря исключительно высокой помехоустойчивости, уменьшенному уровню коммутационных помех и сниженной рассеиваемой мощности, позволяющей использовать радиаторы меньших размеров, могут использоваться как в головных устройствах, так и во входных усилителях.

GreenPeak начинает производство нового поколения устройств беспроводного управления светодиодным освещением

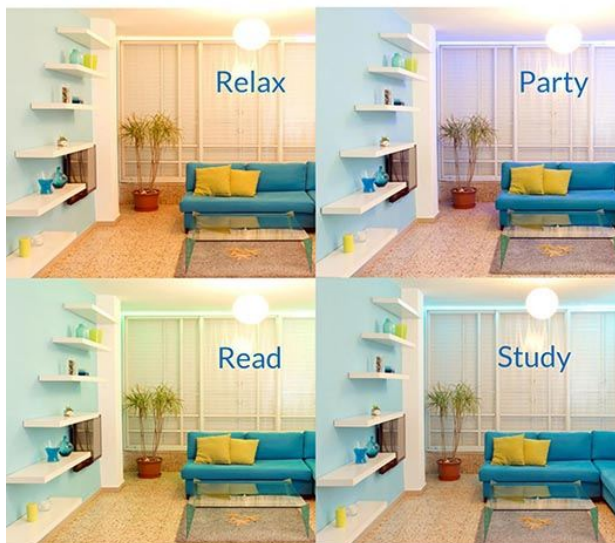
Недорогое световое решение GreenPeak ориентировано на несколько перспективных коммуникационных протоколов

Компания GreenPeak Technologies запустила в производство новое недорогое решение для беспроводного управления светодиодным освещением, названное «LED Lighting» и основанное на новой коммуникационной микросхеме GP651, поддерживающей различные протоколы передачи данных ZigBee и IEEE 802.15.4.

Беспроводное решение компании GreenPeak в области освещения может объединять светодиодные светильники с умными окружающими приложениями, давая жителям творческую свободу для создания световых конструкций, соответствующих их настроению и занятию. Решение поддерживает одно-,

двух- или четырехканальные светильники, позволяя производителям ламп создавать продукты, дающие потребителям возможность управлять яркостью белых источников света либо создавать более яркие, красочные цветовые сюжеты. Настройки и составление расписания могут выполняться посредством системы управления Умным домом, смартфона, или даже простого беспроводного выключателя.





Управление с помощью LED Lighting делает ваш дом более интеллектуальным, безопасным, удобным, и даже веселым. Освещение может постепенно усиливаться при пробуждении или приятно тускнеть по вечерам. Свет у обеденного стола может быть ярким, когда вы работаете дома, и переключаться на создание более спокойного и уютного фона во время обеда. Беспроводное решение LED Lighting будет поддерживать биоритмы организма и поможет сфокусироваться на работе, учебе или чтении. Для безопасности во время вашего отпуска система может вклю-

чать и выключать свет, создавая иллюзию присутствия в доме жильцов в то время, когда там никого нет.

Беспроводное решение LED Lighting компании GreenPeak построено на микросхеме GP651, поддерживающей стандарты беспроводных коммуникаций IEEE 802.15.4 ZigBee. «Чип GP651 позволяет реализовать несколько протоколов, что обеспечивает его универсальность и соответствие требованиям завтрашнего дня, – говорит Сис Линкс (Cees Links), основатель и генеральный директор GreenPeak Technologies. – LED Lighting гармонично впишется в существующие системы Умного дома, поставляемые из других источников. В сочетании с мощными драйверами светодиодов, разработанными партнерами GreenPeak, микросхема GP651 позволит изготовителям светодиодных ламп производить очень дешевые изделия, которые выведут рынок управляемого светодиодного освещения на новый уровень массового использования».

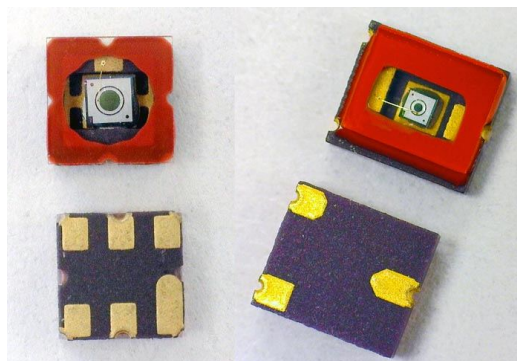
GP651 представляет собой дешевое однокристальное решение в небольшом корпусе QFN32. Дополнительное сокращение расходов может быть получено за счет поднятой до 125 °C верхней границы рабочих температур кристалла, снижающей требования к размерам теплоотвода, а также за счет небольшого количества необходимых внешних компонентов, упрощающего процесс производства конечных изделий.

Лавинные фотодиоды компании Marktech теперь доступны в корпусах для поверхностного монтажа

Компания Marktech Optoelectronics сообщила о разработке новой линейки лавинных фотодиодов (ЛФД) в корпусах для поверхностного монтажа. Эти устройства, оптимизированные для двух длин волн – 800 нм и 905 нм, – уже можно приобрести у дистрибьюторской компании Digi-key. Приборы с площадью активной области 0.04 или 0.2 мм², выпускаемые в корпусах LCC3 или LCC6, хорошо подходят для приложений, требующих больших скоростей и малых шумов в устройствах ближнего ИК-диапазона и, в частности, в лидарах.

«Для развивающегося рынка лавинных фотодиодов есть множество приложений, –

отмечает Барри Джонс (Barry Jones), менеджер одного из подразделений Marktech. – Например, в транспортной отрасли, во многих устройствах, делающих вождение более



безопасным и удобным, таких как системы автоторможения или автопарковки, в лидарных датчиках используется технология лавинных фотодиодов».

Этими корпусами для поверхностного монтажа Marktech расширяет семейство своих

ЛФД, в котором имеются также особо надежные изделия в металлических корпусах ТО. Кроме того, компания предлагает услуги по созданию гибридных модулей и заказных устройств на основе всех выпускаемых ею кремниевых фотодиодов и ЛФД.

Texas Instruments представляет самый совершенный в отрасли аудио операционный усилитель

Сверхмалые искажения, высокая линейность выходного тока и низкая мощность потребления сдвигают границы качества профессионального и портативного аудио

Texas Instruments (TI) представила аудио операционный усилитель (ОУ), устанавливающий новые стандарты качества звука. OPA1622 стал последним дополнением к линейке аудио микросхем компании, выпускаемых под брендом Burr-Brown и, фактически, является следующим поколением широкого распространенного ОУ OPA1612. OPA1622 отдает в нагрузку мощность до 150 мВт и отличается сверхнизкими искажениями, уровень которых при выходной мощности 10 мВт составляет –135 дБ, что отвечает требованиям, предъявляемым к профессиональному аудио оборудованию. Небольшие размеры усилителя, экономичность и низкие искажения позволяют обеспечить высококачественное звучание таких портативных устройств, как усилители наушников, смартфоны, планшеты и USB аудио цифро-аналоговые преобразователи.

Ключевые особенности и преимущества операционных усилителей OPA1622

• Раздвигает границы качества звука:

Разработчики усилителей для наушников получают прибор с низкими гармоническими искажениями, не превышающими –135 дБ при выходной мощности 10 мВт на нагрузке 32 Ом, что в 12 раз лучше, чем у ближайших конкурентов. Максимальная неискаженная выходная мощность 150 мВт при наименьших в отрасли шумах обеспечивает чистый путь прохождения сигнала для профессиональных аудио приложений.

• Оптимизирован для высококачественных портативных аудио устройств:

Миниатюрный прибор в безвыводном корпусе DFN площадью 3 × 3 мм потребляет

Industry's highest-performance audio op amp

- High output power: 150 mW
- Low distortion: -135 dB at 10 mW
- Enable pin: with click/pop suppression
- Small size: 3 mm by 3 mm



2.6 мА на канал и сохраняет высокую линейность выходного тока до уровня 80 мА с.к.з. Улучшенное подавление пульсаций питания (–97/–123 дБ на частоте 20 кГц) минимизирует влияние импульсных источников и позволяет, не ухудшая характеристик, исключить из схемы питания выходные LDO регуляторы и сократить требуемую площадь печатной платы.

• Уникальное расположение выводов упрощает конструирование и снижает искажения:

Вывод разрешения микросхемы OPA1622 с привязанным к земле порогом переключения может без схем сдвига уровня напрямую управляться выходом общего назначения любого маломощного микроконтроллера. Инновационное расположение выводов улучшает топологию печатной платы и снижает уровень искажений при больших выходных мощностях.

- **Устраняет слышимые щелчки и треск:**

Исключительно эффективная схема управления ограничивает скачки выходного напряжения, когда OPA1622 переходит в режим отключения или выходит из него.

Средства поддержки разработчиков

Созданная для OPA1622 SPICE макромодель TINA-TI поможет конструкторам в соблюдении требований целостности сигналов на уровне печатной платы. В ближайшее время появятся примеры разработки прецизионных аудио ЦАП с выходами по напряже-

нию, которые сократят время вывода на рынок усилителей для наушников, основанных на микросхеме OPA1622.

Техническая поддержка OPA1622 доступна в сообществе пользователей TI E2E и на форумах, где инженеры могут поискать готовые решения, получить помощь, поделиться знаниями и решить проблемы со своими коллегами и экспертами TI.

Корпус, доступность и цены

OPA1622 выпускается серийно в корпусе DFN размером 3 × 3 мм и в партиях из 1,000 приборов стоит \$2.90 за штуку.

Allegro MicroSystems анонсирует первый в отрасли драйвер светодиодов для автомобильных систем освещения с внутренней генераций сигнала ШИМ

Для регулировки яркости не требуются локальный микроконтроллер или таймер 555

Компания Allegro MicroSystems анонсировала две новые микросхемы импульсных регуляторов, предназначенных для стабилизации тока мощных светодиодов. Для понижающего DC/DC преобразования входного напряжения в устройства A6214 и A6216 интегрированы n-канальные DMOS ключи верхнего плеча. Поцикловый контроль времени включения управляет истинным средним значением выходного тока. Сочетание высокого уровня надежности, отвечающего требованиям, предъявляемым к устройствам автоэлектроники, расширенного набора режимов и множества защитных функций делает устройства A6214 и A6216 идеальным решением для автомобильных систем освещения.



Дополнительное удобство предоставляется внутренним стабилизатором напряжения 5 В/10 мА, который, при необходимости,

может использоваться для питания внешних нагрузок. Устанавливаемый пользователем выходной ток обеспечивает гибкость разработки системы и использования приборов, высокая точность задания тока светодиодов поддерживается сочетанием ШИМ и аналогового регулирования яркости, а автоматическая подстройка выходного напряжения в соответствии с количеством светодиодов в одной цепочке оптимизирует эффективность устройства. Диммирование светодиодов производится цифровым сигналом ШИМ, подаваемым непосредственно на вход разрешения. Альтернативное аналоговое диммирование может использоваться для калибровки тока диодов или, при подключении внешнего NTC термистора, для реализации следящей обратной связи по температуре. (В микросхеме A6216 предусмотрена дополнительная возможность генерации собственного диммирующего сигнала ШИМ, позволяющая в автономном режиме регулировать яркость светодиодов без привлечения ресурсов микроконтроллера или таймера 555).

Микросхема A6214 выпускается в 10-выводном узком корпусе SOIC (суффикс LK). A6216 предлагается в 16-выводном корпусе TSSOP (суффикс LP). Оба корпуса имеют открытую площадку для улучшения отвода тепла. Выводные рамки микросхем покрыты матовым оловом и не содержат свинца.

GainSpan анонсирует новые модули Bluetooth Smart для Интернета вещей

Модуль Bluetooth Smart для Интернета вещей дополняет линейку Wi-Fi продуктов компании GainSpan

Отпочковавшаяся от Intel Компания GainSpan предлагает новый малопотребляющий модуль GS780MIZ, поддерживающий технологию Bluetooth Smart, ранее известную как Bluetooth Low Energy (BLE). Этим модулем GainSpan расширяет ассортимент приборов для своих клиентов, разрабатывающих устройства для Умного дома, промышленные и коммерческие приложения и различные потребительские продукты.



Потребляя пиковый ток 3.5 мА в режиме приема и 4.3 мА в режиме передачи при выходной мощности 0 дБм, GS780MIZ оказывается в ряду наиболее малопотребляющих устройств на современном рынке Bluetooth Smart модулей. В модуле реализовано сочетание технологий, помогающих продлить срок службы батарей в подключенных устройствах. В частности, адаптивная коррекция радиочастотной мощности позволяет регулировать энергопотребление, отдавая приоритет потребляемому току или дальности связи, в зависимости от расстояния беспроводного обмена. Такая гибкость существенно снижает расход энергии при близких дистанциях связи.

GS780MIZ имеет много общего с Wi-Fi модулями GainSpan. Устройство может использоваться в режиме конвертера последовательного интерфейса в Bluetooth, где пользовательское приложение выполняется

на хост-микроконтроллере и соединяется с GS780M через интерфейсы SPI или UART с использованием AT команд. В то же время, 256 Кбайт встроенной Flash-памяти микроконтроллера и 20 Кбайт ОЗУ позволяют использовать модуль в автономном режиме, запуская приложение пользователя на GS780M.

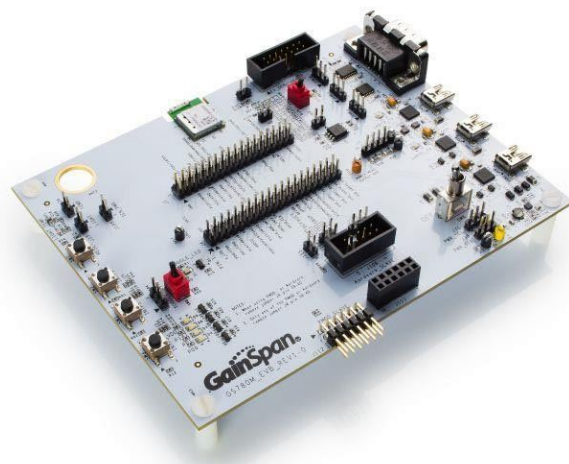
Основанный на микроконтроллере RL78/G1D компании Renesas модуль GS780MIZ, разрабатывавшийся в тесном сотрудничестве с Renesas Electronics America, послужил укреплению давних связей между двумя компаниями.

Особенности GS780M

- Позволяет подключить Bluetooth Smart к любому устройству;
- Сертифицированный модуль уменьшает время разработки, тестирования и аттестации;
- Наименьшее в своем классе потребление мощности увеличивает срок службы батарей.

Основные технические характеристики

- Bluetooth Smart v4.1;
- стек BT SIG;
- Децентрализованный режим (без микроконтроллера) или режим моста между



Оценочная плата для GS780M.

последовательным интерфейсом и BLE (с микроконтроллером);

- Режимы клиента или сервера;
- До 8 подключенных устройств в режиме сервера;
- Профили Bluetooth Smart и пользовательские профили;
- Исключительно низкое энергопотребление;
- Беспроводное обновление прошивки;
- Стек радиомаяка;
- Подключаемый отладочный модуль BT Developer Studio.

Доступность

В настоящее время модуль GS780MIZ и отладочная плата к нему доступны в виде единичных образцов. Начало серийного производства запланировано на ближайшие месяцы, после чего устройства появятся у авторизованных дистрибьюторов GainSpan. В настоящее время проводится сертификация модуля на соответствие требованиям американских/канадских стандартов FCC/IC, европейских CE/ETSI и японских TELEC. Во втором квартале 2016 г. появится модуль GS780MEZ с увеличенным радиусом действия.

Mitsubishi Electric сделала антенну из струи морской воды

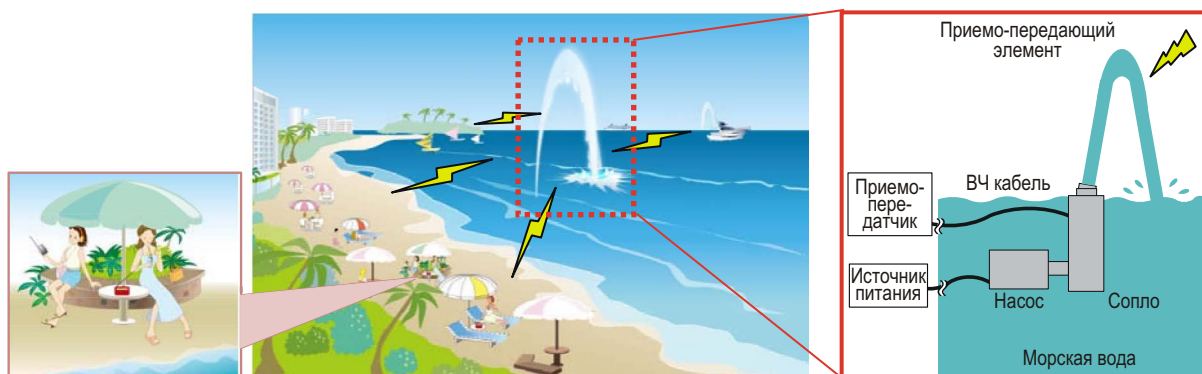
Большая мобильная антенна создается без использования массивных конструкций

Mitsubishi Electric объявила о разработке инновационной антенной системы, названной SeaAerial, в которой электропроводный шлейф для передачи и приема радиоволн создается с помощью столба морской воды. Система может быть легко реализована на шельфе или возле береговой линии. Антенна SeaAerial считается первой в мире морской антенной, способной с хорошим качеством принимать сигналы цифрового эфирного вещания.

Если изолировать столб морской воды, он может использоваться в качестве антенны, что побудило Mitsubishi разработать изолированное сопло, передающее радиосигналы к антенне, даже тогда, когда шлейф физически соединен с поверхностью моря. Эффективность изоляции достигается использованием в сопле отрезка трубы с длиной, равной четверти длины волны радиосигнала.

Одной из проблем было обеспечение приемлемого КПД антенны, то есть, соотношения излучаемой и подводимой мощности, поскольку проводимость морской воды намного хуже, чем металла. Определив идеальный диаметр струи с помощью моделирования, Mitsubishi удалось получить КПД 70%, что является вполне достаточным уровнем для передачи и приема сигналов.

Размер антенны обычно определяется длиной ее рабочей волны, так что в некоторых случаях высота низкочастотной антенны может достигать нескольких десятков метров, что требует сложной конфигурации и громоздких конструкций для ее поддержки. Поиск подходящей площадки для возведения такой большой антенны, а также перемещение ее в другое место могут доставить множество проблем. Антенна SeaAerial, несмотря на свой размер, может быть установлена



практически в любой точке побережья или морского шельфа, а также может транспортироваться любыми судами, поскольку, в основном, для нее требуются лишь насос и изолированная выпускная насадка.

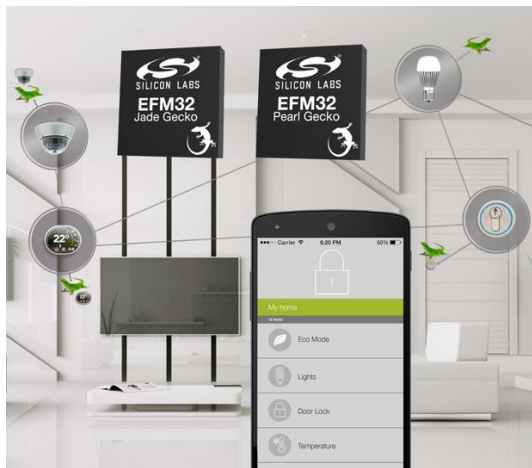
Разрабатывая антенны с новыми функциональными возможностями и улучшенными

характеристиками, Mitsubishi Electric исследует возможность использования проводящих и трансмутантных жидкостей в качестве материалов для антенн. Одним из таких весьма практичных материалов является морская вода – самый распространенный ресурс на Земле.

Новые микроконтроллеры Silicon Labs обеспечат безопасность узлов IoT

В следующем поколении микроконтроллеров Gecko сочетаются последние достижения в области аппаратной криптографии с усовершенствованными методами управления потреблением энергии

Развивая технологию Gecko для Интернета вещей (IoT), Silicon Labs представила два новых семейства микроконтроллеров EFM32 Gecko с усовершенствованными функциями безопасности и управления энергопотреблением. В новых микроконтроллерах Jade Gecko и Pearl Gecko объединены ультрасовременный аппаратный криптографический движок, гибкая система управления режимами малого энергопотребления, DC/DC преоб-



разователь и масштабируемая память, поддерживаемые удобным инструментарием для разработчиков Simplicity Studio. Микроконтроллеры EFM32 Jade и Pearl Gecko ориентированы, в первую очередь, на массивы чувствительных к расходу энергии и питающихся от батарей устройств, включая медицинские и спортивные браслеты, умные дверные замки, торговые терминалы, датчики систем безопасности и прочие узловые приложения IoT.

Обеспечение безопасности узлов IoT

МК Jade и Pearl Gecko предназначены для удовлетворения растущего спроса на оснащение устройств IoT новейшими технологиями обеспечения безопасности в целях противодействия хакерам. Аппаратный криптографический движок новых микроконтроллеров с минимальным привлечением центрального процессора и без ущерба для заряда батареи обеспечивает быстрое, энергоэффективное, автономное шифрование и дешифрование для таких интернет-протоколов безопасности как TLS/SSL. Встроенный криптографический ускоритель поддерживает современные алгоритмы, включая AES со 128- или 256-битными ключами, SHA-1 и SHA-224/256, а также эллиптическую криптографию (ECC). Аппаратная криптография позволяет разработчикам эффективнее, чем при использовании традиционных чисто программных технологий, часто требующих участия микроконтроллера, соблюдать становящиеся все более строгими требования к безопасности устройств IoT.



Минимизация потребления энергии

Основанные на ядрах ARM Cortex-M3 и M4, соответственно, микроконтроллеры Jade и Pearl Gecko обеспечивают достаточную производительность подключенных устройств, давая при этом разработчикам возможность оптимизировать время их рабо-

ты от батарей или использовать более миниатюрные батареи для устройств с ограниченным объемом. Усовершенствованная система отображения периферии (peripheral reflex system – PRS) новых микроконтроллеров поддерживает автономную работу маломощных периферийных устройств во время сна процессорного ядра, экономя заряд батарей за счет продления пребывания устройств IoT в спящем режиме. Малый ток энергосберегающего активного режима (63 мкА/МГц) позволяет быстрее выполняться задачам, требующим интенсивных вычислений. Минимизируют потребление энергии также низкий ток в спящем режиме (от 1.4 мкА до 30 нА) и сверхбыстрое переключение между режимами сна и работы.

МК Jade и Pearl Gecko также содержат высокоэффективный понижающий преобразователь постоянного тока. При максимальном токе 200 мА встроенный преобразователь, помимо микроконтроллера, может обеспечить питанием другие элементы системы. Благодаря возможности исключения из системы внешней микросхемы преобразователя, это новшество в управлении питанием сокращает количество и стоимость необходимых компонентов и уменьшает площадь печатной платы.

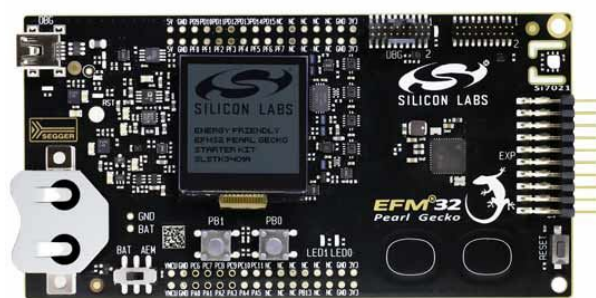
Ключевые особенности микроконтроллеров Jade Gecko и Pearl Gecko MCU

- Масштабируемость производительности за счет выбора между 32-разрядными ядрами ARM Cortex-M3 и M4 с тактовыми частотами до 40 МГц;
- Встроенный аппаратный криптографический ускоритель с поддержкой генератора случайных чисел и технологий AES, ECC и SHA;
- Гибкая система управления питанием с широким набором режимов пониженного потребления;
- 12-канальная система отображения периферии, поддерживающая автономное взаимодействие периферии вплоть до режима глубокого сна, а также настраиваемые логические функции;
- 12-разрядный аналого-цифровой преобразователь со скоростью преобразования 1 млн. выборок в секунду, способный производить операции выборки и сравнения во всех режимах, за исключением режима останова;

- Встроенный понижающий DC/DC преобразователь, обеспечивающий питание остальных компонентов системы;
- Масштабируемые опции памяти (до 256 кБ флеш при 32 кБ ОЗУ)
- Независимая шина питания входов/выходов, поддерживающая компоненты с рабочими напряжениями от 1.8 В до 5 В;
- Программная совместимость с существующей линейкой микроконтроллеров 240+ EFM32 Gecko.

Упрощение разработки на EFM32 Gecko

Разработку устройств на микроконтроллерах EFM32 Jade и Pearl Gecko Silicon Labs поддерживает универсальной платформой разработки Simplicity Studio. Нажатием одной кнопки, в единой унифицированной программной среде обеспечивая разработчиков доступом ко всему, что необходимо для завершения проекта – от начальной концепции до конечного продукта, – Simplicity Studio упрощает процесс создания приложений Интернета вещей. В Simplicity Studio включены основанная на Eclipse интегрированная среда разработки, конфигуратор с графическим интерфейсом, инструментальный анализ профиля потребления мощности, средства анализа беспроводных сетей, демонстрационные версии, примеры ПО, документация, техническая поддержка и доступ к форумам сообщества.



Стартовый набор SLSTK3401A для EFM32PG Pearl Gecko.

Цены и доступность

Опытные образцы МК EFM32JG Jade Gecko и EFM32PG Pearl Gecko уже доступны в корпусах QFN32 размером 5 мм × 5 мм и QFN48 размером 7 мм × 7 мм. Начало массового производства запланировано на второй

квартал 2016 г. Для партий объемом 10,000 приборов начальные цены на Jade Gecko и Pearl Gecko установлены равными \$1.24 и \$1.65 за штуку, соответственно. За \$29.99 можно приобрести стартовый набор

SLSTK3401A для EFM32PG Pearl Gecko, который позволит разработчикам быстро оценить возможности микроконтроллеров и приступить к созданию приложений на основе Gecko.

SanDisk выпустила самый тонкий в мире твердотельный накопитель в форм-факторе SATA M.2

Новые твердотельные накопители X400, ставшие еще быстрее, экономичнее и надежнее, предназначены для обновления памяти сверхтонких компьютерных систем

Корпорация SanDisk сообщила о доступности новых твердотельных накопителей (SSD) серии X400 – самых тонких в мире SSD емкостью 1 терабайт (1 ТБ) в форм-факторе SATA M.2. Это первый односторонний накопитель форм-фактора SATA M.2 емкостью 1 ТБ с высотой 1.5 мм. X400 разработан для быстрого запуска приложений, а также для увеличения срока службы батарей. Изучение потребительского спроса, проведенное SanDisk в конце 2015 года показало, что эти характеристики важны более чем для 70% пользователей персональных компьютеров.



Предназначены для приложений высокой надежности

Как персональные, так и корпоративные пользователи компьютеров могут рассчитывать на исключительно высокую надежность накопителей, даже в тяжелых условиях эксплуатации. Например, по результатам испытаний SSD X400 емкостью 256 ГБ, ресурс накопителя был оценен сроком более 5 лет

при рабочей нагрузке порядка 40 ГБ в день. Такие характеристики делают X400 оптимальным выбором для потребителей, нуждающихся в высоконадежных решениях для систем, широко используемых в производственных условиях, таких как цифровые информационные панели, сетевое оборудование POS-терминалы и коммерческие ПК.

Высокая надежность и большой срок службы SSD X400 достигнуты за счет использования разработанных SanDisk технологий nCache 2.0 и DataGuard, а также с помощью дополнительного механизма коррекции ошибок. В новых SSD используется уже шестое поколение фирменной технологии X3 компании SanDisk, благодаря которой потребляемая накопителями мощность на 90% меньше, чем у традиционного жесткого диска. Теперь потребители, обновившие память своего компьютера с помощью SSD X400, ощутят все преимущества более долгой работы вдали от источников питания и более быстрого отклика при возросшей эффективности передачи данных.

Для приложений, используемых в области здравоохранения, финансовых услуг и образования, предусмотрены 256-битное AES шифрование и совместимость со стандартом TCG Opal 2.0, обеспечивающие защиту хранящихся в SSD X400 данных в соответствии с требованиями отраслевых стандартов.

В настоящее время доступны SSD X400 емкостью 128 ГБ, 256 ГБ, 512 ГБ и 1 ТБ в корпусах 2.5" и в бескорпусном исполнении в форм-факторе M.2 2280.

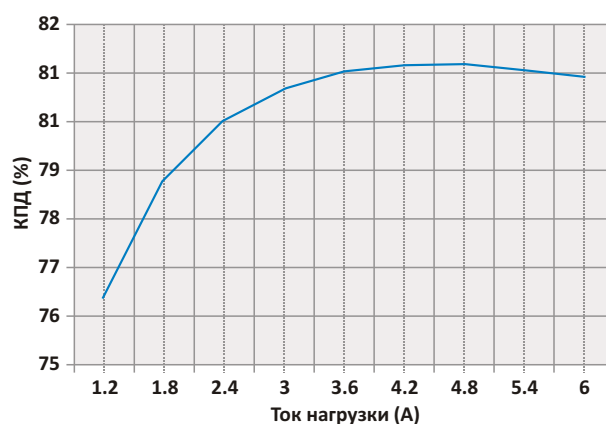
Infineon расширяет семейство высокоэффективных регуляторов напряжения с интерфейсом PMBus

Infineon Technologies дополнила четырьмя приборами семейство регуляторов напряжения SuplRBUck с интерфейсом PMBus. Новые устройства представляют собой простые в использовании, полностью интегральные высокоэффективные DC/DC преобразователи с интерфейсом I²C/PMBus. Интегрированный контроллер ШИМ, встроенные мощные MOSFET и ограничительный диод позволяют создавать компактные решения для сильноточных источников питания с низкими выходными напряжениями. Благодаря наличию программируемого цифрового интерфейса и поддержке удаленной телеметрии сокращение времени разработки и испытаний может достигать 90%, значительно уменьшая время вывода на рынок конечного продукта. По сравнению с традиционными решениями на основе двух микросхем это высокоинтегрированное устройство экономит до 50% площади печатной платы.



Новые регуляторы напряжения SuplRBUck идеально подойдут для использования в оборудовании дата-центров, сетевых файловых серверах, в устройствах беспроводной инфраструктуры или промышленной автоматизации. Приборы могут быть полностью сконфигурированы через интерфейс PMBus, а параметры конфигурации сохранены во внутренней памяти. Кроме того, 75 команд PMBus дают возможность высокоточного

управления в реальном времени режимами работы преобразователя, контроля неисправностей и съема таких телеметрических параметров, как входное напряжение, выходное напряжение, выходной ток, температура и выходная мощность. Кроме того, новый синхронный понижающий регулятор может работать в автономном режиме без какого-либо внешнего программирования и выдавать телеметрическую информацию о значениях тока и температуры в аналоговом формате.



Зависимость КПД от тока нагрузки для IR38060.

В настоящее время Infineon предлагает 6-амперные приборы IR38060 в корпусе PQFN размером 5 6 мм, а также микросхемы IR38062, IR38063 и IR38064 с выходными токами 15 А, 25 А и 35 А, соответственно, в корпусах PQFN с размерами 5 7 мм. Устройства рассчитаны на использование в промышленном диапазоне температур от -40 °C до +125 °C. Новые регуляторы напряжения могут работать на высоких частотах переключения, достигающих 1.5 МГц, а погрешность телеметрических измерений выходного тока не превышает ±5%. Точность источника опорного напряжения составляет 0.5%. Все варианты регуляторов доступны в промышленных количествах.

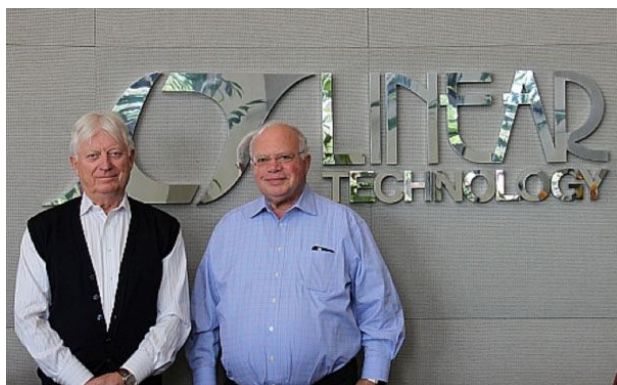
Сначала лучше, затем больше. Как создавалась Linear Technology

Часть 1

Steve Taranovich

EDN

Недавно я посетил лауреатов ежегодной премии UBM, присуждаемой за прижизненные достижения в области электроники, Боба Свансона (Bob Swanson), председателя правления Linear Technology, и Боба Добкина (Bob Dobkin), ее технического директора. Эти люди являются олицетворением и важной частью начального периода становления электроники в Силиконовой долине. На их глазах происходил переход от электронных схем на германиевых транзисторах к первым интегральным схемам, завершившийся, наконец, кульминацией их карьеры, когда они стали соучредителями Linear Technology, которая на сегодняшний день считается одной из самых прибыльных и успешных компаний Силиконовой долины.



Боб Свенсон председатель правления (слева) и Боб Добкин, технический директор (справа). Оба работали в электронной промышленности с первых дней технологии германиевых транзисторов.

Во время моего интервью я был весьма заинтригован тем, смогут ли эти два разных человека с различными навыками гармонично дополнять друг друга, по очереди отвечая на мои вопросы, чтобы нарисовать полную картину, дающую представление о том, кто они, и как росли в Силиконовой долине, приобретая навыки и понимание того, как основать компанию и довести ее до столь выдающегося положения в электронной индустрии.

Таланты и опыт этих двух лидеров, по моей оценке, привели к созданию корпоративной культуры, отличной от той, что имеется в большинстве компаний, ведущих сегодня свой бизнес в области электроники. Эта культура стимулирует инновации и высоко ценит и признает инженерные таланты компании, так что, когда возникает хорошая идея, правление приветствует ее и «дает зеленый свет», чтобы инженер смог довести ее до конечной реализации.

Продолжив чтение, вы сможете познакомиться с уникальным взглядом на раннюю стадию развития Силиконовой долины, узнать о первых шагах компании и создании ее успешной корпоративной культуры, существующей в течение десятилетий, и кроме того, получить наглядный урок, подтверждающий важность духа сотрудничества в руководстве компании для достижения успеха.

EDN: Я очень впечатлен долголетием Linear Technology, но прежде всего, тем фактом, что одни и те же два человека, кото-

рые основали эту компанию 34 года назад, до сих стоят у ее руля и с первого дня создали такой благоприятный климат для ее сотрудников, в котором процветает и особенно ценится их инженерный талант. Эта философия остается в силе в вашей компании, и вы все еще оказываете влияние как на ее бизнес, так и на технические достижения.

В течение 42 лет моей инженерной карьеры мне приходилось работать в ряде компаний, где инженеры были действительно недооценены и не признаны в должной мере. Как говорил о своем конструкторском отделе менеджер одной из компаний: «Все вы – лишь накладные расходы».

Свансон: Года три-четыре назад мы пригласили в штаб-квартиру на совещание весь отвечающий за продажи персонал. Обычно региональные руководители отделов маркетинга собираются раз в полгода, но получилось так, что тогда присутствовали все связанные со сбытом сотрудники. Мне предложили выступить перед ними с докладом и рассказать о зарождении компании. И попросили, чтобы он был мотивационным. Тогда я задумался: «Что можно сказать о Linear спустя 30 лет, как рассказать о том, что позволило нам избежать тех ошибок, на которых споткнулись другие компании, где мне приходилось работать?»

Вот с истории о трех других компаниях, в которых мне пришлось поработать, я и начал свой рассказ. Это были не простые компании, я работал в них, когда они были в зените своего успеха, который, однако, продлился недолго. Одна из этих компаний – Transitron. Что же с ней случилось? Во время первой рецессии их продажи упали с \$60 млн. до \$38 млн., но одной вещью, значения которой они не понимали, были инженеры. Инженеры были ценным ресурсом; они могли бы сесть в самолет и отправиться в Лондон, они могли бы поехать в Голландию или во Францию и получить любых инженеров, которых бы они только захотели и, кстати, платить им в половину от того, что получают американские инженеры. Это и было первым, о чем я подумал: когда вы будете создавать высокотехнологичную компанию, вам следует лучше оценить ваших инженеров, особенно тех, чей класс реально высок.

Они не накладные расходы, а особое, специальное средство производства.

Затем я пошел работать в Fairchild Semiconductor, находящуюся в зените своих «дней славы» с Бобом Нойсом (Bob Noyce) и всеми теми парнями, кто был там в то время, когда на визитной карточке Энди Гроува (Andy Grove) значилось «Device Engineer» (Инженер по устройствам). Так что, это были действительно «дни славы». Они внедряли инновации во все – это была магия, а я там был молодым парнем. Но прошло немногим больше 10 лет, и все это развалилось. Я был слишком молод, чтобы знать, что происходило на самом деле, но ходили слухи, что Шерман Фэйрчайлд (Sherman Fairchild), который был величайшим предпринимателем как таковым, не сумел понять бизнес микросхем, понять инвестиции в этот бизнес, просто не понял того, как стремительно он развивается, и как вы должны его финансировать. В итоге наступил крах.

Таким образом, в то самое время, когда Энди Гроув с товарищами основали Intel, я вместе с ребятами перешел в National. Каков же урок из всего этого? А урок в том, что топ-менеджмент должен лучше понимать, что этот бизнес развивается очень быстро, и есть инвестиции, которые обязательно следует сделать. А если вы их не сделаете, вы канете в лету. Однако просто сорить деньгами вы, естественно, не можете, так что тут нужен известный баланс.

Именно перейдя в National, я впервые встретил Боба Добкина. Там было почти как в морской пехоте: если люди говорили, что будет сделано – это делалось, дружно и с энтузиазмом. Все было настолько здорово, что когда National пришла к аналоговым микросхемам, мы были явными лидерами. Затем, года за два до того, как мы оставили эту компанию, они перешли к матричной структуре управления, и в один миг бюрократы и политики просто лишили мотивации таких людей как Боб и я. Все это было намного большим, чем просто незнание того, куда пойдет аналоговая техника в будущем. Поэтому, начиная создавать Linear, мы сказали себе, что не собираемся повторять те же ошибки.

Добкин: Аналоговые системы совсем не похожи на цифровые. Когда вы делаете аналоговый продукт, на то, чтобы довести

его до клиентов, требуется 6 месяцев, еще 6 месяцев им потребуется на проектирование, и еще один год на выпуск продукта. Таким образом, выпуская новый продукт, вы не видите никакого движения бизнеса в течение двух, а может быть и трех лет. Вы должны понимать, что происходит в этом бизнесе, и быть в состоянии справиться с этим. Вы должны думать на несколько лет вперед и иметь готовые продукты к тому времени, когда они будут востребованы. Руководство должно понимать, что через три месяца уже не сможет продавать эти продукты.

Свансон: Особенно трудно, когда циклы проектирования достигают 18 месяцев и более.

Секреты успеха

EDN: Придя в электронную промышленность на заре технологии германиевого транзистора, вы выросли и преуспели в течение последних 50 с лишним лет как успешные инженеры, а также как основатели компании Linear Technology. Вы сделали эту компанию очень прибыльной, занимающей во многих отношениях влиятельную позицию в аналоговом полупроводниковом сообществе. Чему вы приписываете столь успешное долголетие? Я припомню немного электронных компаний, если таковые вообще имеются, которые в столь непростой отрасли как наша, добились бы такого долгого и успешного существования с одним и тем же руководством и инженерно-ориентированной корпоративной культурой.

Свансон: Когда я работал в National в группе аналоговой электроники, там были три конструкторских группы: группа перспективных разработок линейных микросхем, возглавляемая Бобом Добкиным, группа стандартных линейных микросхем, руководимая Джими Соломоном, и третьей была группа линейных микросхем широкого применения во главе с Тимом Исбеллом. К 1981 году часть нашей команды разочаровалась, и я решил, что пора готовиться к уходу. Я думал, с чего бы начать? Как мы сможем добиться успеха? Особенно в аналоговом бизнесе, где много людей, думающих, что это технология прошлых лет. Тогда я сказал: «Что мы можем делать лучше, чем все остальные?» и

«Есть ли что-то такое, что мы сможем сделать лучше?» Потому что, пока мы не сможем ответить на эти вопросы, нам следует по-прежнему оставаться в National.

Мой выбор остановился на Бобе (Добкине), руководившем группой передовых разработок, но на самом деле делавшем «незатейливые» вещи общего назначения, такие как стабилизаторы напряжения, усилители и тому подобное. Другие группы работали над такими вещами, как системы распознавание и синтеза речи, а также над многими другими проектами с очень далекими перспективами завершения. Таким образом, собираясь оторвать эту компанию от земли, мы не могли бы опираться на проекты, до начала продаж которых пришлось бы ждать пять лет. А его (Добкина) продукция пошла бы на рынок быстро, и реальные продажи мы увидели бы уже через год-полтора. Здорово, если на это потребуется всего три года, а не 5, 6, 7, или 8 лет. Короче, я сказал: «Давайте начнем организовывать нашу компанию». И мне хотелось, чтобы Боб (Добкин) начинал ее с нами!



Боб Добкин показывает на свои 43 патента в почетном списке изобретений Linear Technology.

Добкин: Очень важно, чтобы, предлагая свои продукты для новой компании, вы давали клиенту выгоду. Мы и старались делать это, с самого начала предлагая изделия с лучшими характеристиками, мы оказывали всяческую поддержку, а когда возникали осложнения, мы сразу же приходили на помощь клиенту. И это заслуга Боба (Свансона) в том, что мы имеем эффективное производство, хорошую

систему доставки, и никогда не делали ничего такого, что давало бы нашим клиентам повод выражать недовольство продукцией.

EDN: Как инженер-схемотехник я использовал микросхемы Linear в 1980-х годах и, как правило, был действительно поражен отличной технической поддержкой ваших продуктов. Когда бы я ни столкнулся с проблемой и нуждался в помощи, она всегда была рядом. Мы привыкли называть ваших специалистов по применению «ниндзя», потому что они появлялись буквально из ниоткуда.

Свансон: Есть очень много ответов на вопрос, как мы это сделали (то есть, организовали компанию), и одним из ответов является признание того, что все считали аналоговую технику чем-то мертвым, не видя в ней никакого роста, а цифровая была на «волне будущего». Подобно тому, как дети стоят перед выбором единственной из многих дисциплин в колледжах, мы так же должны были решить, что выбрать и предложить клиентам. Все было для нас вызовом — сама аналоговая техника, рынок в целом, и запросы клиентов тоже были вызовом. Мы сказали себе — смотрите, у нас есть эта огромная доля аналоговых ноу-хау, на которые имеется большой спрос рынка, значит, мы должны быть в состоянии их поставлять. Это было нашим преимуществом. Мы собираемся делать микросхемы, и мы собираемся продавать их клиентам, которым они нужны. Чем больше мы сможем поддержать их и показать, как легко все это сделать с нашей помощью, тем больше мы получим за нашу работу. Мы сказали бы клиентам, что они платят не за кусок кремния, а за инженерный опыт, который мы просто даем им. И это сработало.

Добкин: Мы были осторожны, когда нанимали наших инженеров по применению. Все они были опытными инженерами-схемотехниками. Они не были продавцами. Назначение цен было вне их компетенции.

Свансон: Те, кто знакомы с аналоговой техникой, воспринимали бы Linear Technology как команду весьма толковых парней, которые просто делают аналоговые микросхемы и хотят быть частью этого процесса. После 34 лет мы по-прежнему

остаемся такими же. Мы можем нанять много хороших людей, поскольку можем это себе позволить. Итак, повторю еще раз. В результате большого дела, которое мы затеяли, мы имеем необычно высокую долю людей с инновационным мышлением. И мы используем это, поскольку рынок нуждается в инновационных аналоговых решениях.

Добкин: Сложившаяся у нас культура не основана на многоступенчатой служебной иерархии. И мы пристально следим за тем, чтобы среди людей не образовывались свои собственные маленькие иерархические группы. Каждый, кто работает на Linear, работает ради Linear. И важно, чтобы все это поняли. Тогда дух сотрудничества силен, взаимообмен идеями велик, и мы все маршируем под одну мелодию. Это помогает и компании, и нашим клиентам.

Свансон: Если у вас нет этого, компания будет разрушаться, и вернется к созданию культуры, в которой чем крупнее становится предприятие, тем сильнее на него давит бюрократия. С компьютеризацией процессов у вас появляются такие системы, как перечни утвержденной продукции, которые определяют, какие продукты вы можете изготовить на заводах компании. Но жить с этим мы сможем только в том случае, если сведем это к минимуму и сделаем необременительным для инженеров. Мы должны свести политику к нулю. Если у нас все получится, то правильную корпоративную культуру мы будем иметь сколь угодно долго. Но когда эти два фактора выходят из под контроля, люди отчаиваются, новаторы теряют веру в свои силы.

Добкин: Мы поступаем так: нанимаем инженеров, которые хотят изобретать и создавать продукты, а затем убираемся с их пути. Таким образом, они создают продукты, им нравится то, чем они занимаются, и это вполне устраивает Linear.

Свансон: На ваш предыдущий вопрос относительно того, как мы начинали, есть множество ответов, но как я сказал, я думал над этим в течение последних 3-4 лет, и тогда, когда люди задавали подобные вопросы на 30-летнем юбилее нашей фирмы. Вернемся в 1981 год, когда мы сказали «Эй, с нас хватит!». Мне было немного за тридцать, дети учились в стар-

ших классах и готовились поступать в колледж. Я рассчитывал создать компанию, которая прожила бы достаточно долго. Я искал себе работу на ближайшие 20 лет. Поэтому, когда мы спросили себя «Можем ли мы делать что-то лучше всех?», ответ был «Да! Есть несколько вещей, которые мы сможем делать лучше кого бы то ни было». Наша стратегия действительно заключалась в том, чтобы «быть лучше, пока мы не станем больше». Просто не беспокойтесь о размерах своей компании, до тех пор, пока вы лучше всех остальных. Другой вопрос состоял в следующем: «Сколько потребителей хотят чего-то большего?». Мы не знали точного ответа. Но мы сказали, давайте сделаем то, что продлит долголетие нашей компании. Мы хотели продержаться на плаву лет двадцать, но у нас получилось больше тридцати.

Добкин: Если вы делаете какие либо продукты правильно, они будут продаваться более 30 лет. Если вы делаете продукты настолько хорошо, насколько это возможно, вам никогда не придется их переделывать. Свансон: Нам нужно было быть осторожными, чтобы не блуждать в сферах, требующих много ресурсов, и где мы не могли быть уверенными в своем превосходстве. Будут ли результаты столь впечатляющими, чтобы окупить крупные инвестиции? Поэтому на начальном этапе нам следовало проявлять осторожность в распределении своих ресурсов. На первых порах мы не могли себе позволить допускать много ошибок и создавать много «провальных» продуктов. В первые годы наш средний уровень действительно должен был быть высок. И это определило то, что мы не пошли на сверхрисковые проекты, требующие больших людских ресурсов.



Некоторые из компонентов Linear Technology были даже использованы на борту SpaceX, запущенного в 2014 году. На фото мемориальная доска вместе с некоторыми наградами, полученными Linear от EDN за вклад в инновации.

Добкин: Также мы не могли ввязываться в ценовые войны. Мы были не настолько крупны для этого. А что касается ценовых войн и возможности продавать вещи дешевле – в Linear никто никогда и не думал, что это может быть преимуществом нашей компании.

Свансон: Знаете ли, одни компании выбирают путь новаторов, а другие предпочитают просто сбивать цену. Стратегически, если вы способны быть действительно успешными, это может стать препятствием для выхода на рынок, но это все временные трудности. Потому что всегда придет кто-то еще, кто сможет стать таким же успешным. Как, например, в случае с Compaq Computer, историю о которой я прочитал. Но если вы продолжите творить, у вас не будет препятствий к тому, чтобы существовать на протяжении десятилетий. **РЛ**

Окончание в следующем номере

Знакомьтесь с самыми первыми умными часами: HP-01 от Hewlett-Packard

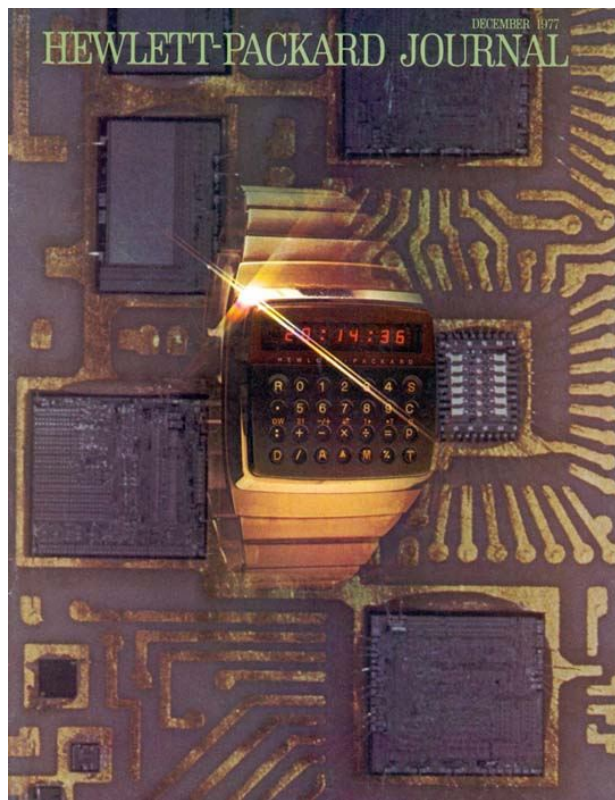
Louis Westphalen

HODINKEE



Вернемся в прошлое: на дворе 1977 год, кварцевые часы появились всего менее 10 лет назад; в этом году «Звездные Войны» впервые выйдут на большой экран..., а вы смотрите не на устройство из научно-фантастических книг, а на самые технически совершенные наручные часы. И неважно, являетесь вы фанатом или противником всех тех изменений, которые развитие электроники привнесло в часовое дело, вы не можете отрицать, что создание электрических маятниковых часов в начале 19 века или первых кварцевых часов 1920-х годов, изобретение экспериментальных электромеханических часов в 50-е и 60-е годы 20 века — все это изменило искусство измерения времени раз и навсегда. Сегодня мы все прекрасно знаем, что такое «умные часы», но часы, о которых идет речь, были первыми в своем классе и появились около 40 лет назад. Неважно, чего вы ожидали от первых

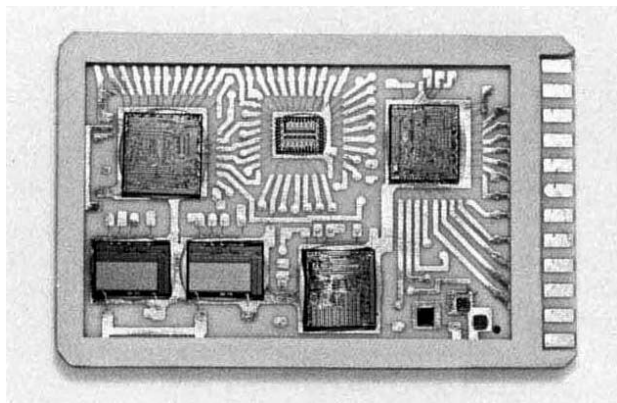
умных часов, но вы уж точно не думали, что они будут таким удивительным и немного странным инструментом. Давайте же посмотрим, как компания Hewlett Packard представила в свое время эти завораживающие и удивительно изящные часы HP-01.



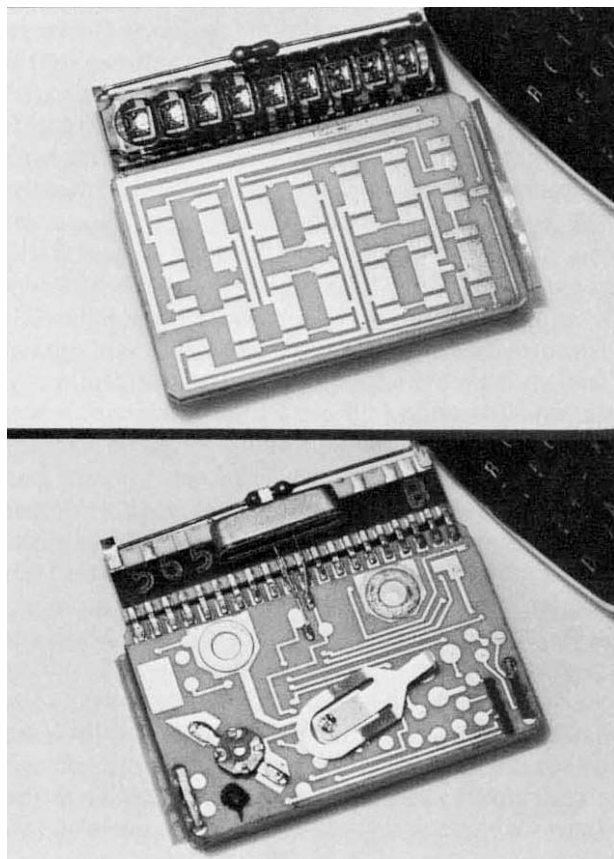
Обложка выпуска журнала Hewlett Packard, полностью посвященного HP-01.



Не исключено, что вы с нежностью вспомните часы-калькулятор Casio из своей юности; так вот, HP-01 могут по праву считаться их идейным вдохновителем и предшественником, достигшим невиданного уровня сложности уже в 1977 году. Это просто техническое чудо – в маленький корпус наручных часов поместили три батарейки и шесть чипов – и это более 30 лет назад! На самом деле, HP-01 не были первыми часами-калькулятором (извини, дорогая Википедия): Calcron и Pulsar делят в этом вопросе первенство, выпустив таковые в 1975 году, но часы HP-01 были без сомнения умнее, гораздо умнее! Или, как утверждает их реклама: «С помощью часов HP-01 вы сможете рассчитать, а затем выполнить обратный отсчет времени, необходимого для того, чтобы команда дошла до космического аппарата, который находится за сотни миллионов километров». Это звучит одновременно и эксцентрично, и бесстрастно, так что давайте же разберемся, как этот зверь работает.



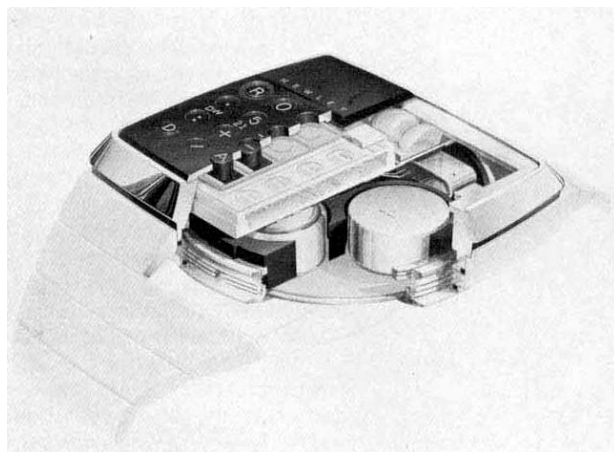
Все интегральные схемы и три дискретных компонента объединены в гибридную схему на пятислойной керамической подложке.



Под снятой керамической подложкой с интегральными схемами открываются дисплей, кварцевый резонатор и конденсатор подстройки частоты.

Как гордо заявляла в то время Hewlett-Packard, «HP-01 – это цифровые часы, калькулятор, будильник, секундомер, таймер обратного отсчета, календарь на 200 лет... и намного больше, чем все это вместе взятое».

В самом деле, у HP-01 есть возможность объединять все эти функции, делающая часы поистине уникальными. Они действительно



HP-01 в разрезе.

позволят вам использовать в своих вычислениях различные параметры, такие как время, скорость или стоимость, и производить такие расчеты, для которых NASA требовалась отдельная комната в 1950-х. Например, вы могли бы рассчитать, сколько времени займет поездка в определенное место или когда именно закончится определенный процесс. Добавьте сюда продвинутого калькулятора, и с такими часами вы никогда бы не провалили экзамен по математике. И, наконец, функция напоминания со связанными данными, почти органайзер. В одной рекламе даже специально демонстрировали запланированный звонок супруге с телефонным номером, выводившимся на экран, а ведь мобильных телефонов в то время не было и в помине, так что логистика этого процесса была несколько сложнее.

И это еще не все. Если вы относитесь к старшему поколению, вы, вероятно, помните такую штуку, как обратная польская нотация (ОПН). При этой форме записи знаки операций нужно было вводить после чисел, так как это экономило место в памяти, но и заставляло пользователей активнее работать мозгами. Например, чтобы посчитать три плюс четыре, нужно было ввести «3 4 +». Таким образом подсчеты выполнялись быстрее, но ввод не был интуитивным. Компания Hewlett-Packard стала первой, кто ввел стандартную алгебраическую запись (как в калькуляторах, так и в наручных часах) вместо ОПН.

Теперь, рассмотрев ошеломляющие технические возможности HP-01, давайте взглянем на эти часы с практической, инженерной точки зрения. Семисимвольный экран на ярко красных светодиодах, популярных в 1970-е; даже у Джеймса Бонда были такие в фильме 1973 года «Живи и дай умереть». В этом же фильме, кстати, Джеймс Бонд носит очень практичные часы Rolex 5513 с циркулярной пилой по ободку циферблата и гене-



ратором магнитных полей, которые вскоре начал производить Phillips. Для выполнения всех этих функций у HP-01 есть клавиатура на 28 кнопок, причем доступ к основным шести функциям выполняется с помощью кончика пальца. Для того чтобы нажать на остальные 22 кнопки, вам требовался стилус, почти как в вечном календаре, если позволите такое сравнение. Интересно, как инженеры компании HP нашли способ удобно и надежно хранить стилус и не допустить его замены губительными для часов подручными предметами: стилус оригинально вставляется в застёжку браслета (идея, на которую стоит обратить внимание современным изготовителям сложных часов). Производитель гарантировал, что часы HP-01 будут очень точными, ± 30 секунд в год – на то время удивительный показатель для кварцевых часов с цифровым экраном, учитывая, что даже сегодня для кварцевых часов нормой считается точность ± 15 секунд в месяц. HP-01 сохраняют правильное время даже при замене батарей, так как одна из трех батарей выделена исключительно для электронных схем, и потому служит значительно дольше двух других, питающих светодиодный дисплей.



Естественно, у миниатюризации есть пределы, поэтому на руке часы HP-01 смотрятся довольно громоздко (часы весьма внушительны: 40×45×15 мм), но это не мешает им прямо-таки излучать ретро шик. Весят часы также немало, целых 170 грамм. В год выпуска HP-01 на стальном браслете стоили 695 долларов – больше чем Ролекс! Но первые умные часы так никогда и не стали настоящим хитом продаж, вероятно из-за того, что были слишком сложными для своего времени. Кроме того, из-за низкого энергопотребления ЖК-технологии быстро доказали свое преимущество над светодиодными и сразу завоевали рынок, что наглядно

демонстрирует еще один популярный фильм о Джеймсе Бонде 1977 года «Шпион, который меня любил», в котором мы увидели очень крутую факс-машину Seiko. Выпуск HP-01 был прекращен в 1979 году; эти часы так и не нашли достойного преемника, несмотря на появление ранних прототипов с ЖК-дисплеем.

Показанный здесь экземпляр часов HP-01 недавно был продан фирмой Iconeek. HP-01 регулярно предлагаются на eBay, однако перед покупкой вам следует убедиться, что часы еще в рабочем состоянии, если, конечно, вы не настроены заниматься их реставрацией. **РЛ**

Дополненная реальность помогает слепым видеть свет

Jessica Lipsky

EE Times

Порядка трехсот человек со слабым зрением получают помощь в восприятии окружающего мира благодаря очкам дополненной реальности, разработанным в Оксфордский университете в Англии. В очках Smart Specs компании VA-ST используются трехмерное отображение и детектирование глубины, помогающие распознавать объекты и лица.



В зависимости от потребностей пользователя, очки Smart Specs могут показывать изображение в естественных цветах или упрощенное изображение высокой контрастности (на фотографии выше).

По словам Стивена Хикса (Stephen Hicks), научного сотрудника в области нейробиологии из Оксфордского университета, у многих слепых людей на самом деле остается минимальное зрение. Усиливая способность различать формы или расстояние, дополненная реальность может так же помочь людям, имеющим проблемы со зрением, как глухому человеку помогает слуховой аппарат.



Стивен Хикс.

В 2014 году Хикс с коллегами выиграли £500,000 на конкурсе Google Impact Challenge и использовали эти деньги на расширение своих исследований и создание 100 пар очков для испытаний в домашних условиях на людях, потерявших зрение. В VA-ST надеются вывести умные очки на рынок в конце 2016 года.

В очках дополненной реальности используется цветная камера в тандеме с инфракрасной камерой, структурирующей свет по глубине, изображения с которых затем подвергаются программной обработке для увеличения. Цветная камера распознает особенности поверхности, такие как тени и текстуры, в то время как камера для определения глубины изолирует близлежащие объекты, чтобы сделать их более различимыми на окружающем фоне. Для полностью зрячего человека Smart Specs создает бесцветную версию мира, где близкие объекты представляются очень яркими.



Один из первых экспериментальных прототипов «умных очков».

В Smart Specs объединены средства анализа жестов Intel Realsense и 3D датчик движения Kinect для формирования и распознавания изображений. Дисплей Epson Moverio BT-200 проецирует черно-белые изображения различного уровня различимости для отображения ближних и удаленных объектов, а также контуров и оттенков. Очки предназначены, в первую очередь, для использования в условиях низкой освещенности или в помещении; их поле зрения составляет 22 градуса – это все равно, что смотреть телевизор с расстояния порядка двух метров.

VA-ST разработала полупрозрачный дисплей, который улучшает зрительный контакт, а также позволяет пользователям переключать очки между дневным режимом лупы для распознавания близлежащих предметов и лиц и режимом навигатора для обнаружения препятствий в условиях низкой освещенности. Кнопка паузы позволяет удерживать изображение, чтобы пользователь смог увеличить его и исследовать детали.

Пока очки подключены к большой аккумуляторной батарее размером с плечевую сумку, заряда которой хватает на 8 часов, однако Хикс надеется уменьшить ее к началу массового производства. К питанию и средствам связи Smart Specs должны подключаться проводами, поскольку для малой задержки изображения требуется скорость, которую не в состоянии обеспечить Wi-Fi и Bluetooth.

Хикс сообщил, что VA-ST работает над определением розничной цены, выразив при этом надежду, что окончательная версия Smart Specs будет стоить меньше £1000. **РЛ**

Преимущества перехода на логические микросхемы в безвыводных корпусах

NXP Semiconductors

EEWeb

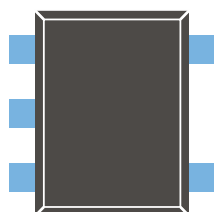
Разработчики мобильных, портативных и носимых устройств ведут борьбу за каждый кубический миллиметр свободного пространства. При этом их постоянно просят расширить функциональность устройства, одновременно сокращая размеры печатной платы и снижая стоимость. Корпуса для поверхностного монтажа благодаря их малому размеру и низким профилям могут показаться хорошим выбором для электроники ограниченного объема, но насколько они надежны? Есть ли в них что-то еще реально привлекательное, кроме малых размеров? Ответом, определенно, будет «да». Мы испытали различные логические микросхемы в сверхминиатюрных корпусах, чтобы оценить их механические характеристики, и выявили ряд очевидных преимуществ, связанных с использованием безвыводных пластиковых корпусов.

Более прочные связи

Начнем с того, что безвыводные корпуса лучше с точки зрения механического сцепления с печатной платой. Это объясняется тем, что в безвыводных корпусах для внешних соединений устройства вместо выводов используются металлические контактные площадки. Площадки безвыводных корпусов имеют большую поверхность контакта с печатной платой. Паяльная паста не прилипает к самому корпусу, а только к площадке или выводу, поэтому при большей площади их поверхности увеличивается сцепление с печатной платой.

Лучшая устойчивость к смещению

Более прочная связь с печатной платой улучшает также механические характеристики, так как, несмотря на их крошечные разме-



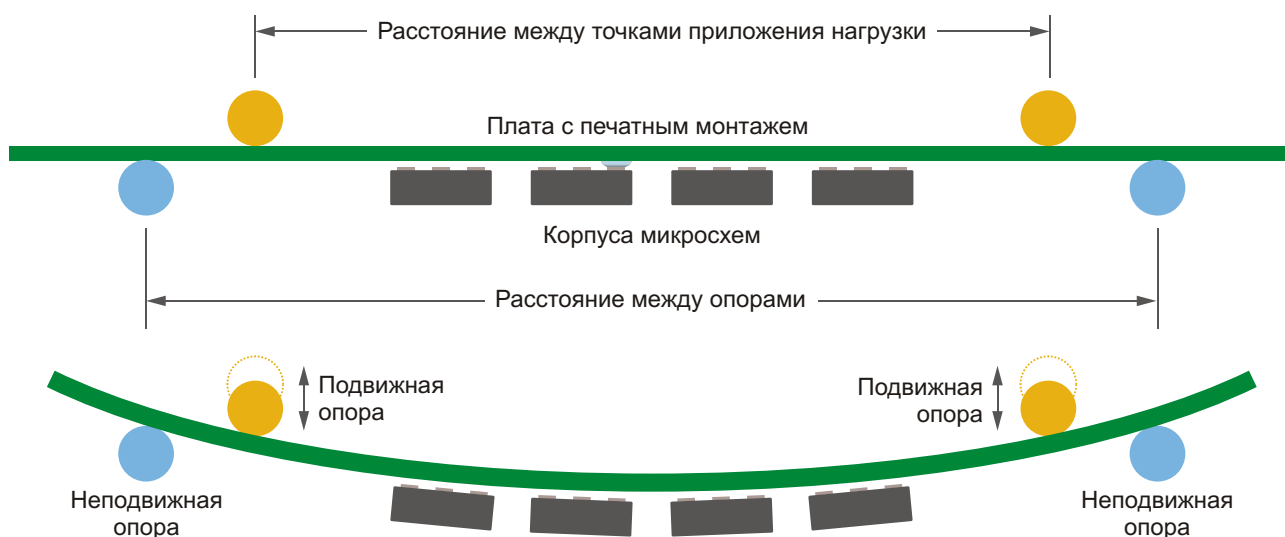
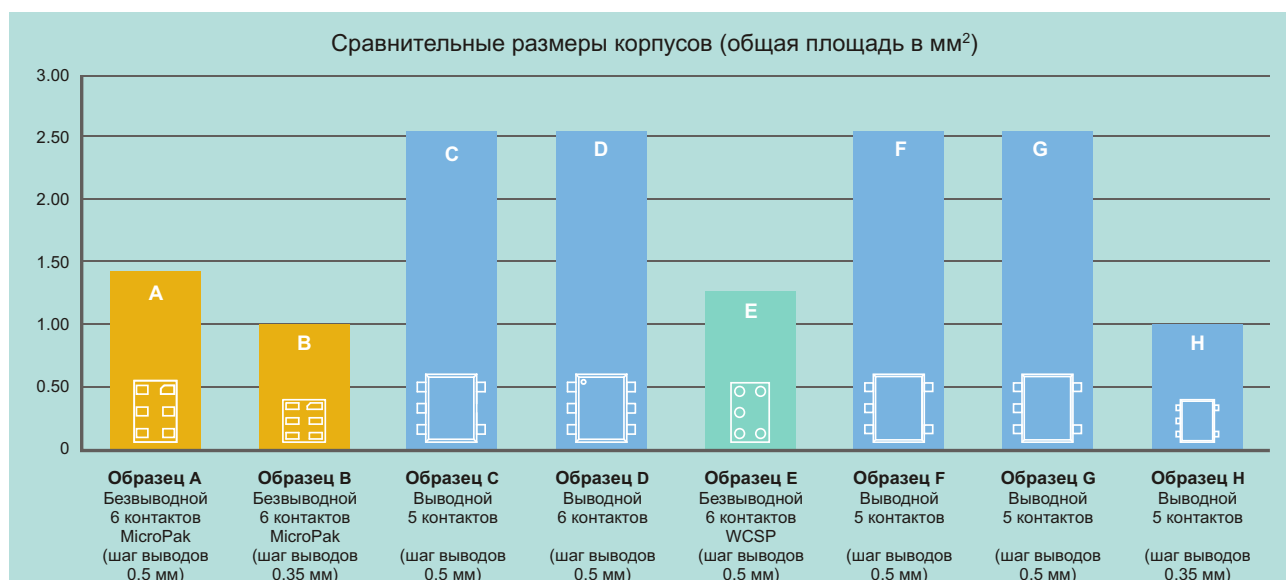
Образец G
5 контактов,
выводной
(шаг выводов 0.5 мм)
Площадь контакта
одного вывода: 0.040 мм²
Общая площадь
контакта: 0.20 мм²



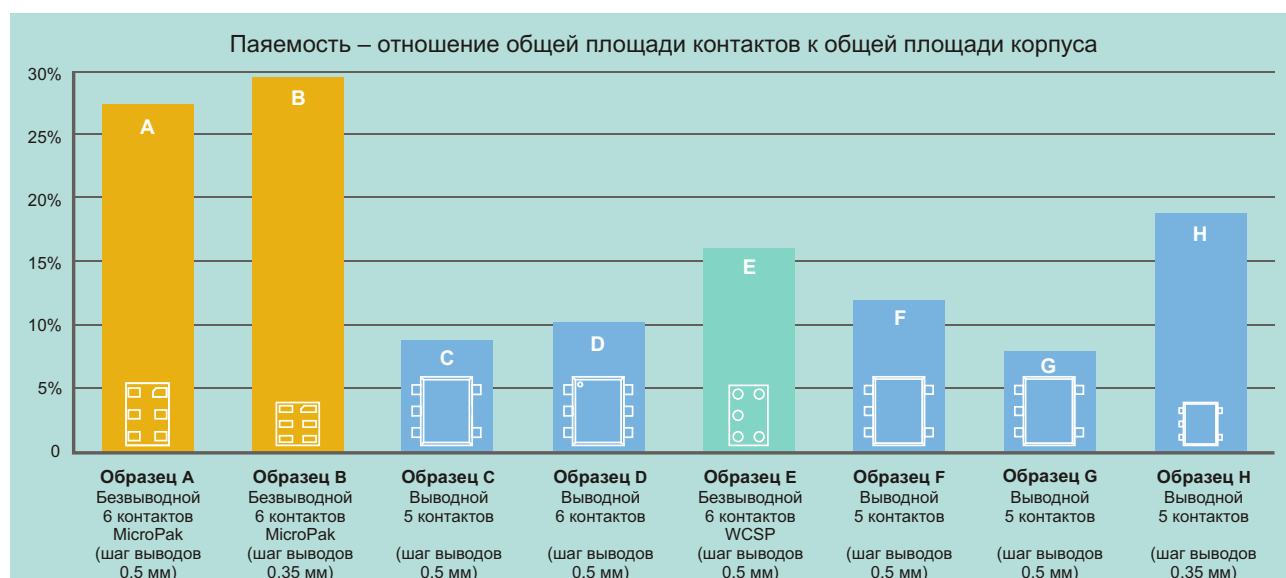
Образец A
MicroPak 6 контактов
безвыводной
(шаг выводов 0.5 мм)
Площадь контакта
одного вывода: 0.065 мм²
Общая площадь
контакта: 0.39 мм²



Образец E
WCSP 5 контактов
безвыводной
(шаг выводов 0.5 мм)
Площадь контакта
одного вывода = 0.040 мм²
Общая площадь
контакта: 0.20 мм²

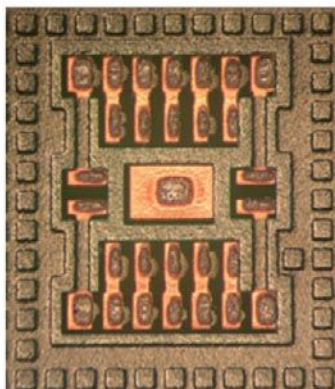
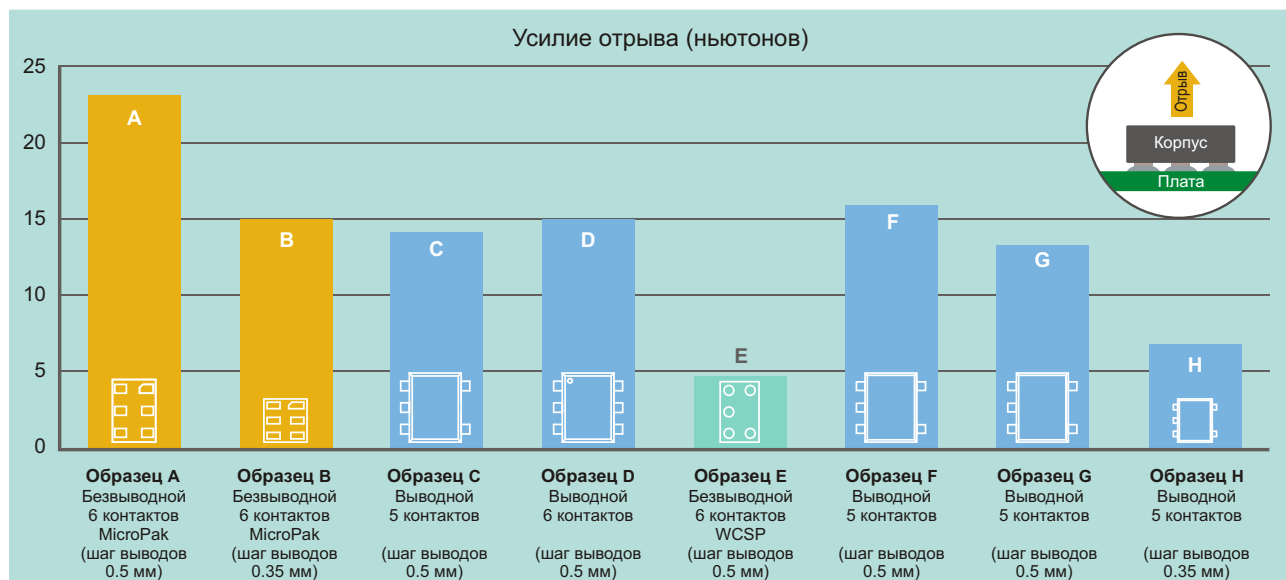


«Паяльная паста не прилипает к самому корпусу, а только к площадке или выводу, поэтому при большей площади их поверхности увеличивается сцепление с печатной платой».

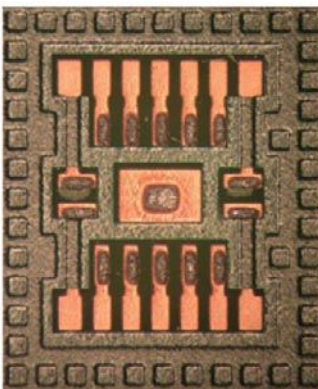


ры, безвыводные корпуса сложнее поддаются смещению на плате с помощью внешней силы. Более прочное паяное соединение в сочетании с меньшей площадью позволяет безвыводным корпусам лучше переносить

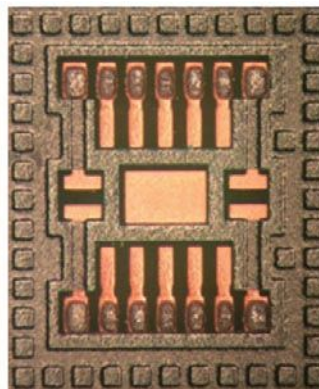
механические испытания на изгиб. Платы с такими корпусами можно деформировать сильнее, прежде чем произойдет обрыв соединений корпуса. Повышенная прочность паяных соединений способствует улучше-



Паяльная паста, нанесенная на все контактные площадки на универсальном посадочном месте.



Паяльная паста, нанесенная на контактные площадки безвыводных корпусов на универсальном посадочном месте.



Паяльная паста, нанесенная на контактные площадки выводных корпусов на универсальном посадочном месте.

Безвыводные пластиковые корпуса снижают логистические риски производителей, поскольку совместимые по посадочным местам микросхемы в более крупных выводных корпусах всегда можно найти у вторых поставщиков».



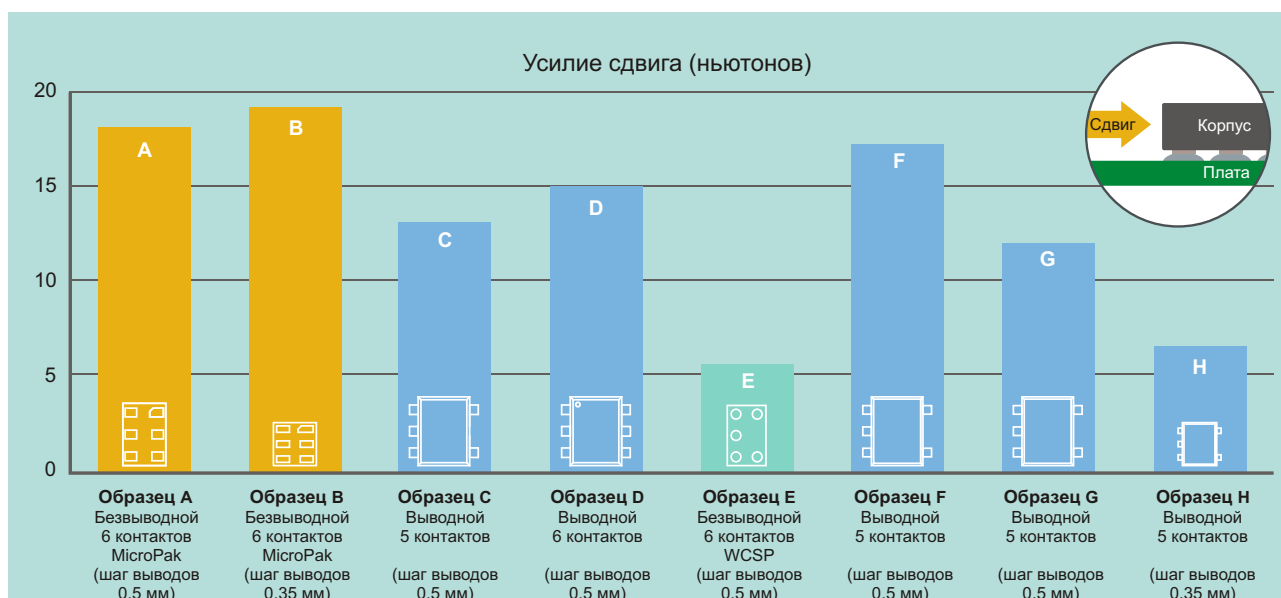
Припой под компонентом

Выводной корпус после оплавления паяльной пасты, нанесенной на обе группы контактных площадок – для выводных и безвыводных корпусов.



Под компонентом припоя нет

Выводной корпус без нанесения паяльной пасты на область для выводных корпусов; подтекания припоя нет.



нию электрических характеристик, поскольку снижение «помех по земле» уменьшает уровень шумов.

Широчайший выбор

NXP находится на первом месте среди мировых поставщиков логических микросхем, предлагая самый большой в отрасли набор логических функций в самых миниатюрных корпусах. В него включено более 50 безвыводных корпусов, каждый из которых удовлетворяет требованиям, предъявляемым к компонентам автомобильной элек-

троники. Безвыводные корпуса DQFN, MicroPak и Diamond компании NXP имеют наименьшую в своем классе площадь и могут с успехом заменить выводные корпуса больших размеров, такие как TSSOP и PicoGate, обеспечив при этом дополнительные преимущества повышенной механической прочности, упрощенного монтажа и более низкой общей цены. Кроме того, безвыводные пластиковые корпуса снижают логистические риски производителей, поскольку совместимые по посадочным местам микросхемы в более крупных выводных корпусах всегда можно найти у вторых поставщиков. **РЛ**

Рекомендуемые замены для выводных корпусов

Выводной корпус	Безвыводной эквивалент	Экономия площади	Наилучший вариант при функциональной сложности...
TSSOP	DQFN	До 76%	Более 10 выводов
PicoGate	MicroPak	До 62%	От 6 до 10 выводов
	Diamond	На 25% меньше самого миниатюрного корпуса MicroPak (XSON6)	5 выводов

Источники питания для автомобильных старт-стопных систем

Mark Scholten, ON Semiconductor

EDN Must reads

Для того чтобы сократить потребление топлива, многие автопроизводители внедряют функцию «старт-стоп» в транспортные средства следующего поколения, значительное количество которых уже можно встретить на дорогах. Эти системы выключают двигатель, когда автомобиль останавливается, и автоматически заводят его вновь, когда водитель переносит ногу с педали тормоза на педаль газа, или, в случае механической коробки передач, когда отпускается педаль сцепления. Это помогает снизить расход топлива при езде в условиях городского цикла в часы пик.

Подобные системы ставят разработчиков автомобильной электроники перед необходимостью решения специфических инженерных проблем, поскольку при перезапуске двигателя напряжение аккумуляторной батареи может проседать до 6.0 В, и даже ниже. Кроме того, в типичных электронных модулях имеются диоды, защищающие схему в том случае, если при запуске двигателя от аккумулятора другого автомобиля водители перепутают полярность проводов. На этом диоде падает еще 0.7 В от напряжения аккумулятора, и подключенным после него схемам остается не более 5.3 В. У входного напряжения 5-вольтовых источников питания, используемых пока в большом количестве, просто не остается запаса, достаточного для нормальной работы.

Повышающий источник питания

В таком случае возможно использование повышающего преобразователя напряжения. Многие поставщики автоэлектроники сейчас устанавливают такие преобразовате-



ли на входах своих модулей, чтобы гарантировать их нормальную работу при провалах напряжения, создаваемых старт-стопными системами.

Как и все инженерные проблемы, эта имеет множество решений. Если напряжение аккумуляторной батареи падает только до 6 В, первым и простейшим решением будет найти LDO регулятор, способный работать при разности между входным и выходным напряжением менее 0.3 В. Такая схема под-

ходит для модулей, потребляющих относительно небольшой ток, но быстро исчерпывает свои возможности по мере увеличения рабочего тока.

Альтернативой может служить замена стандартного диода с р-п переходом, используемого для защиты от неправильной полярности подключения батареи, либо диодом Шоттки, либо р-канальным MOSFET. Диод Шоттки, на котором падает примерно вдвое меньшее напряжение, чем на обычном выпрямителе, позволит увеличить запас по напряжению на несколько десятых вольта. Замена на диод Шоттки очень проста, поскольку обычно он может быть установлен непосредственно на те же контактные площадки печатной платы, которые предназначались для стандартного диода, не требуя ее перекомпоновки.

Р-канальный MOSFET, однако, потребует внесения изменений в печатную плату, а также добавления некоторых дополнительных цепей.

На Рисунке 1 показаны три необходимых для этого компонента: р-канальный МОП-транзистор, стабилитрон и резистор. При выборе р-канального MOSFET необходимо учитывать напряжения, при которых ему придется работать, и требуемые токи нагрузки. Кроме того, важно принимать во внимание тепловые требования к системе, поскольку рассеиваемая MOSFET мощность пропорциональна произведению квадрата протекающего через него тока на сопротивление открытого канала. Стабилитрон защищает подзатворный окисел транзистора от пробоя при повышенном входном напряжении. Большинство р-канальных МОП-транзисторов рассчитано на максимальное напряжение между истоком и затвором от 15 до 20 В, поэ-

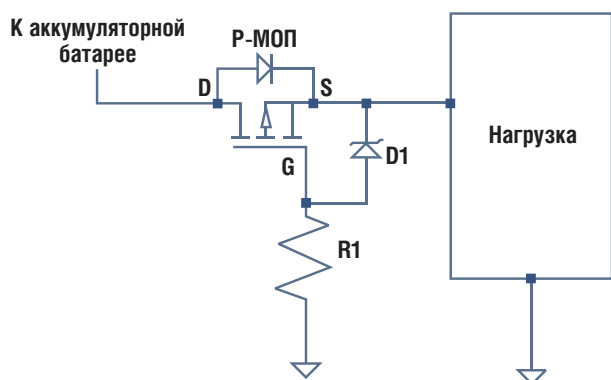


Рисунок 1. Схема защиты от обратной полярности подключения аккумуляторной батареи с р-канальным МОП-транзистором.

тому напряжение пробоя выбранного стабилитрона должно находиться ниже этих значений. Резистор открывает р-канальный MOSFET, подтягивая к земле его затвор. Его сопротивление не должно быть слишком низким, чтобы чрезмерный ток не создавал для стабилитрона проблем с рассеиваемой мощностью. В то же время, очень большое сопротивление будет препятствовать полному включению транзистора, противореча основной идее этой схемы, заключающейся в минимизации падения напряжения между стоком и истоком.

Напряжение опускается ниже 5 В

Вполне вероятно, что для конкретного приложения потребуется либо одна из перечисленных выше схем, либо их комбинация. Но что будет, если фактическое входное напряжение упадет ниже 5 В? Некоторые производители исходят из того, что при «холодном старте» напряжение может проседать до 4.5 В. В этом случае необходим импульсный преобразователь для повышения входного напряжения. На Рисунке 2 показаны три наиболее распространенные схемы

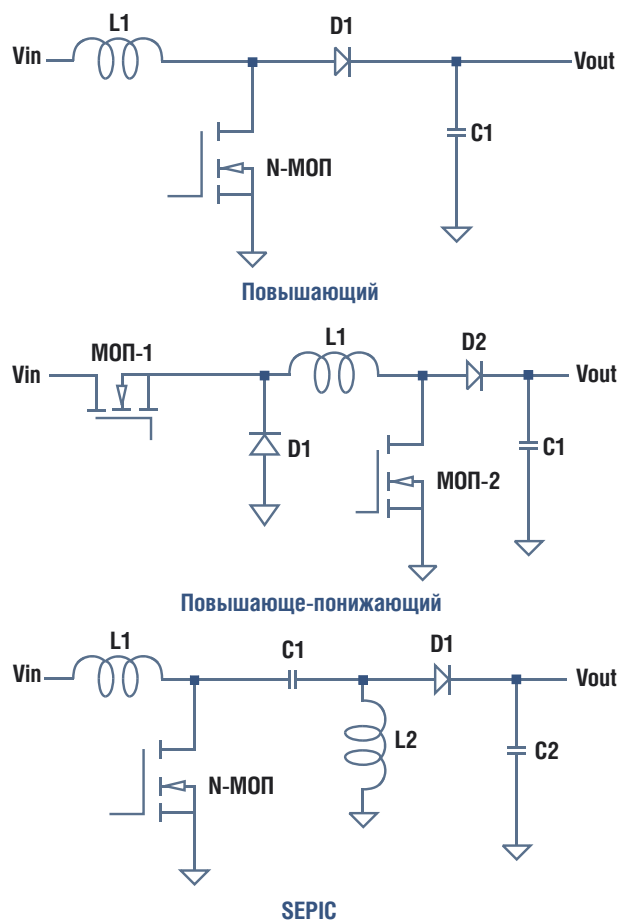


Рисунок 2. Различные топологии повышающих преобразователей напряжения.

импульсных преобразователей напряжения: повышающий, повышающе-понижающий и SEPIC.

В повышающем преобразователе используется одна индуктивность, один n-канальный МОП-транзистор, один диод и один конденсатор. Это самая простая конструкция, но ей присущи некоторые недостатки. Для этой схемы не существует способов защиты, поскольку при коротком замыкании нагрузки открывается прямой путь прохождения тока от входа к выходу. Кроме того, если входное напряжение станет больше, чем значение, установленное на выходе, ничто не будет препятствовать прямому прохождению входного напряжения на выход через индуктивность и диод.

К примеру, большинство электронных модулей для автомобилей должно подвергаться тестам на сброс нагрузки. В этих тестах генерируется всплеск напряжения, который прикладывается к входу схемы V_{in} . В повышающих преобразователях такие всплески проникали бы прямо на выход. Скажем, 40-вольтовый бросок напряжения распространялся бы по всем цепям, подключенным к шине V_{out} , а это означало бы, что все они должны быть способны выдерживать такое напряжение.

Еще одна возможность предоставляется схемой неинвертирующего повышающе-понижающего преобразователя. В ней используется только одна индуктивность и один конденсатор, но требуются два ключа и два диода. Однако схема позволяет разработчику защитить выход в ситуации, когда входное напряжение становится больше выходного. Помимо этого, она обеспечивает защиту от коротких замыканий выхода, что легко реализуется путем открывания первого ключа (МОП-1). Обратной стороной этой

схемы является ее КПД, поскольку на двух диодах и двух ключах теряется большая мощность, что следует принимать во внимание.

Топология SEPIC (Single-Ended Primary-Inductor Converter) очень похожа на конфигурацию повышающего преобразователя, за исключением того, что в схеме появилась дополнительная индуктивность, подключенная к земле, и разделительный конденсатор. Отрицательной стороной этой схемы являются дополнительные компоненты, а положительной – отсутствие проблем с коротким замыканием выхода, поскольку последовательно с ним теперь стоит конденсатор, блокирующий прохождение постоянного тока. Входное напряжение преобразователей SEPIC также не оказывает влияния на выход, поэтому оно может быть как меньше, так и больше выходного. Необходимо подчеркнуть, любая из представленных импульсных схем все же требует цепи защиты от переплюсовки аккумуляторной батареи, поскольку для обратного тока всегда найдется путь через паразитный диод МОП-транзистора от земли обратно к входу.

Таким образом, при переходе на стартовую систему придется учитывать много сложных требований. В этой статье были затронуты лишь источники питания для электронных модулей, однако рассмотрения требует еще целый ряд вопросов. К примеру, при проседании напряжения будет меркнуть свет, как в салоне, так и снаружи автомобиля. И если мерцание освещения салона, хоть и может вызывать раздражение, но не представляет опасности, то свет стоп-сигналов и фар напрямую влияет на безопасность, что также диктует необходимость специальных подходов при разработке драйверов. К счастью, теперь для решения этих проблем есть достаточно средств. **РЛ**

PSpice макромодель управляемого напряжением потенциометра для OrCAD



О. Петраков, Москва

В статье предлагается макромодель управляемого напряжением потенциометра для САПР OrCAD, имеющей мощную подсистему моделирования на базе PSpice. Это позволяет более эффективно моделировать некоторые проекты, для которых важна возможность изменять положение движка потенциометра при моделировании в режиме TRANSIENT. Управляемый потенциометр полезен также при написании макромоделей некоторых микросхем.

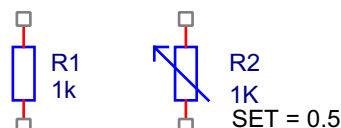


Рисунок 1. Постоянный и переменный резистор из библиотеки *analog.olb*.

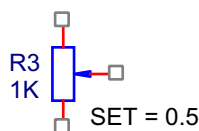


Рисунок 2. Потенциометр из библиотеки *breakout.olb*.

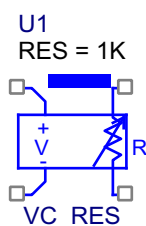


Рисунок 3. Управляемый напряжением резистор из библиотеки *spice_elem.olb*.

В OrCAD v16.6 есть модель постоянного и переменного резистора (Рисунок 1). Они находятся в библиотеке *analog.olb*. Переменный резистор управляется параметром «SET», который меняется в диапазоне от 0 до 1.

В OrCAD v16.6 есть также модель потенциометра (Рисунок 2). Она находится в библиотеке *breakout.olb*. Положение движка этого потенциометра управляется параметром «SET», который меняется в диапазоне от 0 до 1.

И, наконец, в OrCAD v16.6 в библиотеке *spice_elem.olb* есть модель управляемого напряжением резистора (Рисунок 3). Источник напряжения может быть плавающим и должен изменяться в диапазоне (0...1) В.

Однако, в OrCAD v16.6 (как и в более старых версиях [1, 2, 3, 4, 5]) нет моделей потенциометра с динамической (или анимированной) регулировкой для режима TRANSIENT, как, например, в Micro-CAP или MultiSim. Это не позволяет моделировать в OrCAD некоторые схемы, для которых важно иметь возможность изменять положение движка потенциометра при моделировании в режиме TRANSIENT.

Итак, приступим к созданию PSpice макромодели управляемого напряжением потенциометра.

Сначала построим модель обычного резистора. Для этого будем использовать блоки поведенческого моделирования [3, 6] из библиотеки *AMB.olb*.

Из закона Ома следует, что сопротивление есть функция тока, зависящая от напряжения

PARAMETERS:
RES = 10

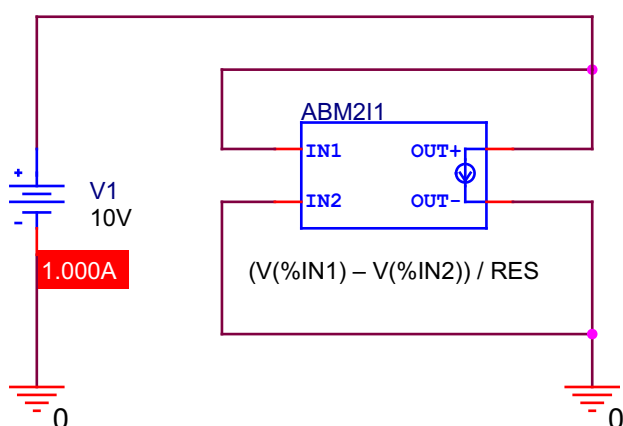


Рисунок 4. Поведенческая модель резистора.

– G(V). На схеме в OrCAD (Рисунок 4) это можно отобразить с помощью поведенческого блока AMB2I1 (источник тока, управляемый напряжением). Для того чтобы он стал резистором, надо соединить его входы и выходы. В функцию блока AMB2I1, описывающегося выражением на языке PSpice

$$(V(\%IN1) - V(\%IN2)) / RES$$

мы добавили масштабирующий коэффициент **RES**, который будет задавать номинал резистора. Без него это будет сопротивление величиной 1 Ом, а при **RES=10** – 10 Ом. Если

подключить к такому резистору на источнике тока источник напряжения величиной 10 В, то через источник AMB2I1 должен потечь ток 1 А. Именно это мы увидим, если после запуска моделирования в режиме TRANSIENT нажмем в редакторе OrCAD Capture кнопку включения показа токов на схеме (Рисунок 4).

Более сложный тест созданного резистора показан на Рисунке 5. Здесь промоделированы две схемы (а и б), которые должны работать одинаково, если **RES=R4=1K**. Мы видим, что узловые напряжения равны. Таким образом, мы действительно получили резистор.

Следующим шагом необходимо сделать поведенческую модель резистора, управляемого напряжением. Это тоже можно выполнить с помощью блока AMB2I1 (Рисунок 6). В качестве его функции запишем следующее выражение на языке PSpice:

$$\{V(1,0) / (1 - V(\%IN1, \%IN2)) / RES\}$$

В этом выражении соединение входов с выходами источника тока AMB2I1 описано переменной **V(1,0)** (это означает **V(1)–V(0)**), а масштабный коэффициент (номинал резистора) стал зависеть от разности напряжений между входами IN1 и IN2. Эта зависимость такова, что если напряжение **V(%IN1,%IN2)** меняется в диапазоне от 0 до 1 В, то сопротивление такого резистора будет меняться в диапазоне от 0 до **RES**.

PARAMETERS:
RES = 1K

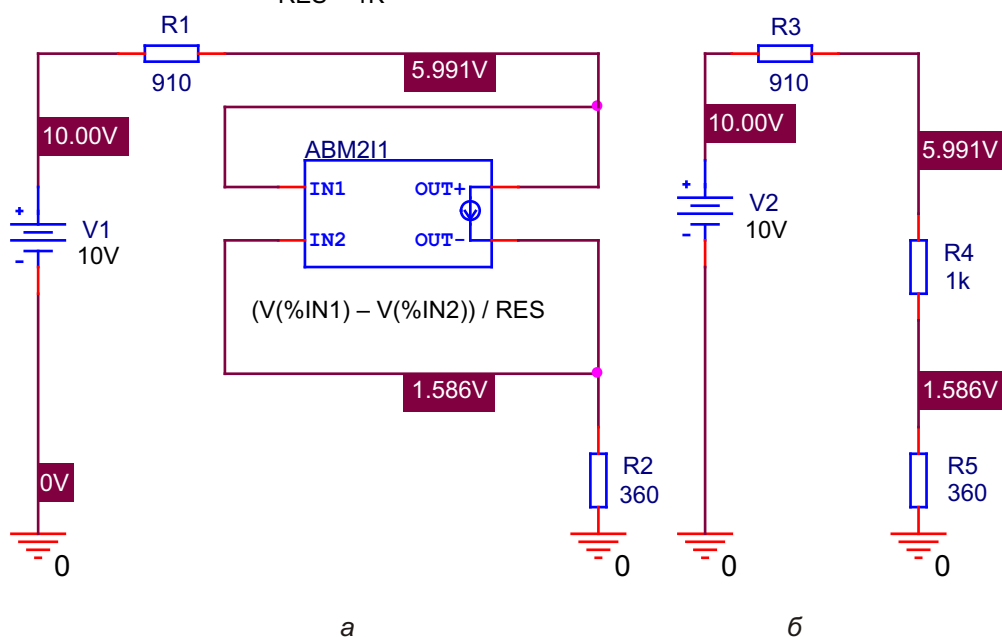


Рисунок 5. Тестирование поведенческой модели резистора.

PARAMETERS:

RES = 10K

$\{V(1,0) / (V(\%IN1,\%IN2)) / RES\}$

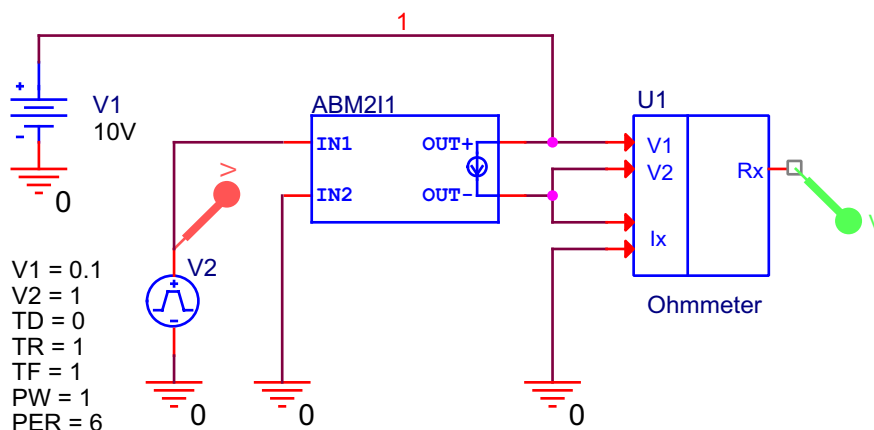


Рисунок 6. Поведенческая модель управляемого напряжением резистора.

Листинг 1.

```
*$
* Device name: Ohmmeter
* Author:      pspicelib@narod.ru Petrakov Oleg
* Date:        16 Dec 2015
.SUBCKT Ohmmeter 1 2 3 4 5
EX 5 0 Value={ (V(1)-V(2))/V(6) }
V1 3 4 0V
H1 6 0 V1 1
.ENDS
*$
```

В схеме тестирования управляемого напряжением резистора (Рисунок 6) используется весьма полезная макромодель омметра

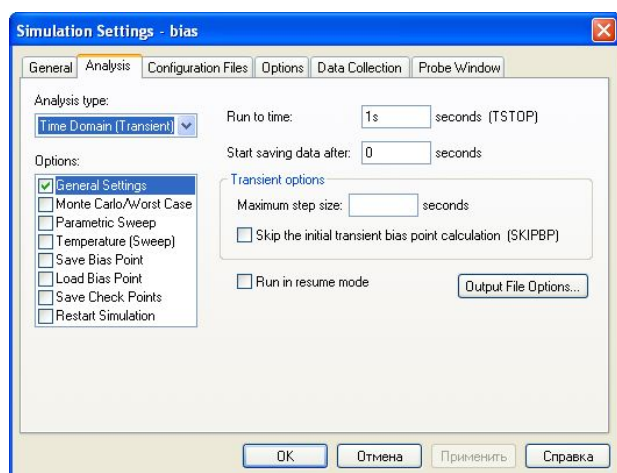


Рисунок 7. Установка времени моделирования режима TRANSIENT.

ра (Ohmmeter), которая вычисляет сопротивление получившегося резистора в режиме TRANSIENT. Макромодель омметра представлена в Листинге 1. Она по закону Ома вычисляет величину подключенного к ней резистора $R_x = (V1 - V2) / I_x$. Входное сопротивление омметра по входам V1, V2 равно бесконечности, а по входам Ix равно нулю. Напряжение величиной 1 В на выходе омметра соответствует сопротивлению резистора 1 Ом, подключенного к его входам. Соответственно, если к входу омметра подключен резистор 10 кОм, то напряжение на выходе омметра будет 10 kV.

К входу блока AMB2I1 подключен источник V2, генерирующий линейно нарастающее напряжение в диапазоне (0.1...1) В в течение 1 секунды. В соответствии с этим надо установить время моделирования в режиме TRANSIENT (Рисунок 7). Результат модели-

рования (Рисунок 8) показывает, что при установленном параметре RES=10K сопротивление нашего резистора меняется в диапазоне от 1K до 10K. Это доказывает работоспособность поведенческой модели управляемого напряжением резистора.

Очевидно, используя два таких последовательно соединенных управляемых напряжения резистора, но с противоположными зависимостями величины сопротивления от входного напряжения, можно сделать потенциометр, управляемый напряжением. На Рисунке 9 показана схема тестирования такой поведенческой модели потенциометра. Два поведенческих блока AMB2I1 и AMB2I2 управляемых напряжением источников тока управляются следующими выражениями, соответственно:

```
{V(1,3)/(1-LIMIT( V(%IN1,%IN2), 0.999999, 0))/RES}
{V(3,2)/LIMIT( V(%IN1,%IN2), 1, 1e-6)/RES}
```

Функция **LIMIT** понадобилась для того, чтобы ограничить диапазон входных управляющих напряжений и не допустить деления на ноль (В этом случае моделирование в PSpice остановится). В нашем случае благодаря двум функциям **LIMIT** управляющим будет напряжение в диапазоне от 0.000001 В

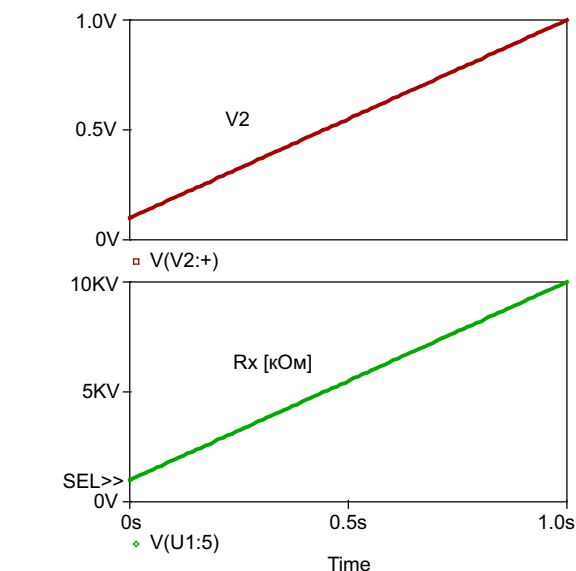


Рисунок 8. Результат моделирования поведенческой модели управляемого напряжением резистора (Рисунок 8).

до 0.999999 В. Если входное напряжение выходит за этот диапазон, то движок потенциометра остановится в одном из крайних положений. Это убережет от непредвиденных эффектов при моделировании. Резисторы очень большого номинала R1 и R2 понадобились для того, чтобы PSpice не останавлива-

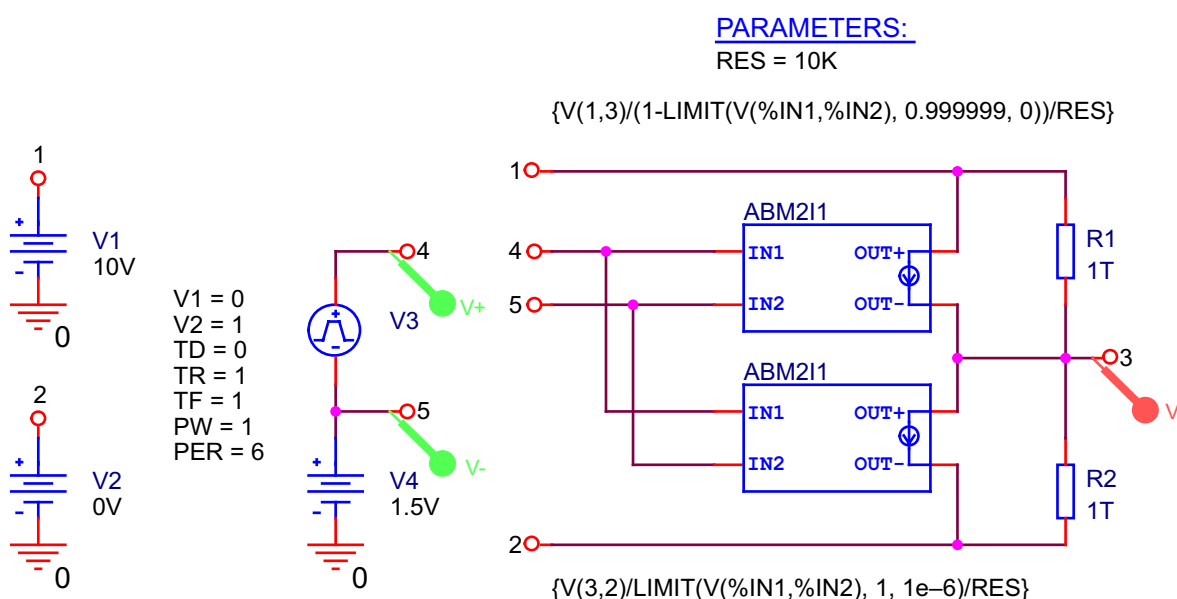


Рисунок 9. Поведенческая модель управляемого напряжением потенциометра.

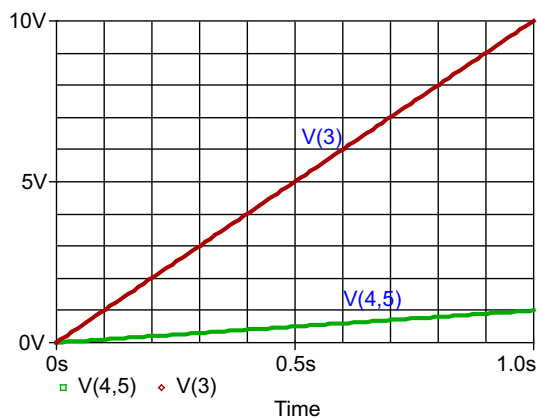


Рисунок 10. Результат моделирования поведенческой модели управляемого напряжением потенциометра (Рисунок 9).

лась, выдавая сообщение об ошибке: «Node 3 is floating» (Узел 3 плавает). Маловероятно, что кому-то понадобится потенциометр очень большого номинала, когда влияние этих резисторов на результат будет существенным. Во всяком случае, их всегда можно сделать еще больше.

Листинг 2.

```
* source ORCAD_166
G_ABM2I1 1 3 VALUE { {V(1,3)/(1-LIMIT( V(4,5), 0.999999, 0))/RES} }
G_ABM2I2 3 2 VALUE { {V(3,2)/LIMIT( V(4,5), 1, 1e-6)/RES} }
R_R2 2 3 1T TC=0,0
R_R1 3 1 1T TC=0,0
.PARAM res=10
```

С использованием полученных на предыдущих этапах результатов созданы две макромодели управляемых напряжением потенциометров VC_POT и VC_POTV.

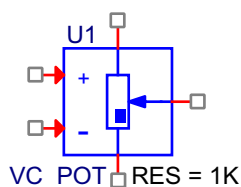


Рисунок 11. Управляемый напряжением резистор VC_POT.

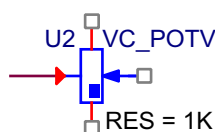


Рисунок 12. Управляемый напряжением резистор VC_POTV.

Результат моделирования (Рисунок 10) показывает, что данная схема работает как потенциометр, управляемый напряжением. Напряжение на движке потенциометра меняется в диапазоне (0...10) В при изменении входного управляющего напряжения в диапазоне (0...1) В.

Схема (Рисунок 9) нарисована таким образом, что было удобно сделать экстракцию PSpice макромодели потенциометра. Если из схемы удалить все цепи с источниками V1, V2, V3, V4 и сгенерировать NET-листинг (Листинг 2), то получим почти готовую макромодель. (После удаления лишних для экстракции цепей входы схемы потенциометра станут висящими, и транслятор в NET-листинг PSpice выдаст сообщение об ошибке, однако трансляцию NET-листинга надо продолжить, она все равно состоится). Ее надо оформить по правилам PSpice, немного доработать и создать условное графическое изображение, чтобы использовать в схемных проектах.

УГО потенциометра VC_POT показано на Рисунке 11, PSpice макромодель представлена в Листинге 3. Управляется этот потенциометр разностью входных напряжений, изменяющейся в диапазоне (0...1) В, что соответствует доле, на которую сдвинулся движок потенциометра от вывода, обозначенного «0» на УГО. Источник управляющего напряжения может быть плавающим.

УГО потенциометра VC_POTV показано на Рисунке 12, PSpice макромодель представлена в Листинге 4. Управляется этот потенциометр напряжением, изменяющимся в диапазоне от (0...1) В, что соответствует доле, на которую сдвинулся движок потенциометра от вывода, обозначенного «0» на УГО. Отличие от потенциометра VC_POTV от VC_POT заключается в том, что управляющее напряжение отсчитывается всегда от нулевого потенциала. Для большинства задач потенциометра VC_POTV достаточно, а его УГО более удобно в использовании.

Листинг 3.

```
*$
* Device type: Voltage Controlled Potentiometer
* Device name: VC_POT
* Aythor:      pspicelib@narod.ru Petrakov Oleg
* Date:        16 Dec 2015
.SUBCKT VC_POT 1 2 3 4 5 PARAMS: RES=1K
G1 1 3 VALUE={V(1,3)/(1-LIMIT( V(4,5), 0.999999, 0))/RES}
G2 3 2 VALUE={V(3,2)/LIMIT( V(4,5), 1, 1e-6)/RES}
R1 1 3 1T
R2 2 3 1T
.ENDS
*$
```

Листинг 4.

```
*$
* Device type: Voltage Controlled Potentiometer
* Device name: VC_POTV
* Aythor:      pspicelib@narod.ru Petrakov Oleg
* Date:        16 Dec 2015
.SUBCKT VC_POTV 1 2 3 4 PARAMS: RES=1K
G1 1 3 VALUE={V(1,3)/(1-LIMIT( V(4), 0.999999, 0))/RES}
G2 3 2 VALUE={V(3,2)/LIMIT( V(4), 1, 1e-6)/RES}
R1 1 3 1T
R2 2 3 1T
.ENDS
*$
```

Созданным моделям можно доверять, если они проверены. Для этого можно придумать специальные схемы тестирования (это более эффективно), либо использовать модель в конкретных проектах, где она должна проявить свою адекватность.

На Рисунке 13 показана схема тестирования управляемого напряжением потенциометра VC POT, а на Рисунке 14 – результат

моделирования этой схемы в режиме TRANSIENT. При этом в качестве управляющего напряжения используется плавающий источник линейно-нарастающего напряжения V2, который находится под потенциалом источника V3. По результатам моделирования видно, что при изменении дифференциального напряжения на управляющих входах потенциометра VC POT в диапазоне (0 ... 1)

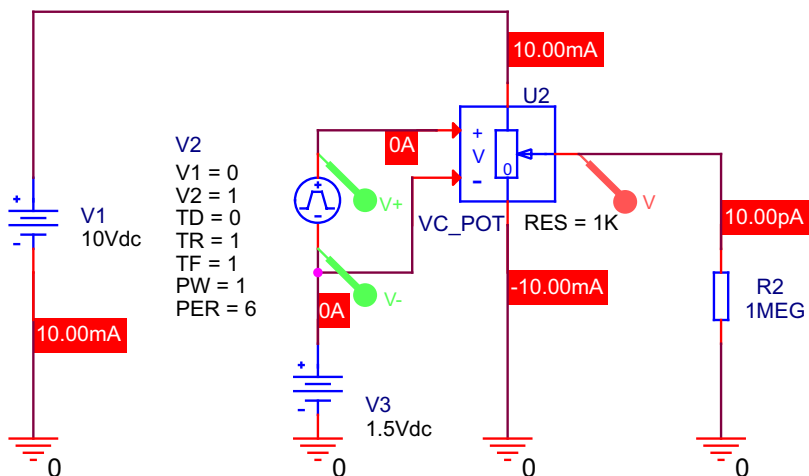


Рисунок 13. Схема тестирования потенциометра VC POT.

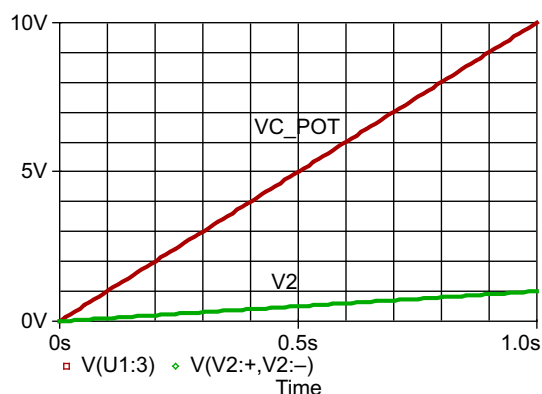


Рисунок 14. Результат TANSIENT моделирования схемы (Рисунок 13).

В, напряжение на движке потенциометра VC_POT меняется в диапазоне (0 ... 10) В. Ток через потенциометр сопротивлением 1K равен 10 мА. Все это позволяет говорить, что PSpice модель потенциометра VC_POT работает правильно.

На Рисунке 15 изображена схема тестирования управляемого напряжением потенциометра VC_POTV с использованием описанной ранее модели Ohmmeter. На Рисунке 16 показан результат моделирования этой схемы в режиме TRANSIENT. При этом в качестве управляющего напряжения используется источник линейно-нарастающего напряжения V2, включенный относительно земли. По результатам моделирования (Рисунок 16) видно, что при изменении напряжения на управляющем входе потенциометра VC_POTV в диапазоне (0 ... 1) В напряжение на движке потенциометра VC_POTV меняется в диапазоне (0 ... 10) В. Омметр U2 показывает, что сопротивление движка потенциометра относительно земли меняется от 0 до 15 Ом. Это позволяет утверждать, что модель управляемого напряжением потенциометра VC_POTV работает правильно.

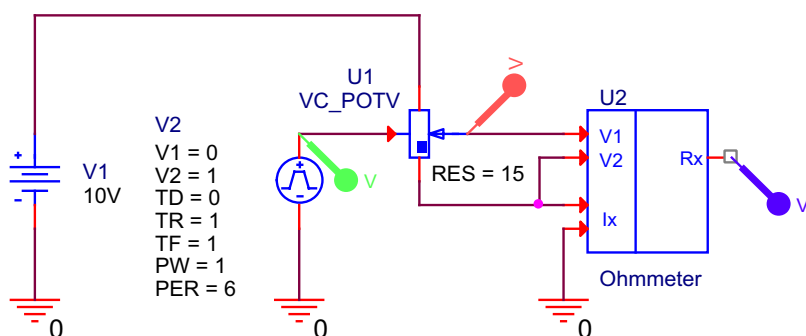


Рисунок 15. Схема тестирования потенциометра VC_POTV.

Пример применения управляемого напряжением потенциометра VC_POTV в реальном проекте регулятора мощности на микросхеме KP1182ПМ1 показан на Рисунке 17. При моделировании в среде OrCAD выходы «NC» компонента KP1182ПМ1 необходимо отметить как неподключенные. Влияние температуры в макромодели KP1182ПМ1 (Листинг 5) не учитывается. Автор модели микросхемы KP1182ПМ1 – Семенов Ю. В.

Отечественная микросхема KP1182ПМ1 представляет собой интегральный тиристорный регулятор мощности, способный работать при напряжении сети переменного тока 220 В. При этом микросхема обеспечивает следующие функции: защиту ламп накаливания от перегорания при включении, регулировку яркости свечения ламп, плавное включение и выключение ламп, регулировку мощ-

ности до 150 Вт без использования дополнительных тириستоров или параллельного включения двух микросхем, возможность последовательного включения с нагрузкой,

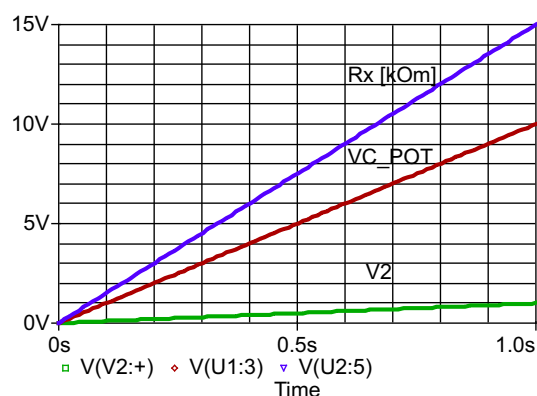


Рисунок 16. Результат TANSIENT моделирования схемы (Рисунок 15).

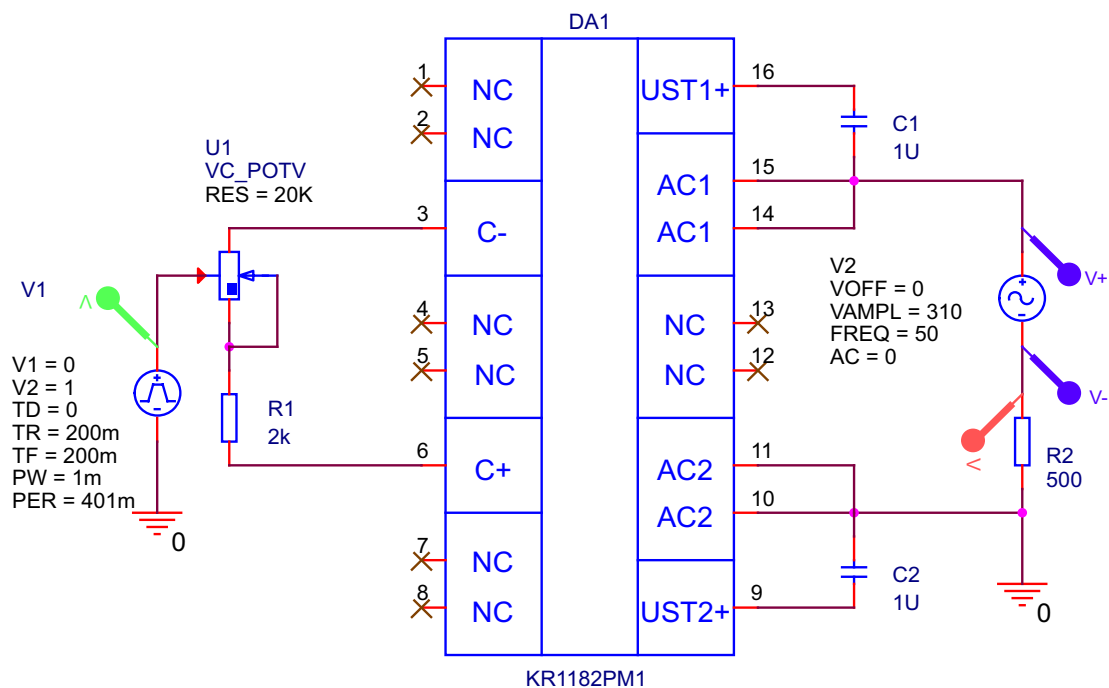


Рисунок 17. Регулятор мощности на микросхеме КР1182ПМ1

ограничение выдаваемой в нагрузку мощности при достижении микросхемой предельно допустимой мощности рассеивания, использование маломощных и низково-

льтных внешних элементов управления. Более подробно о применении этой микросхемы написано в журнале «Ремонт и сервис» №6 за июнь 2002 г.

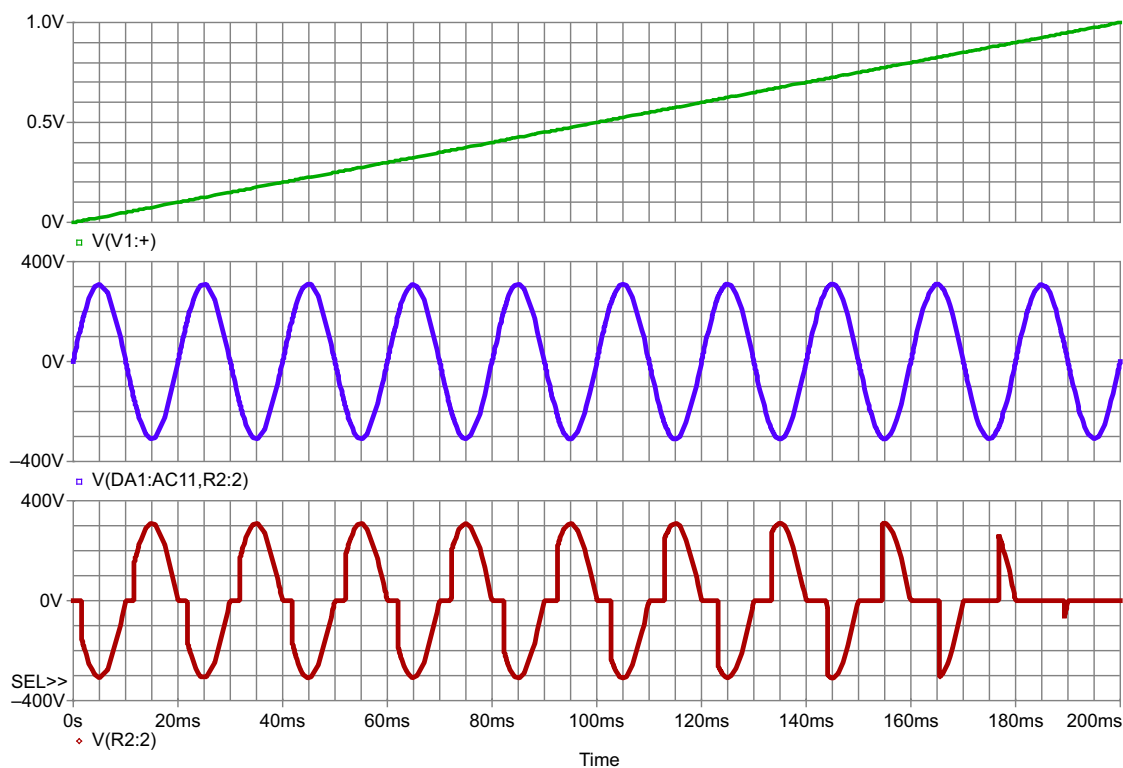


Рисунок 18. Результат моделирования схемы (Рисунок 17) в режиме TRANSIENT. Средний график – напряжение сети. Нижний график – напряжение на нагрузке R2. Управляемый линейно-нарастающим напряжением от 0 В до 1 В (верхний график) потенциометр R1 меняет свое сопротивление от 0 до 20К. При этом видно в динамике, как меняется угол отсечки напряжения на нагрузке в зависимости от положения движка потенциометра.

Листинг 5.

```
.SUBCKT KR1182PM1 AC11 AC12 AC21 AC22 C+ C- UST1+ UST2+
*      |       |       |       |       |
*      силовые выводы 1   |       |       |       |
*              силовые выводы 2   |       |       |
*                      управление+ |       |       |
*                      управление- |       |       |
*                  управляющий электрод 1   |       |
*                  управляющий электрод 2
* PSpice модель KR1182PM1 предназначена для моделирования
* микросхемы KP1182PM1. Влияние температуры не учитывается.
* Сопровождается компонентом и корпусом для системы Orcad.
* При моделировании в среде Orcad выводы "NC" компонента
* необходимо отметить как неподключенные.
* Модель создана 29.04.02 на основе оригинальной
* схемотехники разработчика и производителя микросхемы
* KP1182PM1 - ЗАО НТЦ СИТ http://www.bryansk.ru/sit
* Автор Семенов Ю. В. (8632) 36-90-57, E-mail: syv@rost.ru
XVS2 AC11 UST2+ AC21 VS
*   C   B   E
Q5 N6 N7 N9 NOUT
R6 N10 C- 10k
D5 C- AC21 VD
Q4 N6 N6 N5 POUT
R7 N13 C- 3.6k
R3 N5 N7 1000k
D4 N3 AC11 VD
Q3 N7 N6 N5 POUT
Q2 AC21 N4 UST2+ POUT
R1 N2 N5 10k
D1 N1 N2 VD
D8 C- N7 DZ1
R4 N9 N15 60k
D3 N8 UST2+ VD
R2 N3 C- 10k
Q1 AC11 N1 UST1+ POUT
Q8 N12 N12 N9 POUT
Q10 N11 N10 N9 POUT
R5 N15 C- 4.35k
D2 N4 N5 VD
X1 AC21 UST1+ AC11 VS
D6 N8 UST1+ VD
Q9 N8 N12 N9 POUT
Q12 C+ N15 C- NOUT
Q13 C- C+ N11 POUT
Q7 N14 N10 N9 POUT
D7 N14 C+ VD
Q11 N12 N11 N13 NOUT
Q6 N10 N10 N9 POUT
.ENDS
*$
.SUBCKT VS 1 2 3
*   C   B   E
QP 2 4 1 POUT OFF
QN 4 2 3 NOUT OFF
RF 2 4 800MEG
RR 1 4 533MEG
RGK 2 3 20000
DF 2 4 ZF
DR 1 4 ZR
DGK 2 3 ZGK
.MODEL ZF D (IS=3.2E-16 IBV=100N BV=400)
```

```
.MODEL ZR D (IS=3.2E-16 IBV=100N BV=400)
.MODEL ZGK D (IS=3.2E-16 IBV=100N BV=5)
.ENDS
*$
.MODEL POUT PNP (IS=320F BF=1 CJE=134P TF=8.06U)
.MODEL NOUT NPN (IS=320F BF=100 RC=0.6 CJE=670P CJC=134P TF=538N)
.MODEL VD D(Is=0.1p Rs=16 CJO=2p Tt=12n Bv=500 Ibv=0.1p)
.MODEL DZ1 D( BV=7 IBV=0.01
*$
```

Для подключения библиотек к OrCAD v16.6 при его стандартной инсталляции необходимо выполнить следующие действия.

1. Разархивировать файл с приложениями к статье в любое место на диске компьютера.

2. Скопировать папку *PSPICE166_Articles* с библиотеками в каталог *c:\Cadence*.

3. Скопировать текстовый файл *nom_user_Articles.lib* в папку *\Cadence\SPB_16.6\tools\pspice\library*. В этом файле должен содержаться следующий текст, с указанием путей к библиотечным файлам:

```
* Library of user Oleg Petrakov devices: Analog and Digital
*
* ----- ARTICLES_Potentiometer -----
.lib c:\Cadence\PSPICE166_Articles\Potentiometer\VC_POT.lib
.lib c:\Cadence\PSPICE166_Articles\Potentiometer\VC_POTV.lib
.lib c:\Cadence\PSPICE166_Articles\Potentiometer\Ohmmeter.lib
.lib c:\Cadence\PSPICE166_Articles\Potentiometer\KR1182PM1.lib

* end of library file
```

4. Отредактировать текстовый файл *c:\Cadence\SPB_16.6\tools\pspice\library\nom.lib*. В конец файла следует записать следующие строки, чтобы подключить пользовательскую библиотеку *nom_user_Articles.lib* и сохранить измененный файл:

```
* User Oleg Petrakov
.lib "nom_user_Articles.lib"
* end of library file
```

5. Запустить проект OrCAD, содержащий новые библиотечные компоненты, и убедиться, что PSpice моделирование происходит. На этом все!

Примечание

Эти библиотеки можно подключить и к более старым версиям OrCAD, например к популярной еще версии OrCAD v9.1. Библиотечные файлы с расширением **.LIB* следует оставить без изменений, а вот файлы с расширением **.OLB*, содержащие УГО компонентов, придется создать

заново с помощью редактора OrCAD Capture v9.1. Все остальные действия по подключению библиотек к OrCAD аналогичны описанным выше. **РЛ**

Литература

1. Разевиг В. Д. Система проектирования OrCAD 9.2. СОЛОН. Москва 2001 г.
2. Архангельский А. Я. PSpice и Design Center. Ч. 1. Схемотехническое моделирование. Модели элементов. Макромоделирование. М.: МИФИ, 1996 г.
3. Петраков О. М. Создание аналоговых PSPICE-моделей радиоэлементов. – М.: ИП РадиоСофт, 2004. – 208 с.: ил. – (Книжная полка радиолюбителя. Вып. 8)
4. Хайнеман Р. Визуальное моделирование электронных схем в PSPICE. Пер. с нем. – М.: ДМК Пресс, 2008. 336 с.: ил.
5. Кеон Дж. OrCAD Pspice. Анализ электрических цепей (+DVD). – М.: ДМК Пресс СПб.: Питер, 2008. – 640 с.: ил.
6. Петраков О. М. Поведенческое моделирование в PSPICE. Журнал Схемотехника №3, №4 за 2003 г.

Загрузки

[Рабочие файлы к статье](#)



Фильтрация помех в линиях передачи сигналов и питания

Chris Francis

Design World

Во многих случаях нам приходится заниматься фильтрацией помех в линиях передачи сигналов или питания. Линии питания, идущие от импульсных стабилизаторов напряжения, могут оказаться слишком зашумленными для чувствительных аналоговых схем. Помехи в шины питания или сигнальные линии могут проникать либо от других цепей системы, либо от внешних устройств. Особенно сложной может быть проблема фильтрации линий передачи сигналов, поскольку необходимо удалить все помехи, сохранив при этом целостность полезного сигнала. Такое может быть, если уровни и частотные полосы полезного сигнала и шума имеют один порядок величин. Тогда, возможно, вам придется воспользоваться экранированными кабелями, но часто это является самым нежелательным средством

из-за его высокой цены. Даже в таких высокоскоростных сетях, как, например, 100BASE-TX или 1000BASE-T, используются кабели с витыми парами, а не экранированные, как в сетях 10BASE5. Если в случае сетевого кабеля вы имеете низкий импеданс и большую нагрузочную способность драйвера, то при передаче аналоговых сигналов вы столкнетесь с высоким импедансом и небольшим допустимым током драйвера.

Основным принципом построения многих фильтров, используемых для удаления нежелательных частот или шумовых выбросов, является добавление высокого последовательного импеданса и низкого параллельного. Проще говоря, это будут последовательный резистор и параллельный конденсатор, известные вам как фильтр нижних частот. На первый взгляд может показаться, что хоро-

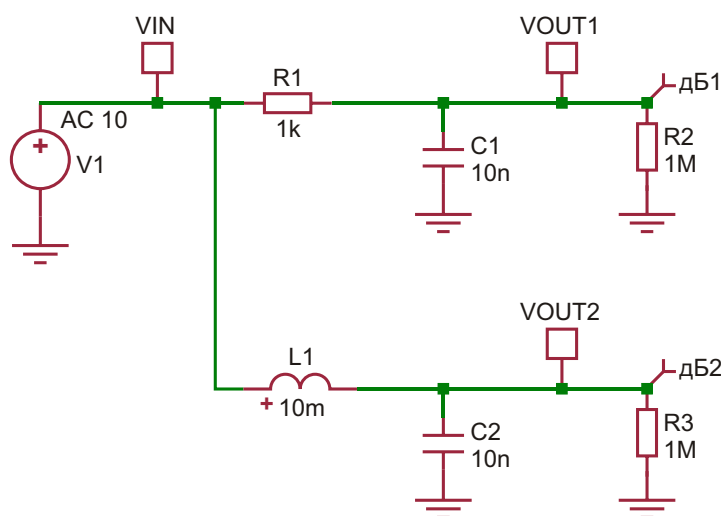


Рисунок 1.

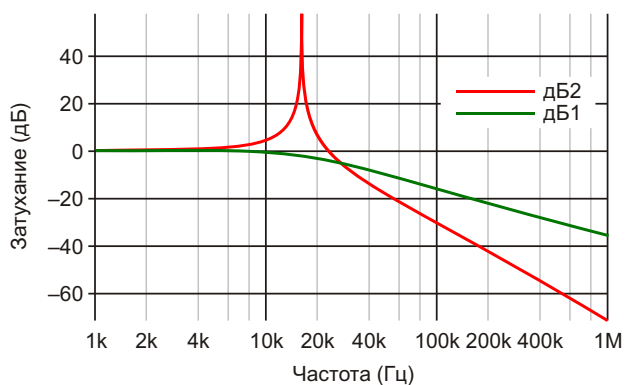


Рисунок 2.

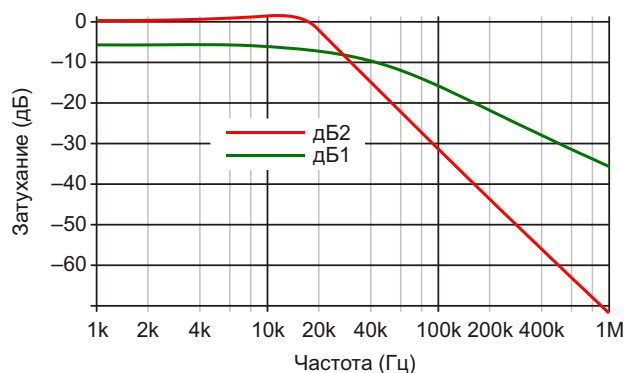


Рисунок 3.

шим способом улучшения ослабления была бы замена резистора на индуктивность, но это не всегда так. С индуктивностью вы будете иметь более крутой наклон характеристики ослабления, но получите резонансную схему, которая может привести к некоторым нежелательным результатам. Рассмотрим изображенный на Рисунке 1 пример с низким импедансом источника сигнала и сопротивлением нагрузки 1 МОм.

Использование комбинации 1 кОм/10 нФ дает частоту среза по уровню -3 дБ порядка 16 кГц и скорость спада 20 дБ/декада (зеленая линия на Рисунке 2). Замена резистора индуктивностью должна улучшить спад до 40 дБ/декада, что и происходит, однако при этом добавляется нежелательный эффект (красная линия на Рисунке 2).

Как вы можете видеть, с индуктивностью затухание становится лучше, но одновременно на частотной характеристике появляется вызванный резонансом пик. Точный отклик, который вы получите, зависит от импедансов источника и нагрузки. Если вы знакомы с конструированием пассивных LC фильтров, то наверняка знаете, насколько

важен учет этих импедансов. Чем они ниже, тем лучше подавляют резонанс. Поэтому поведение таких же фильтров в шинах питания будет другим из-за низкого импеданса нагрузки. Результат замены нагрузки 1 МОм на 1 кОм иллюстрируется Рисунком 3.

Улучшение крутизны спада по-прежнему сохраняется, но теперь выброс подавлен и стал довольно незначительным. Еще одним преимуществом индуктивности перед резистором является то, что потери мощности в последовательном сопротивлении индуктивности и падение напряжения на нем намного меньше. В случае источника питания маловероятно, что вы захотели бы добавить последовательный резистор 1 кОм, но другое дело – дроссель, который при индуктивности 10 мГн имеет последовательное сопротивление намного меньше, чем 1 кОм. Для подавления высокочастотных помех будут полезны компоненты типа ферритовых фильтров, имеющих обычно форму трубок или бусинок. В спецификациях на них указывается величина импеданса на определенной частоте, скажем, 600 Ом на частоте 100 МГц. На низких частотах (например, 100 кГц) их сопро-

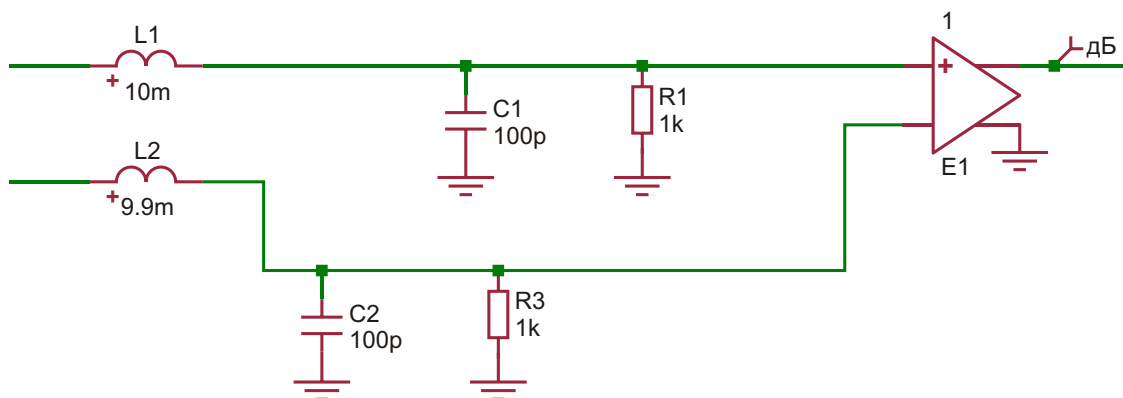


Рисунок 4.

тивление, вероятно, будет меньше 1 Ом, а затухания почти не будет, так как, в основном, эти устройства предназначены для работы на очень высокой частоте.

Еще одно устройство для подавления помех в дифференциальных сигнальных линиях, о котором необходимо знать – синфазный дроссель, обычно представляющий собой тороид с двумя идентичными обмотками. Вследствие взаимной связи между обмотками токи синфазных сигналов складываются, и входной импеданс увеличивается, поэтому индуктивность ослабляет синфазные составляющие сигнала. Для дифференциальных сигналов токи индуктивностей компенсируют друг друга, и на сигналы дроссель не оказывает влияния. Этот эффект иллюстрируется схемой на Рисунке 4. L1 и L2 образуют синфазный дроссель, имеющий взаимную связь между двумя индуктивностями (на схеме не отображена). На схеме показаны индуктивности с немного отличающимися значениями, отображающими небольшой разброс в реальных изделиях.

Частотная зависимость затухания синфазных (зеленая линия) и дифференциальных (красная линия) сигналов показана на

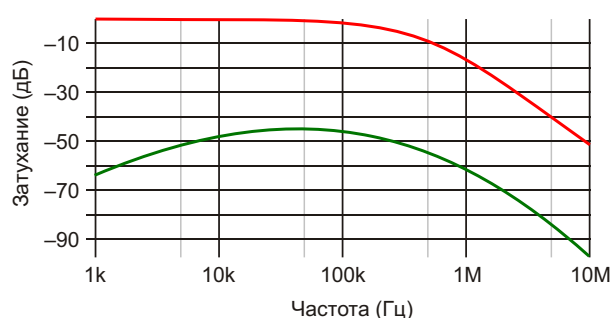


Рисунок 5.

Рисунке 5. В этом примере смоделирован коэффициент связи 0.9. Более высокий коэффициент связи дает лучшие результаты на высоких частотах.

Конденсаторы 100 пФ не являются элементами фильтра, а имитируют входную емкость схемы, которой вы управляете. При более высоких сопротивлениях нагрузки необходимо следить за нежелательными резонансами, даже при малых паразитных емкостях. Целесообразно стремиться к тому, чтобы сопротивление нагрузки было как можно более низким, но в разумных пределах, при которых это не приводит к чрезмерному росту искажений сигнала. **РЛ**

Е•Х•Р•О ELECTRONICA



ufi
Approved
Event

19-я Международная выставка
электронных компонентов,
модулей и комплектующих

0+



15–17 марта

2016

Москва, Крокус Экспо

ВСЕ ЦВЕТ ЭЛЕКТРОНИКИ

Совместно
с выставкой



Организаторы:



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

Получите электронный билет: expoelectronica.ru

Тест Тьюринга: вы разговариваете с человеком или с машиной?

Max Maxfield

EE Times

Представьте, что вам позволено задать пять вопросов, чтобы определить, общаетесь вы с человеком или с машиной. Какие могли бы быть эти вопросы?

Концепция теста Тьюринга впервые была предложена легендарным Аланом Тьюрингом в 1950 году в его статье «Вычислительные машины и разум» (Computing Machinery and Intelligence). Идея заключается в том, что разговор происходит между человеком и машиной с использованием только текстового канала общения, например, компьютерной клавиатуры и монитора.

В классической форме этого теста за разговором наблюдает эксперт, и все три участника отделены друг от друга. Если эксперт не может с уверенностью сказать машина это или человек, тогда считается, что машина прошла тест Тьюринга.

Причиной, по которой я рассказываю здесь об этом, послужило знакомство с парнем по имени Чарли Коултас – волонтером в Национальном музее вычислительной техники в Блетчли-Парк, Англия.

В настоящее время Чарли создает систему, позволяющую посетителям пройти для себя тест Тьюринга и решить, общаются ли они с другим человеком или с машиной. Когда мы впервые начали общаться, Чарли написал мне по электронной почте:

Наш музей посещает довольно много школьников, и ребята всегда рады получить практический опыт. В моем тесте Тьюринга будут задействованы клавиатура и телетайп Крида 1930-х годов, почти такие же, какими пользовался Тьюринг в 1940-х, чтобы организовать тест. Система, основанная на микроконтроллере Microchip PIC18F26K22 с 64

КБ памяти, содержит ряд вопросов наряду с встроенными «интеллектуальными» ответами. Я надеюсь, что, в конечном счете, удастся добавить идиоматический контекст, но для начала я посмотрю, как она работает.



Телетайп Крида 1930-х годов.

Я встроил случайные задержки в несколько сотен миллисекунд между символами при выводе ответа, создающие видимость того, что на телетайпе действительно печатает человек.

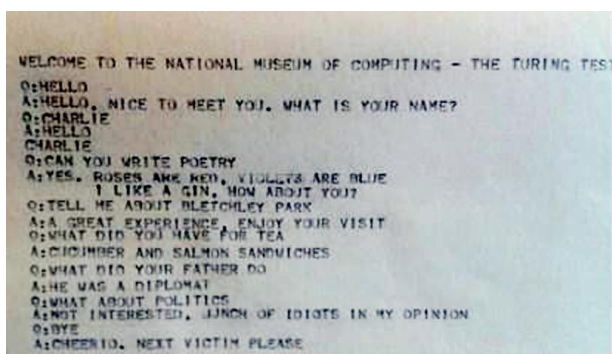
Все заданные вопросы сохраняются во внешней Flash-памяти, так что я могу загрузить их в ноутбук, а затем перепрограммировать внутреннюю Flash-память, добавив новые вопросы и подходящие ответы.

Там будет несколько хитростей, благодаря которым можно будет подумать, что на другом конце действительно сидит человек. Например, на видное место у телетайпа я поставлю ДМВ антенну, намекающую на то, что «там» что-то есть (возможно, человек?).

Кнопка образца 1930-х годов включит удаленный звонок, чтобы запустить тест. Я действительно понятия не имею, что из этого получится, но это должно быть весело.

А незадолго до этого я получил от Чарли ответ, который выглядел так, словно все идет как по маслу. Он сообщал:

Привет, Макс. Машина для теста Тьюринга работает, и работает хорошо. Даже притом, что в ней имеется лишь несколько сотен пар вопрос/ответ, эта машина довольно убедительна. Она пока не прописана в Блетчли-Парк, но мы работаем над этим. Вот фотография одного из коротких тестов:



```
WELCOME TO THE NATIONAL MUSEUM OF COMPUTING - THE TURING TEST
Q:HELLO
A:HELLO. NICE TO MEET YOU. WHAT IS YOUR NAME?
Q:CHARLIE
A:HELLO
CHARLIE
Q:CAN YOU WRITE POETRY
A:YES. ROSES ARE RED, VIOLETS ARE BLUE
I LIKE A GIN, NOW ABOUT YOU?
Q:TELL ME ABOUT BLETCHLEY PARK
A:A GREAT EXPERIENCE. ENJOY YOUR VISIT
Q:WHAT DID YOU HAVE FOR TEA
A:CUCUMBER AND SALMON SANDWICHES
Q:WHAT DID YOUR FATHER DO
A:HE WAS A DIPLOMAT
Q:WHAT ABOUT POLITICS
A:NOT INTERESTED, LUNCH OF IDIOTS IN MY OPINION
Q:BYE
A:CHEERIO. NEXT VICTIM PLEASE
```

Добро пожаловать в Национальный музей вычислительной техники – тест Тьюринга

Вопрос: Привет

Ответ: Привет. Приятно познакомиться. Как тебя зовут?

В: Чарли

О: Привет Чарли

В: Можешь написать стихотворение?

О: Розы красные. Фиалки голубые. Я как джин. Как насчет тебя?

В: Расскажи мне о Блетчли-Парк

О: Замечательное место. Наслаждайтесь визитом

В: Что у тебя есть к чаю

О: Огурец и сэндвичи с лососем

В: Что делает твой отец

О: Он был дипломатом

В: Что насчет политики

О: Не интересуюсь

В: Пока

О: Всего наилучшего. Следующая жертва, пожалуйста

Чарли сказал, что хотел бы знать, какого рода вопросы могли бы задать люди, чтобы подготовить свои ответы заранее, и рассчитывает, что в этом ему помогут.

Итак, представьте, что вы сели перед телетайпом Чарли. Вы можете задать пять вопросов, чтобы определить, общаетесь ли вы с человеком или с машиной (вводить можно только буквы, не числа). Какими будут эти пять вопросов? **РЛ**

Универсальные ждущие мультивибраторы на конфигурируемых логических элементах с входными триггерами Шмитта

Glen Chenier

EDN

Вы можете собрать генератор импульсов, соединив времязадающую RC цепочку с простым логическим элементом «И», имеющим на входе триггер Шмитта. Но если требуется логическая функция, отсутствующая в каталоге стандартных продуктов, к вентилю с триггером Шмитта или инвертору вам придется добавить дополнительный логический элемент. Недавно, занимаясь решением поставленной передо мной задачи, требующей добавления функций генерации импульсов на переполненную компонентами плату ПК, и основываясь на предыдущей публикации [1], я погрузился в изучение сайта Fairchild Semiconductor, пытаясь найти какие-нибудь миниатюрные логические элементы с входными триггерами Шмитта, однако обнаружил лишь «проверенные временем», давно всем знакомые элементы «И» и буферные схемы.

Разочарованный, я принялся исследовать другие логические микросхемы Fairchild, пока не наткнулся на раздел «Конфигурируемые логические элементы». И вот я вдруг понял, что нашел решение своей проблемы. Микросхемы NC7SZ57 и NC7SZ58, упакованные в миниатюрные 6-выводные корпуса для поверхностного монтажа, могут быть сконфигурированы как инверторы, или логические элементы «И», «ИЛИ», а также «исключающее ИЛИ», причем во всех случаях входной сигнал может быть инвертирован. Эти устройства имеют инверсные выходы, работают

при входных напряжениях, превышающих напряжение питания, и имеют высокую нагрузочную способность.

Гистерезисные входы делают эти устройства идеально подходящими для генерации импульсов. В конструкциях, сочетающих цифровую логику с аналоговыми интерфейсами, часто требуется формирование импульсов и задержек, запускаемых внешним сигналом, а также укорочение и растяжка импульсов. Для приложений, не некритичных к длительности импульсов, дополнительные особенности входов с триггерами Шмитта позволяют задерживать сигнал одного из входов, используя времязадающую RC цепь. Когда медленно меняющееся выходное напряжение RC цепочки пересекает верхний или нижний аналоговые пороги переключения, триггер Шмитта трансформирует медленно нарастающие и спадающие напряжения в крутые цифровые фронты.

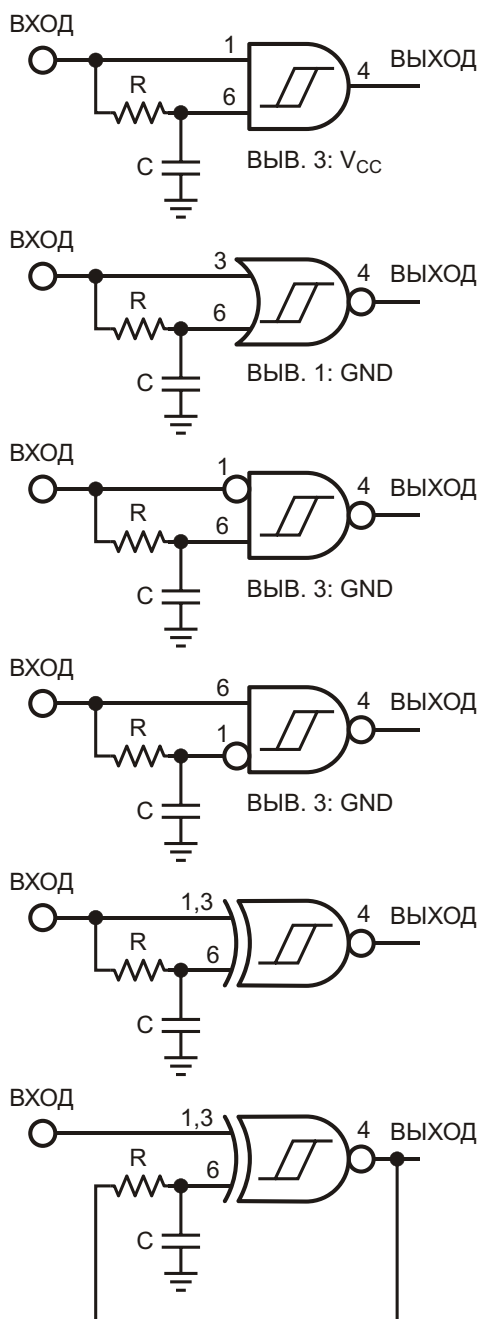
Компания Texas Instruments выпускает функциональные эквиваленты этих схем – SN74LVC1G57 и SN74LVC1G58. Устройства обеих компаний имеют верхние и нижние уровни входных порогов, составляющие в среднем 37% и 63% от напряжения питания, соответственно, пересчитываемые в смещение передних или задних фронтов примерно на одну постоянную времени RC. Согласно опубликованным производителями справочным данным, версии компании Texas Instruments имеют более жесткие допуски на

ПОДКЛЮЧЕНИЕ УСТРОЙСТВ:

ВЫВОД 5: V_{CC}

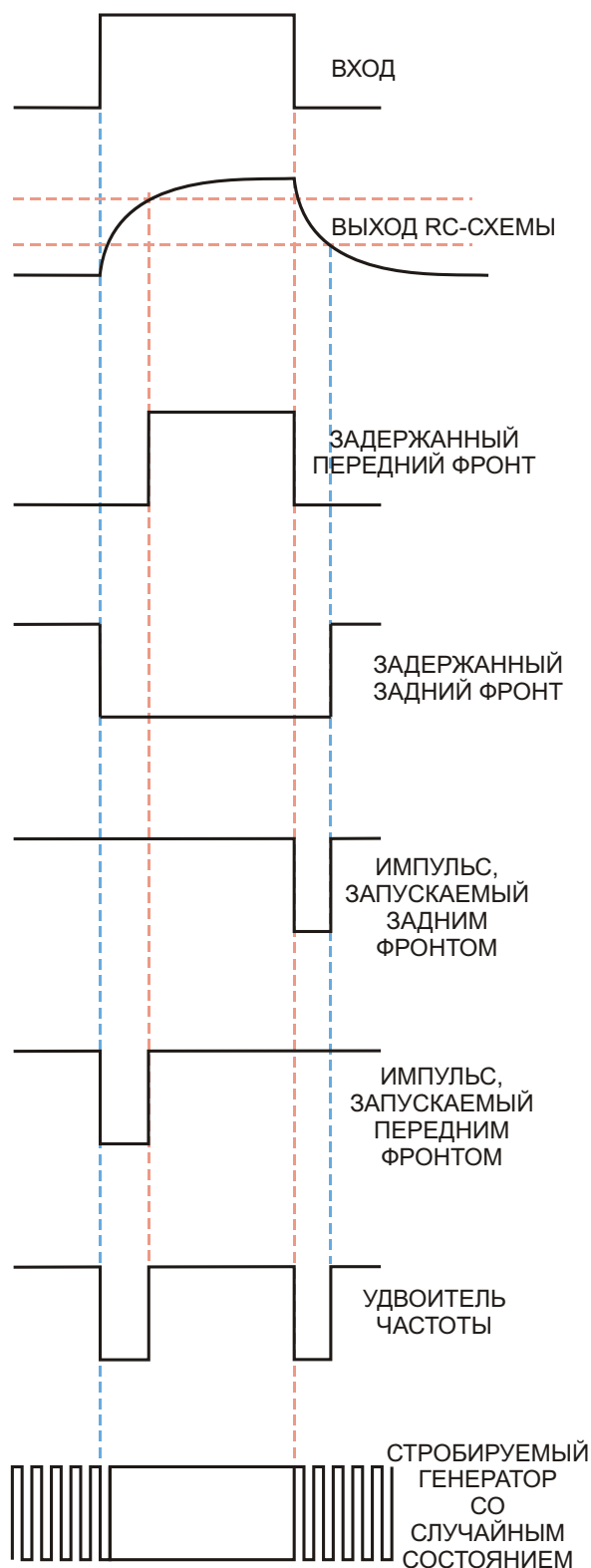
ВЫВОД 2: GND

ВЫВОД 3: ВАРИАНТЫ
СОГЛАСНО СХЕМАМ



а)

ВЕРХНИЙ
ПОРОГ
НИЖНИЙ
ПОРОГ



б)

Рисунок 1. Один логический элемент и RC цепочка могут служить основой целого ряда полезных времязадающих схем.

разброс уровней аналоговых порогов, а значит, позволяют формировать более точные импульсы, чем приборы Fairchild.

С точки зрения цифрового анализа любое напряжение ниже верхнего порога переключения представляет для переднего фронта логический ноль, а любое напряжение выше нижнего порога воспринимается задним фронтом как логическая единица. Эти условия справедливы только после того, как входное напряжение пересечет соответствующий порог, как, например, передний фронт, который приближается к верхнему порогу, но никогда не пересекает его. Это напряжение остается логическим нулем, даже если затем напряжение по заднему фронту опускается до потенциала земли.

Типичные реализации нескольких схем показаны на Рисунке 1а. Обратите внимание, что в некоторых тонкостях эти схемы уступают подлинным мультивибраторам. Например, схема не перезапустится до тех пор, пока не установится напряжение на RC цепочке, что занимает примерно пять постоянных времени. Это значит, что постоянная времени RC цепи должна быть в пять раз меньше интервала между запускающими импульсами. Устройства из семейства SN74LVC1G57 позволяют формировать импульсы, форма которых показана на Рисунке 1б, а устройства семейства SN74LVC1G58 формируют сигналы противоположной полярности. Принцип работы схем очень прост. RC цепочка задерживает фронт на одном из входов, в результате чего входы сразу же оказываются в противоположных логических состояниях. По истечении интервала, равного одной постоянной времени RC

цепочки, задержанное напряжение пересекает верхний или нижний порог триггера Шмитта, и задержанный вход «догоняет» противоположный вход вентиля, сигнал которого проходит напрямую.

Отдельный интерес представляет схема, выделяющаяся из множества других мультивибраторов, запускаемых фронтами только одного направления, которая собрана на логическом элементе «исключающее ИЛИ», и образует мультивибратор, срабатывающий как от передних, так и от задних фронтов, что позволяет ему выполнять функцию удвоителя частоты. Любую из представленных схем, основанных на инвертирующем логическом элементе, вы можете превратить в автоколебательный мультивибратор, соединив инверсный выход с входом, задержанным RC цепочкой, и подав на оставшийся вход разрешающий сигнал. При этом если генератор на вентиле «исключающее ИЛИ» будет остановлен по входу запрета, его выход, благодаря отсутствию синхронизации между импульсом запуска и запрещающим входом, останется в истинно случайном состоянии либо нуля, либо единицы. **РЛ**

Ссылки

1. Roche, Stephan, "Add a Schmitt-trigger function to CPLDs, FPGAs, and applications," EDN, Oct 13, 2005, pg 104.

Материалы по теме

1. [Datasheet Fairchild NC7SZ57](#)
2. [Datasheet Fairchild NC7SZ58](#)
3. [Datasheet Texas Instruments SN74LVC1G57](#)
4. [Datasheet Texas Instruments SN74LVC1G58](#)

настоящее немецкое качество



контрольно-
измерительное
оборудование

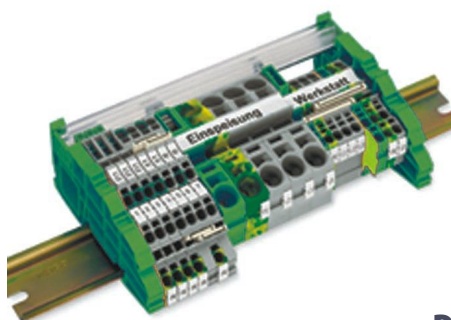


»»JOKARI®
original

инструмент для
разделки кабеля
и снятия изоляции



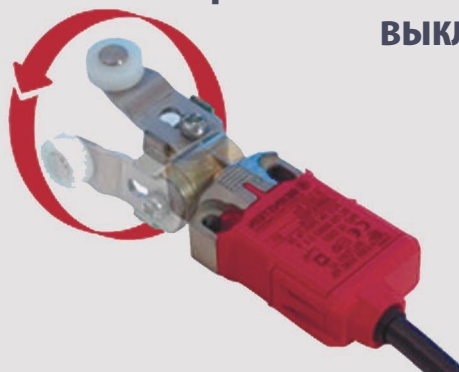
WAGO®
INNOVATIVE CONNECTIONS



клеммы
на DIN рейку
и для печатных плат

BERNSTEIN
safe solutions

промышленные корпуса
выключатели
датчики



ДЕЦИМА

ПОСТАВКА ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ

ДИСТРИБЬЮТОР В РОССИИ

WWW.DECIMA.RU

МОСКВА, ЗЕЛЕНОГРАД, +7(495) 988-4858

Измеритель индуктивности на Arduino

soldernerd.com

В статье мы рассмотрим простую конструкцию, которая, по сути, является Arduino Uno-совместимой платой расширения, позволяющей измерять индуктивность. Такой прибор просто необходим при разработке радиочастотных трактов, импульсных источников питания и DC/DC преобразователей. Автор конструкции посчитал, что это именно тот функционал, который отсутствует

во многих цифровых измерительных приборах-мультиметрах. Существуют специализированные измерители LCR, но зачастую они не позволяют измерять напряжение и ток, поэтому автором было решено сконструировать отдельное устройство для измерения индуктивности (Рисунок 1).

Устройство представляет собой измеритель частоты LC генератора, выполненного

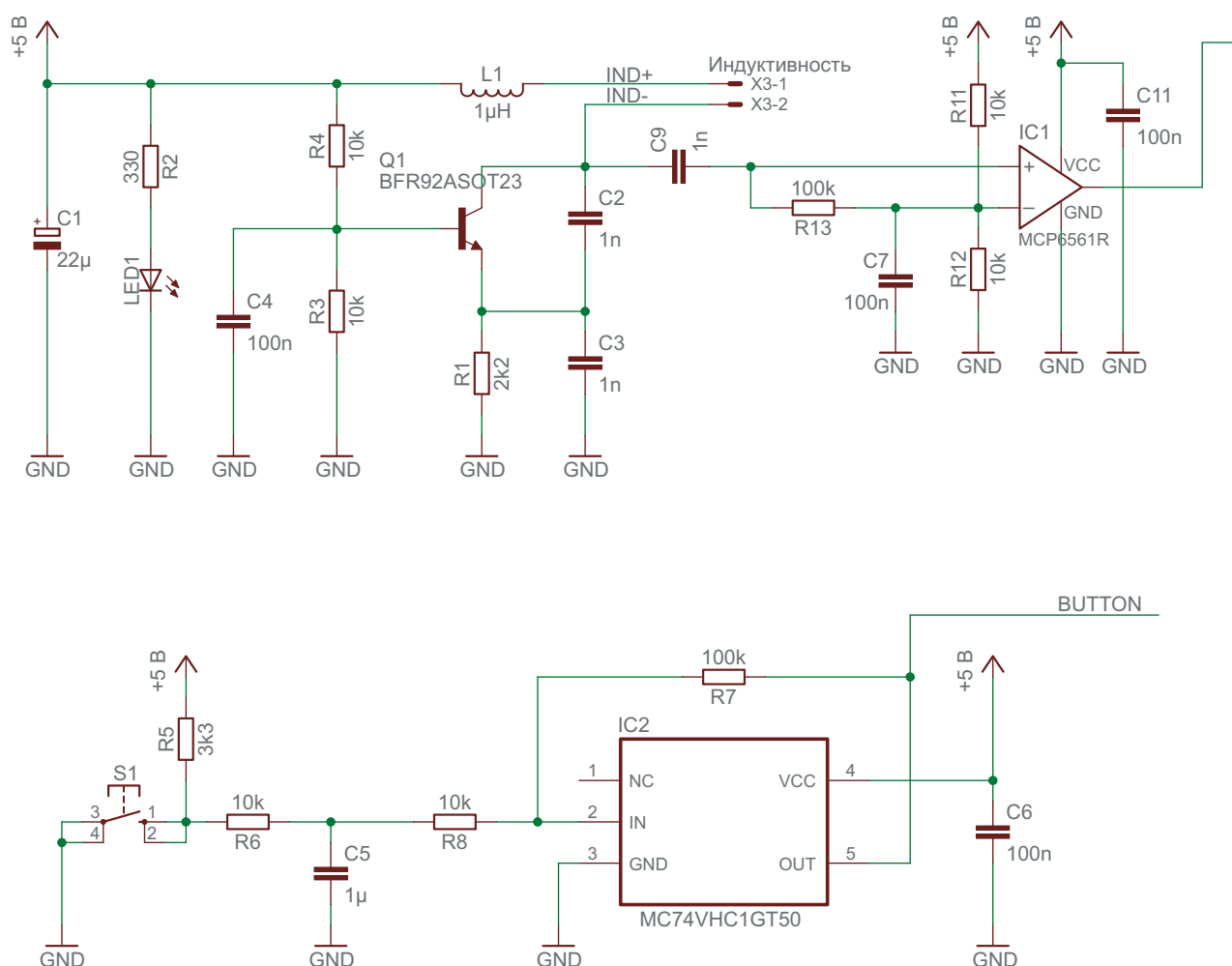


Рисунок 2. Принципиальная схема измерителя индуктивности на Arduino (плата расширения).

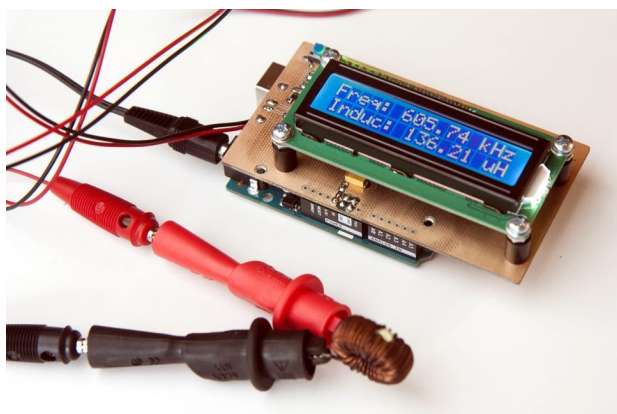


Рисунок 1. Плата расширения Arduino для измерения индуктивности.

по схеме емкостной трехточки (генератор Колпитца, Colpitts Oscillator) на основе комбинации индуктивности и емкости. Величина емкости известна заранее – это конденсатор в схеме колебательного контура, к которому щупами мы будем подключать неизвестную

индуктивность. В таком случае LC генератор начнет работать на некоторой частоте, измерением которой занимается контроллер Arduino. Зная величину емкости и частоту, контроллер по известной простой формуле выполняет вычисление значения индуктивности. Измеренная частота и вычисленное значение индуктивности отображаются на двухстрочном ЖК-индикаторе.

Принципиальная схема платы расширения изображена на Рисунке 2. Плата выполнена в форм-факторе плат расширения Arduino Uno и подключается к разъемам Digital1, Digital2 и Power. Перечень использованных компонентов приведен в Таблице 1.

В схеме LC генератора последовательно с измеряемой индуктивностью установлена индуктивность 1 мкГн (L_1), выполняющая две основные функции. Во-первых, при таком схемном решении LC генератор будет работать при коротком замыкании измерительных

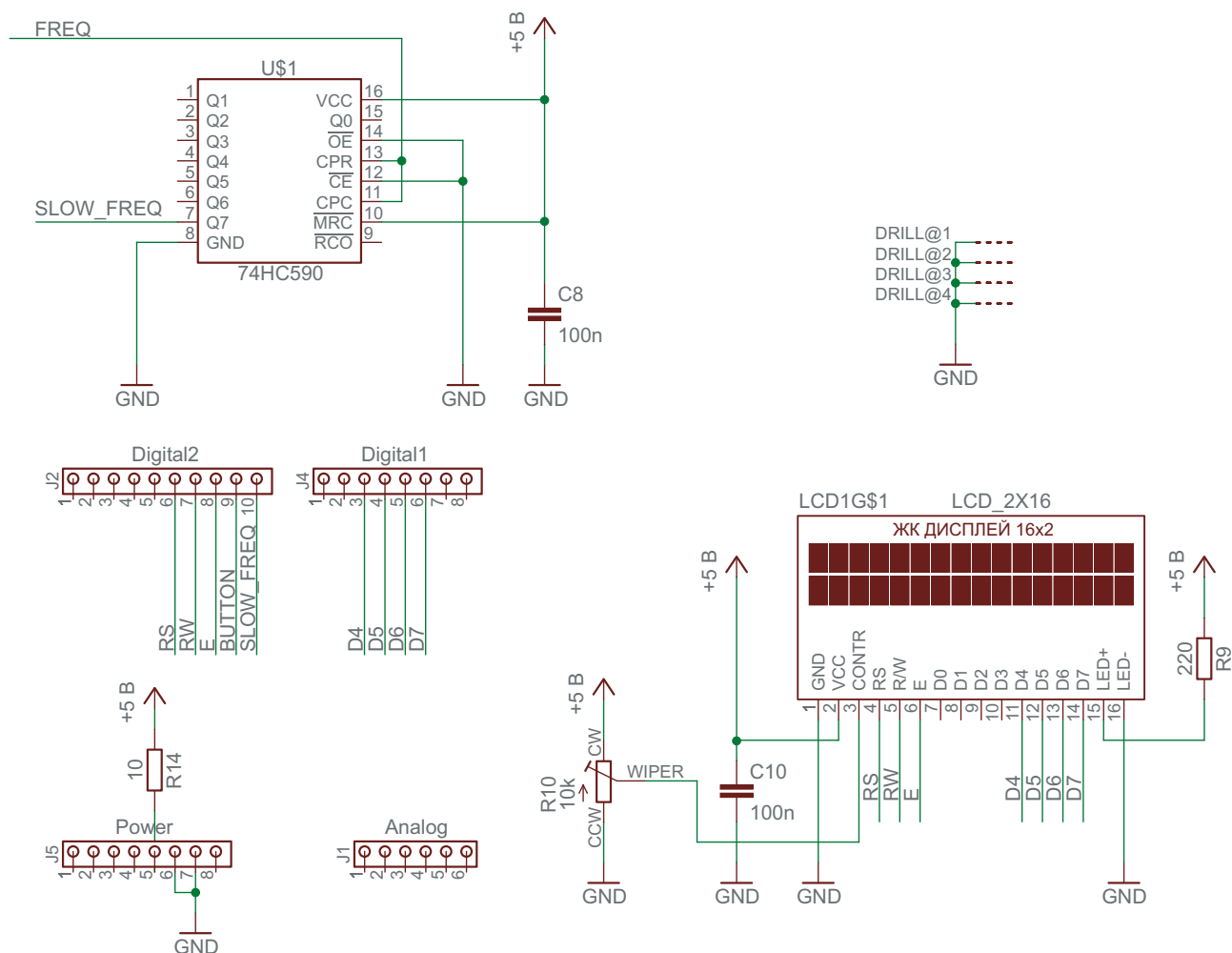


Таблица 1. Перечень использованных компонентов

Обозначение в схеме	Номинал	Примечание
R1	2.2 кОм	
R2	330 Ом	
R3, R4, R6, R8, R11, R12	10 кОм	
R5	3.3 кОм	
R7, R13	100 кОм	
R9	220 Ом	
R10	10 кОм	Потенциометр или подстроечный резистор
L1	1 мкГн	
C1	22 мкФ 16 В	
C2, C3, C9	1 нФ	
C4, C6, C7, C8, C10, C11	100 нФ	
Q1	BFR92A	Корпус SOT23
IC1	MCP6561R	
IC2	MC74VHC1GT50	
U1	74HC590	
LCD1	HD44780	2-строчный символьный ЖК индикатор

щупов, и текущее измерение может использоваться в качестве новой калибровки измерителя. Во-вторых, таким способом мы задаем верхний предел резонансной частоты. Как видно, в схеме генератора используются два конденсатора (C2, C3) емкостью 1 нФ, включенных последовательно. При коротком замыкании щупов последовательно в цепь включается индуктивность L1, которая и определяет верхний предел резонансной частоты, составляющий 7.1 МГц. На практике при указанных номиналах элементов генератор будет возбуждаться на частоте 5.4 МГц.

Преобразование синусоидального выходного сигнала генератора в прямоугольную форму выполняет компаратор Microchip MCP6561R. Это относительно недорогой, но быстрый компаратор, имеющий максимальную задержку распространения сигнала 80 нс, что соответствует диапазону рабочих частот генератора.

Как вы понимаете, 5.4 МГц – это тоже слишком быстро для Arduino. Микроконтроллер работает на частоте 16 МГц, а для обработки каждого импульса от платы расширения потребуется выполнить несколько десятков инструкций. Для решения этой проблемы используется микросхема 8-разрядного двоичного счетчика 74HC590, выполняющего роль делителя частоты на 256. Это дает теоретическую максимальную

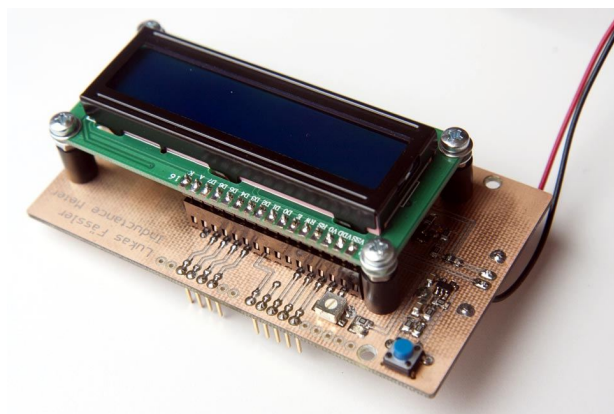


Рисунок 3. Вид платы измерителя индуктивности со стороны ЖК индикатора.

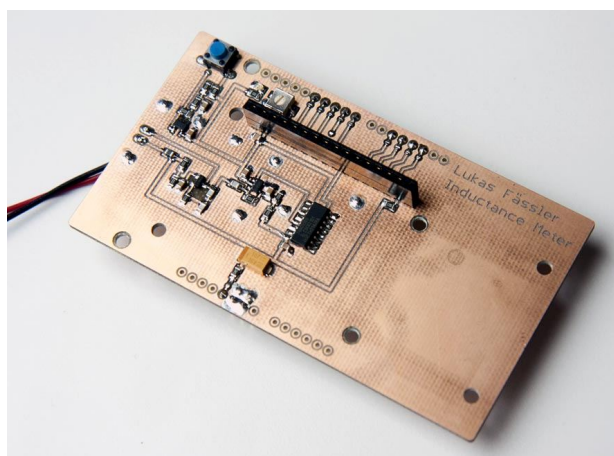


Рисунок 4. Вид платы измерителя индуктивности без ЖК индикатора.

частоту $7.1 \text{ МГц}/256 = 27.7 \text{ кГц}$, с которой Arduino прекрасно справится. Выходной сигнал SLOW_FREQ с делителя частоты поступает непосредственно в микроконтроллер для обработки.

По очевидным причинам на плате расширения установлены двухстрочный ЖК-индикатор и кнопка калибровки (Рисунки 3, 4). Индикатор подключен по 4-битному интерфейсу, для регулировки контрастности используется потенциометр R10. Нажатие кнопки калибровки приводит к обнулению измерителя – текущее измерение принимается как нулевое смещение; например, как мы упоминали выше, калибровку можно провести при замыкании щупов (включена индуктивность 1 мкГн). Подавление дребезга контактов выполняется аппаратно с помощью низкочастотного RC-фильтра и буфера на триггере Шмидта. В рабочем режиме при разомкнутых измерительных щупах на дисплее отображается надпись «Not resonating» (отсу-

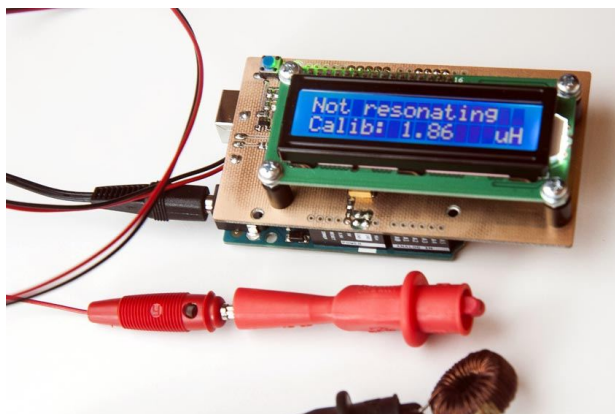


Рисунок 5. При разомкнутых щупах на ЖК индикаторе отображается текущее значение нулевого смещения.

тствует генерация) и текущее значение нулевого смещения (Рисунок 5).

По словам автора, самой большой проблемой являются измерительные щупы, ввиду того, что они имеют небольшую собственную индуктивность. Вы можете выполнить калибровку, нажав на кнопку, но их индуктивность может легко варьироваться в диапазоне ± 100 нГн, в зависимости от того, как вы их держите в руках. После прове-

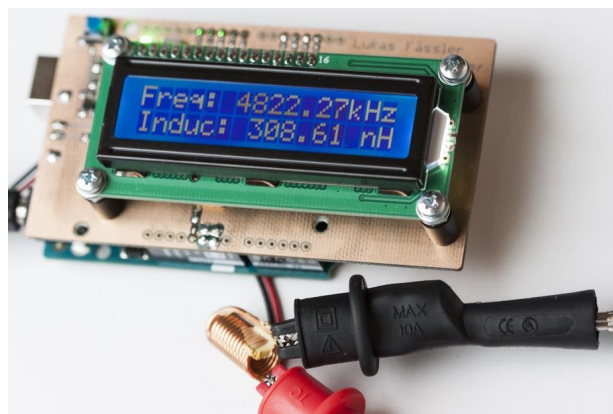


Рисунок 6. Результат измерения малой индуктивности.

дения корректной калибровки прибор способен измерять очень малые индуктивности с достаточно высокой точностью, что иллюстрируется Рисунок 6, на котором показан результат измерения катушки, имеющей всего 12 витков провода (300 нГн). **РЛ**

Материалы по теме

1. [Datasheet Microchip MCP6561R](#)
2. [Datasheet NXP 74HC590](#)
3. [Datasheet ON Semiconductor MC74VHC1GT50](#)

Загрузки

[Исходный код \(скетч Arduino\), принципиальная схема и проект печатной платы \(Eagle, PDF\)](#)



Зарядное устройство для щелочных аккумуляторов

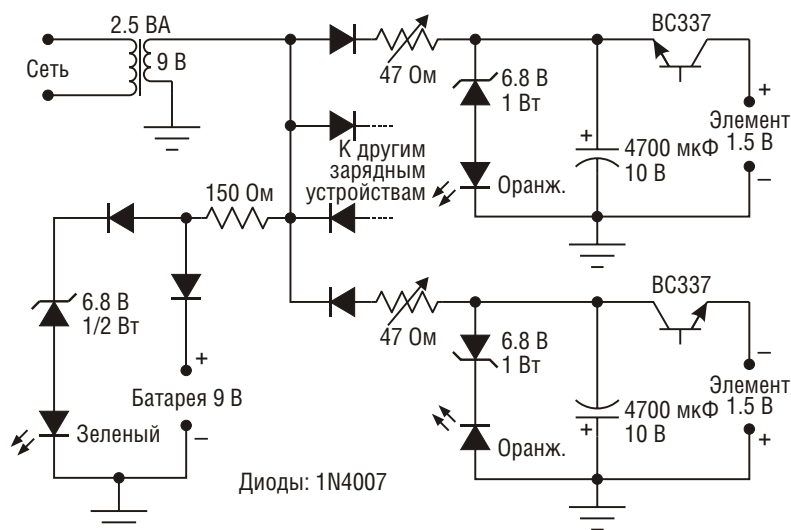
Domenico Di Mario, Италия

<http://digilander.libero.it/bubblegate/ecircuit3.html>

Эта схема специально разрабатывалась для зарядки щелочных аккумуляторов. Необычное включение транзистора в каждом зарядном устройстве заставляет его генерировать колебания, периодически включаясь и выключаясь и, таким образом, перенося накопленный в конденсаторе заряд в аккумулятор. При напряжении на аккумуляторе, равном 1.37 В, оранжевый светодиод мигает приблизительно пять раз в секунду. При полностью разряженном аккумуляторе частота вспышек выше, но в процессе зарядки она постепенно снижается, а при заряженном элементе вспышки прекращаются. Вынимать аккумулятор из устройства необязательно, поскольку по окончании зарядки оно переходит в режим капельного подзаряда, удерживая напряжение в районе 1.6 В. Для установки правильного напряжения вы должны подключить новый неиспользованный элемент и, вращая подстроечный резистор, добиться появления генерации, после чего слегка повернуть регулировочный винт обратно до

срыва генерации. С этого момента устройство будет готово к работе. В устройстве необходимо использовать только указанные на схеме транзисторы, светодиоды соответствующих цветов и стабилитроны с указанными напряжениями, так как они задают конечное напряжение на элементе, и, кроме того, необходимо соблюдать ограничения по допустимой мощности рассеяния компонентов. В схему была также добавлена простейшая цепь для зарядки 9-вольтовых аккумуляторов, заряжающая батарею примерно до 9.3 В. В процессе зарядки зеленый светодиод не горит и включается полностью, когда напряжение на аккумуляторе приближается к своему конечному значению.

Хотя на схеме изображены только два канала, трансформатора мощностью 2.5 ВА вполне достаточно для одновременной зарядки четырех элементов. Для минимизации влияния одной схемы на другую они не имеют никаких общих цепей, кроме сетевого трансформатора, для балансировки нагрузки



которого одна половина зарядных устройств получает питание во время положительной полуволны сетевого напряжения, а другая половина – во время отрицательной. Удостоверьтесь, что вы используете транзисторы с большим коэффициентом передачи тока, такие как BC337-25, а еще лучше – BC337-40. В некоторых случаях из-за разброса параметров транзисторов может получиться так, что добиться генерации схемы вам не удастся. Тогда используйте стабилитроны с чуть большим напряжением – 7.5 В вместо 6.8 В, а оранжевые светодиоды замените зелеными. Для того чтобы схема работала правильно, напряжение, измеренное на вторичных обмотках трансформатора, должно равняться 9.5 В.

Устройство пригодно для зарядки любых щелочных элементов. Аккумулятор типоразмера AA или 9-вольтовая батарея заряжаются в течение одного дня, а для большого аккумулятора типоразмера D может потребоваться до нескольких дней. Лучше всего не допус-

кать полного разряда элемента или батареи, а заряжать их понемногу и чаще, хотя понятно, что это достаточно неудобно. Не пытайтесь перезаряжать полностью разряженный аккумулятор или аккумулятор даже с малейшими признаками повреждения. Наилучшие результаты получаются с батареями, в которых еще остается хотя бы 70% заряда. Чем дольше разряжалась батарея, тем с меньшей эффективностью будет происходить ее перезаряд.

Устройство было испытано также с NiMH аккумуляторами. Несмотря на то, что профиль заряда этих элементов сильно отличается от профиля щелочных аккумуляторов, схема прекрасно работает и с ними, если только вы не оставляете аккумуляторы в зарядном устройстве, что может стать причиной перезаряда, особенно в случае малогабаритных элементов.

Сетевой трансформатор должен соответствовать напряжению, используемому в вашей стране. Обычно это 230 В или 115 В. **РЛ**

Решение некоторых проблем питания систем с несколькими DC/DC преобразователями

Michael Dunn

EDN

Большинству современных электронных устройств требуется несколько напряжений питания. Не редкость, когда их может быть четыре или пять. Но если вы будете использовать несколько несинхронизированных DC/DC преобразователей, вы не только получите неоптимальную конструкцию, но и столкнетесь с неприятностями. В этой статье предлагается способ решения обеих проблем.

Почему неприятности? У меня есть собственный опыт использования нескольких источников питания с разными частотами синхронизации в системе с чувствительной аналоговой электроникой. При определенных условиях разностные частоты (напри-

мер, 10 кГц, если рабочая частота одного преобразователя равна 250 кГц, а другого – 260 кГц) могут проникать на высокоимпедансные входы аналоговых цепей. Нехорошо.

Почему неоптимальная? Конденсаторы входного фильтра DC/DC преобразователя почти так же критичны для работы схемы, как и выходные. Эти конденсаторы, будь они керамические большой емкости, или высококачественные электролитические, в любом случае недешевы. В системе с несколькими источниками питания потребуется полный комплект входных конденсаторов для каждого преобразователя. Но если мы синхронизируем каналы смещенными последовательностями импульсов одной частоты, использо-

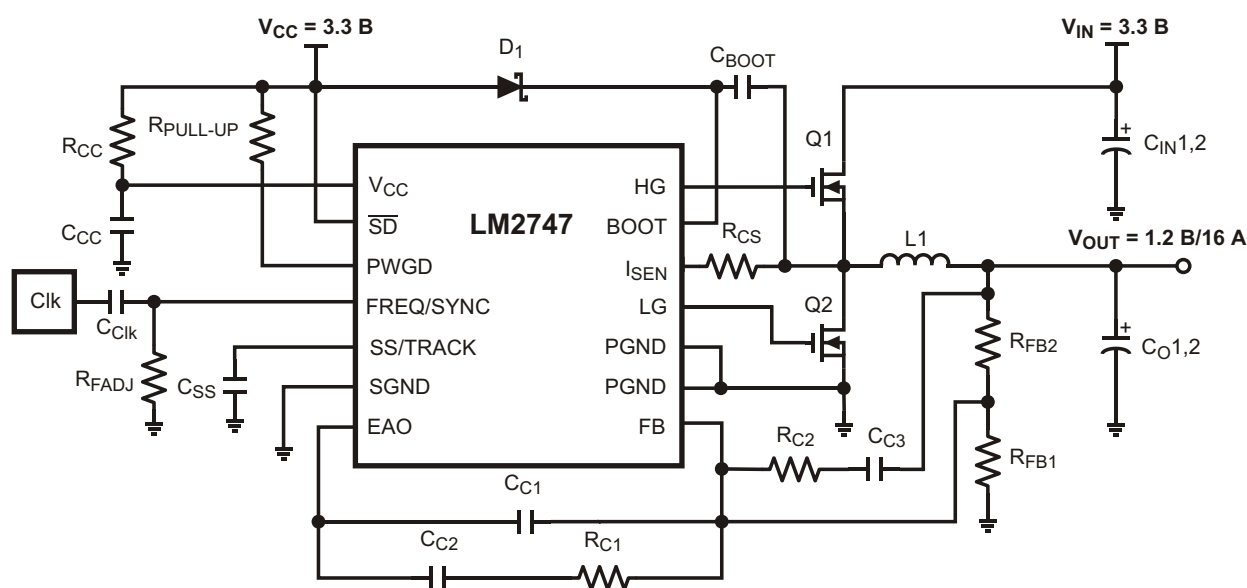


Рисунок 1. Пример DC/DC преобразователя с входом SYNC.

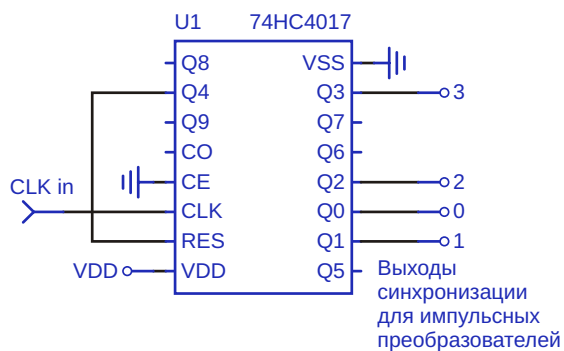


Рисунок 2. Схема синхронизации, управляющая четырьмя преобразователями.

вание конденсаторов можно сделать в некоторой степени «совместным». Стоимость и размеры представленной здесь схемы определены будут меньше, чем стоимость и размеры исключенных конденсаторов. А бесплатным бонусом будут улучшенные характеристики системы.

По счастью многие интегральные и модульные преобразователи сейчас имеют вход синхронизации SYNC. Хороший пример такой микросхемы контроллера – LM2747 (Рисунок 1). В качестве синхронизаторов могут использоваться КМОП микросхемы

счетчиков с дешифраторами, такие как 4017/4022 или 74HC4017 (Рисунок 2). Счетчик тактируется сигналом, частота которого равна требуемой частоте синхронизации, умноженной на число преобразователей. Для того чтобы получить правильный коэффициент пересчета, соедините первый неиспользуемый выход счетчика с входом сброса RES/MR.

Эту конструкцию легко реализовать и на схеме программируемой логики, потенциально не затратив на это ни одного лишнего цента. Разумеется, в то время, пока происходит нарастание напряжения питания, преобразователи синхронизироваться не будут. Питание логики синхронизации должно достичь своего рабочего значения, и сами преобразователи могут включаться с некоторой задержкой. Если для управления используется ПЛИС, может также потребоваться время на ее инициализацию. **РЛ**

Материалы по теме

1. [Datasheet Texas Instruments 74HC4017](#)
2. [Datasheet Texas Instruments LM2747](#)

Для измерения температуры обмотки трансформатора не нужны датчики

Louis Vlemincq

Electronic Design

Идея использования медной обмотки в качестве датчика не нова. Традиционная технология предполагает кратковременное отключение силовой цепи переменного тока и нагрузки и быстрое измерение с помощью омметра. Но представленная здесь схема идет дальше. Она может выполнять измерения прямо в схеме и в реальном времени.

Величина сопротивления определяется путем инжекции небольшого постоянного тока в контролируемую обмотку и измерения результирующего постоянного потенциала. Здесь, однако, следует проявлять осторожность, чтобы избежать серьезных ошибок, которые могут быть вызваны асимметрией силовых выпрямительных диодов, характе-

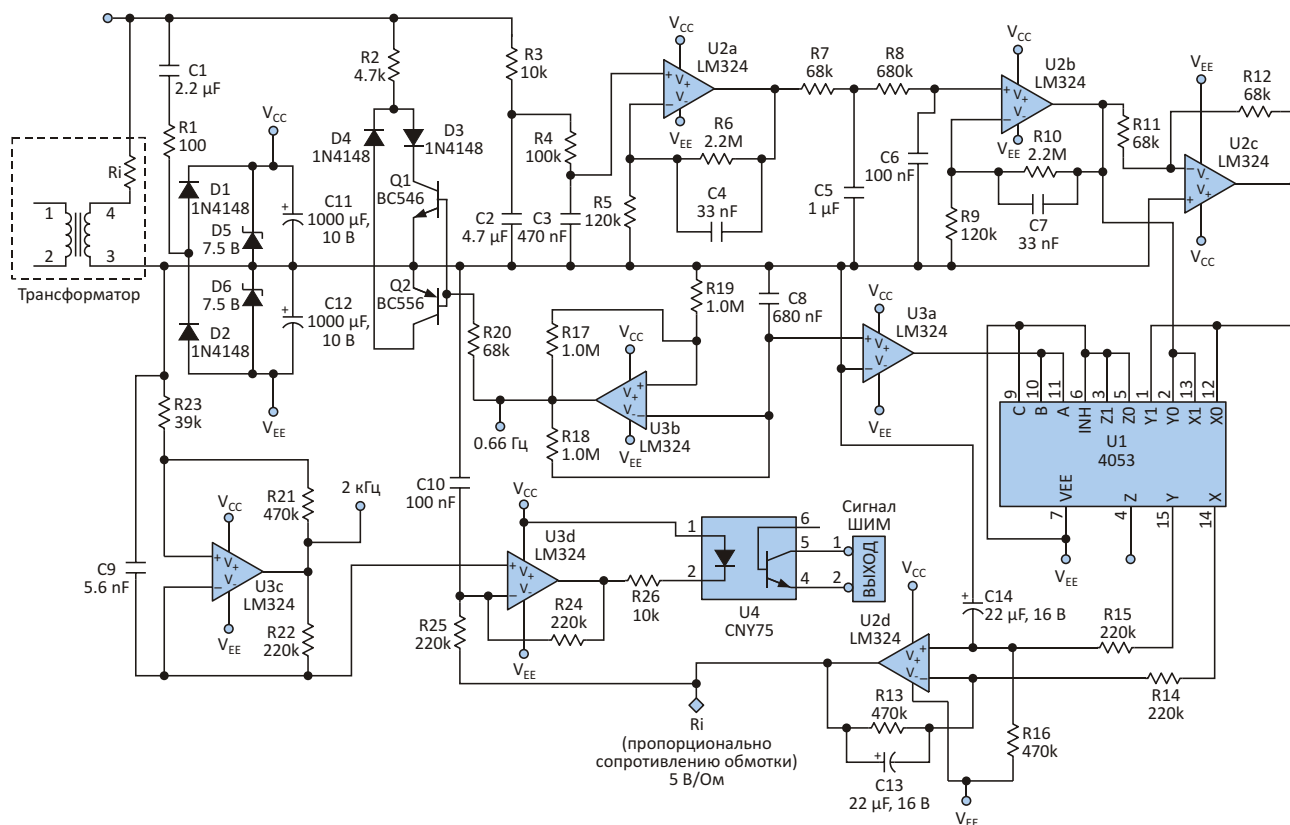


Рисунок 1. Эта схема, свободная от недостатков, присущих другим бессенсорным технологиям температурных измерений, использует в качестве датчика температуру обмотки трансформатора.

ром сетевой нагрузки или температурными градиентами. Для этого мы с очень низкой частотой чередуем полярность тока возбуждения и производим измерение напряжения синхронным методом. Это позволяет изолировать слабый полезный сигнал от присутствующих в схеме намного более высоких напряжений переменного и постоянного тока.

Ток возбуждения генерируется резистором R2 (Рисунок 1). Его полярность определяется элементами D4, Q2 или D3, Q1, которыми управляет генератор сверхнизкой частоты на микросхеме U3b.

Сигнал от трансформатора принимается резистором R3, и далее поступает на первый из каскада фильтров нижних частот, удаляющих частоту сети. Затем, после фильтрации и усиления, он поступает на инвертирующий усилитель U2c для формирования противофазного сигнала.

Оба сигнала используются микросхемой мультиплексора U1, включенного двухполупериодным синхронным демодулятором.

Этот детектор убирает все постоянные и переменные составляющие ошибок, накопившихся в процессе обработки сигнала, и отфильтровывает все частоты, кроме частоты модулирующего сигнала. Выходные сигналы детектора собираются балансным усилителем на микросхеме U2d, вход которого смещен в отрицательную область через резистор R16, и опять же, проходят через фильтр нижних частот.

В результате получается напряжение, пропорциональное сопротивлению трансформатора. При использованных в этом примере значениях сопротивления резистора R2 и усиления схемы, коэффициент пропорциональности равен 5 В/Ом. Схема создавалась для 48-вольтового трансформатора, сопротивление холодной обмотки которого равно 1.5 Ом, с начальным напряжением равным приблизительно 0 В при напряжении отрицательной шины 7.5 В. Температурный коэффициент сопротивления меди равен примерно +0.4%/°C.

Для компенсации фазовых сдвигов, вносимых многочисленными низкочастотными фильтрами, опорный сигнал для синхронного детектора берется не непосредственно, а с конденсатора C8. Дополнительно демодулированный выходной сигнал можно сравнивать с каким-либо внутренним пороговым

напряжением, например, для того, чтобы сформировать тревожный сигнал перегрева.

В этом примере показан более универсальный вариант, когда напряжение преобразуется в низкочастотный сигнал ШИМ и передается во внешний мир через оптоизлятор U4.

Сигнал ШИМ, независимо от коэффициента передачи оптрона, одинаково легко может поддерживать как линейные, так и цифровые интерфейсы. При добавлении подтягивающего резистора сигнал может использоваться непосредственно входом микроконтроллера, или быть пропущен через фильтр нижних частот для восстановления аналогового значения.

U3c служит задающим генератором ШИМ, работающим на частоте 2 кГц, треугольные импульсы которого U3d сравнивает с выходным сигналом.

Вся схема берет питание от контролируемой обмотки через конденсатор C1.

В описываемой схеме конденсаторы C13 и C14 полярные. В нашем случае это нормально, но при других диапазонах измерения и масштабах преобразования они могут оказаться под обратным напряжением, и должны быть заменены неполярными. Выходное напряжение пропорционально также напряжению трансформатора, и если требуется истинная точность, необходимо включить элементы коррекции.

Эта схема обладает множеством преимуществ:

- Схеме не требуется специальный датчик, что позволяет использовать ее с любым трансформатором.
- Поскольку датчиком является сам измеряемый элемент, не возникает проблем теплового контакта или задержки между реальными и измеренными значениями.
- Не требуется дополнительная обмотка.
- Схема не требует внешнего источника питания и потребляет лишь незначительную дополнительную мощность, забираемую от трансформатора.
- Низкоуровневый тестовый сигнал не оказывает влияния на работу трансформатора.
- Выход схемы имеет изолированную и удобную конфигурацию.
- Схема отличается простотой самокалибровки. Если коэффициент ее усиления

задан так, что при холодной обмотке напряжение имеет точное значение (например, 0 В), то каждый дополнительный вольт соответствует определенному приросту температуры (в нашем примере это 34 °С).

- Усиление и элементы возбуждения могут быть подобраны в соответствии с параметрами любой обмотки, что позволяет использовать схему для контроля других

типов моточных компонентов: электродвигателей, электромагнитов и т. д.

- Все вышеперечисленное достигнуто с использованием дешевых общедоступных компонентов. **РЛ**

Материалы по теме

1. [Datasheet Texas Instruments CD4053](#)
2. [Datasheet Vishay CNY75](#)
3. [Datasheet Texas Instruments LM324](#)

Супервизор питания уменьшает ток катушки реле

Peter Baxter

EDN

В этой статье показано, как, используя в драйвере катушки реле микросхему супервизора питания ценой 63 цента, можно немного снизить ток удержания.

На вопрос о токе катушки реле Omron G5V-2 с двумя группами переключающих контактов большинство дает ответ порядка 25 мА. Реальные измерения показывают 100 мА. Однако после переключения для удержания большинства реле достаточно тока, не превышающего 5% от тока включения. Даже показанное в примере ниже миниатюрное переключающее реле Omron G5V-1 имеет ток катушки 30 мА при напряжении 5 В.

Разработано огромное количество схем, предназначенных для снижения тока удержания. Часть из них основана на дискретных компонентах, причем в качестве времязадающих элементов используются электролитические конденсаторы большой емкости. Уди-

вительно, но предлагаемое здесь решение нигде ранее не описывалось.

Использование двух линий порта ввода/вывода

Использование двух выходов для управления одним реле, если такая возможность имеется, будет самым разумным подходом. При этом одна линия порта ввода/вывода включает реле, а вторая его удерживает (Рисунок 1). Сначала на выходах обоих портов устанавливаются высокий уровень, а спустя 20 мс сигнал «ВКЛЮЧЕНИЕ» возвращают обратно в низкий уровень, оставив «УДЕРЖАНИЕ» высоким до тех пор, пока не потребуется включить реле.

Между коллектором транзистора Q2 и катушкой реле включается устройство для ограничения тока и напряжения, такое как резистор, стабилитрон или цепочка диодов.

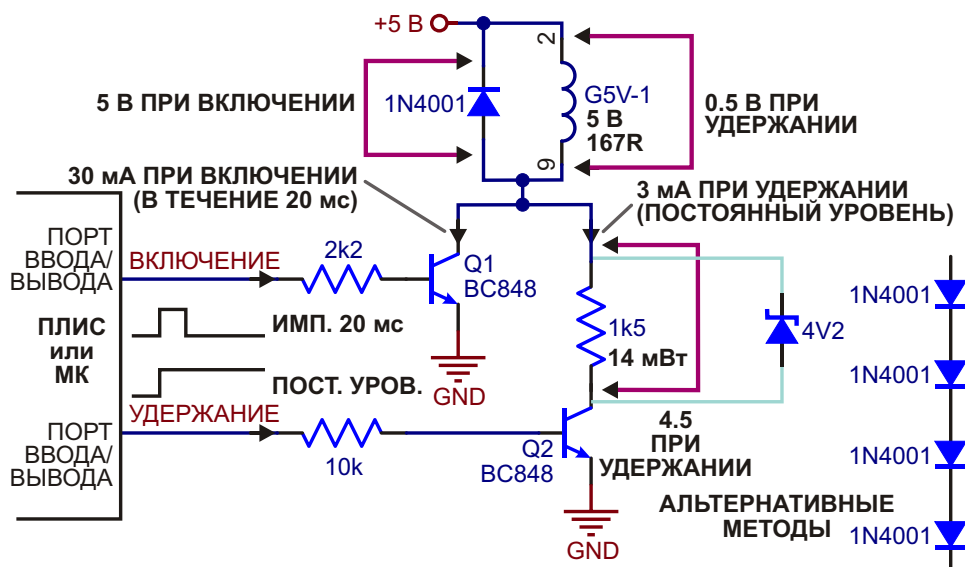


Рисунок 1. Самый простой подход: для снижения тока катушки реле используется второй выход порта ввода/вывода.

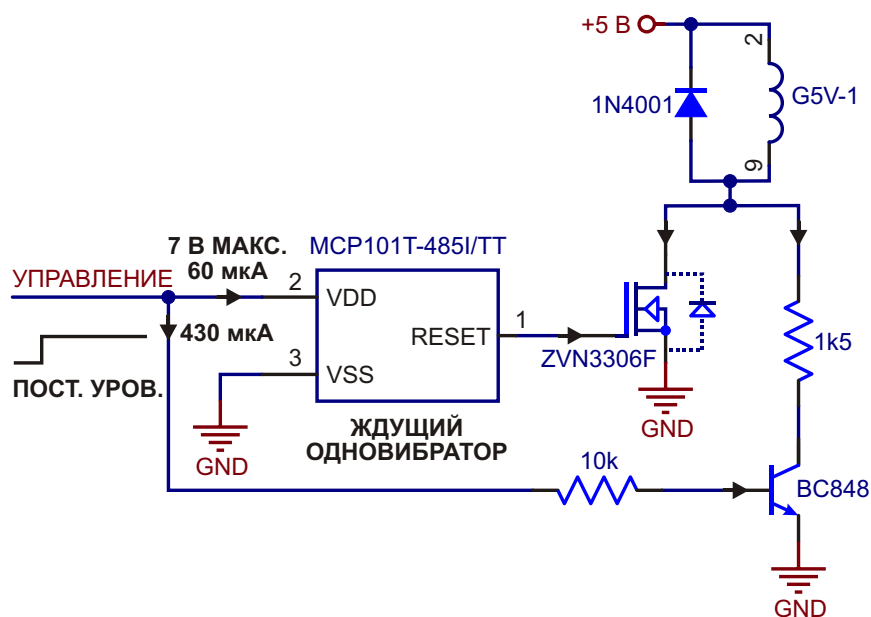


Рисунок 2. Для формирования импульса тока можно использовать микросхему с активным высоким уровнем. Хорошо работают со многими реле приборы MCP101 и ZVN3306F. Подходят и аналогичные устройства, например, MAX810.

Эти компоненты рассеивают очень небольшую мощность – обычно от 10 мВт до 25 мВт.

Использование супервизора питания

Часто остается доступной лишь одна линия управления. Решение для такого варианта может основываться на ждущем мультивибраторе (Рисунок 2).

Для этой цели идеально подходят супервизоры сброса микроконтроллера в маленьких корпусах SOT-23. Компоненты с активным низким уровнем, если они имеют открытый сток, способны пропускать достаточный ток и выдерживать необходимое напряжение, могут использоваться для управления реле непосредственно. В противном случае требуется супервизор с низким активным уровнем и транзистор между супервизором и катушкой реле.

Некоторые соображения

Весь ток, необходимый для управления биполярными транзисторами и MOSFET, забирается из линий управления. Поэтому, чтобы не допустить проседания высокого уровня входного напряжения, базовый ток n-p транзистора должен быть достаточно

низким. Если управляющее напряжение не сможет достичь порога включения супервизора, импульс сброса не сформируется. Выполнить конструктивные требования будет проще, воспользовавшись микросхемой супервизора, которая может питаться напряжением существенно более высоким, чем порог срабатывания.

В большинстве случаев указанное в справочных данных время включения реле не превышает 10 мс. Многие микросхемы супервизоров питания для микропроцессоров генерируют импульсы длительностью 100 мс или больше, что для нашего случая не является проблемой, если, конечно, вы не ставите перед собой цель абсолютной минимизации потребления мощности.

Светодиоды статуса

На этапе отработки прототипа схемы может оказаться полезным подключить к определенным узлам светодиоды, чтобы програм-

Таблица 1. Слаботочные светодиоды

Изготовитель	Прибор	Корпус
Rohm	SML-A1	0603
Vishay	TLMA3100	PLCC2
Osram	Chipled LT QH9G	0402

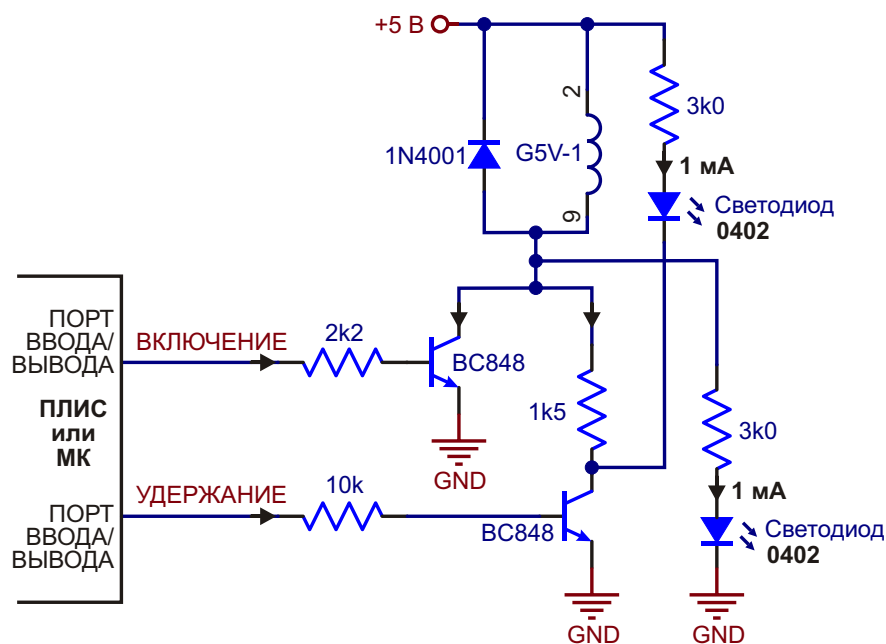


Рисунок 3. Если вы захотите добавить статусные светодиоды, расположите их по обе стороны от устройства ограничения тока и напряжения.

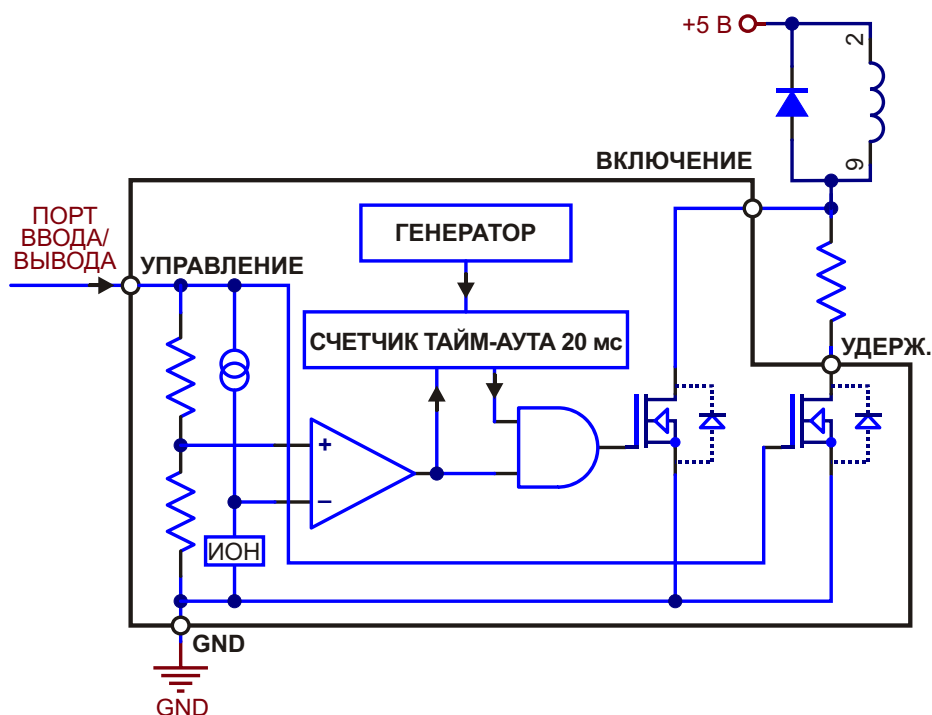


Рисунок 4. Реализация этой конструкции в виде коммерческой микросхемы могла бы иметь успех на рынке.

мист мог немедленно увидеть, что программа активировала схему (Рисунок 3). Это сократит количество необходимых измерений, выполняемых с помощью осциллографа.

Хотя изготовители часто не сообщают, могут ли их светодиоды работать при токах

1 мА и менее, многие приборы светятся вполне нормально. Наиболее подходящими с этой точки зрения являются более миниатюрные светодиоды, например, в корпусах типоразмера 0402. Можно предположить, что при токе 1 мА будут работать приборы, перечис-

ленные в Таблице 1, хотя на практике это не проверялось.

А что, если превратить их в коммерческие компоненты?

Я думаю, что если немного доработать микросхему супервизора питания, такой драйвер реле пользовался бы коммерческим

успехом (Рисунок 4). В конце концов, использовать реле и управлять ими мы будем еще долго. **РЛ**

Материалы по теме

1. [Datasheet Microchip MCP101](#)
2. [Datasheet Maxim Integrated MAX810](#)
3. [Datasheet Diodes ZVN3306F](#)

Монолитный преобразователь для высоких выходных напряжений

Jesus Rosales, Linear Technology

Design Note 545

Введение

В промышленных, телекоммуникационных, медицинских и автомобильных приложениях используются разнообразные стабилизированные напряжения, включая высокие и отрицательные напряжения. Когда разработчик сталкивается с промышленным производством источников питания, возникает необходимость упрощения изделия за счет минимизации перечня компонентов, а также числа необходимых микросхем управления. LT8331 позволяет решить обе задачи благодаря интегрированному 140-вольтовому ключу с допустимым током до 500 мА, программируемой рабочей частоте, сверхнизко-

му собственному току потребления и переключению в пульсирующий режим при облегченных нагрузках.

Как видно из Рисунка 1, при использовании этого простого повышающего преобразователя высоковольтные приложения реализуются очень легко. Схема в традиционной повышающей конфигурации может отдавать в нагрузку ток от 25 мА до 80 мА при напряжении 120 В, а в двухкаскадном варианте, для которого надо добавить лишь несколько обведенных пунктирной линией компонентов, – от 12 мА до 40 мА при напряжении 240 В. Нагрузку можно подключать только к V_{OUT2} , или к комбинации узлов V_{OUT1} и V_{OUT2} .

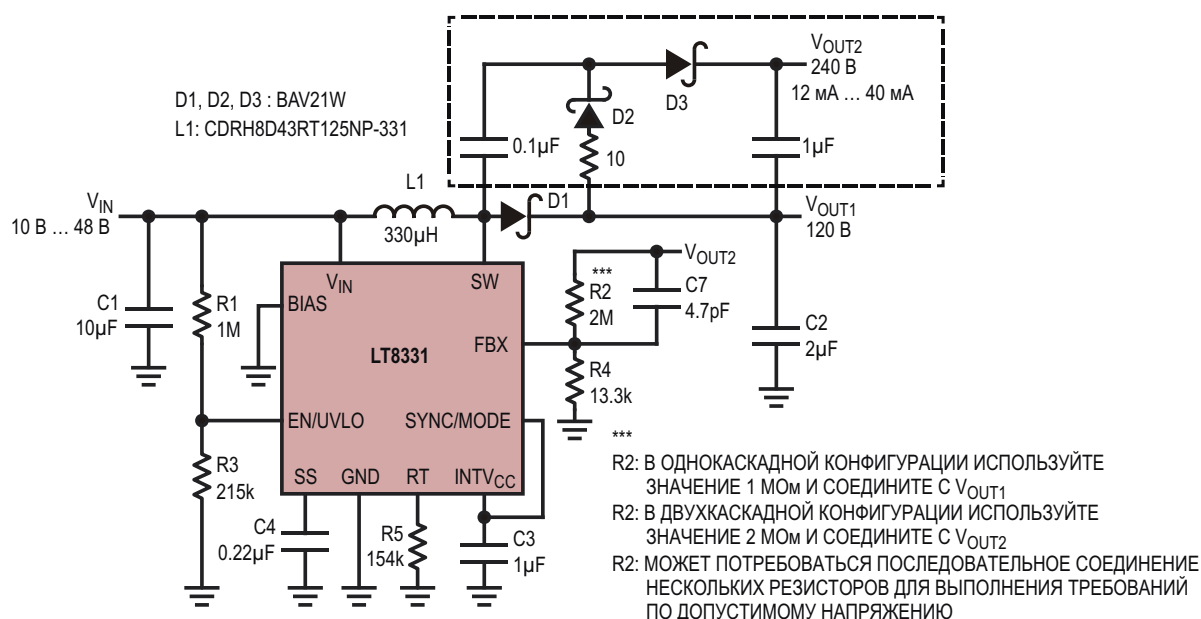


Рисунок 1. Повышающий преобразователь с выходным напряжением 120 В или 240 В.

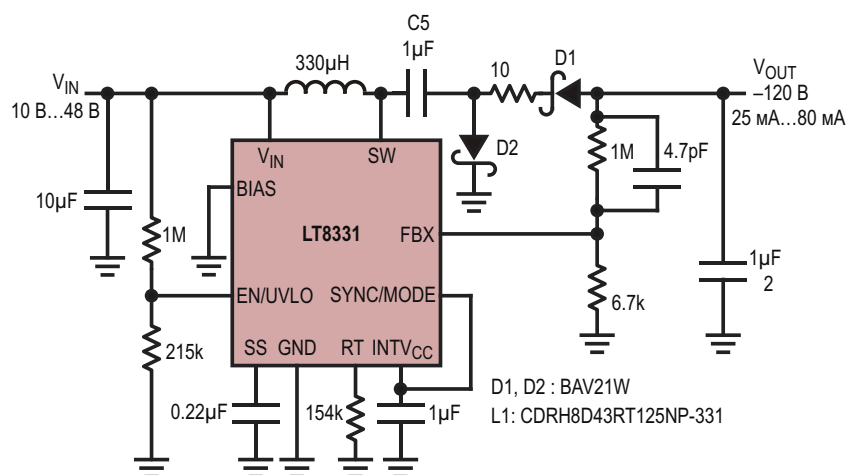


Рисунок 2. Инвертирующий преобразователь с выходным напряжением –120 В.

Высокое отрицательное выходное напряжение легко получить в конфигурации, показанной на Рисунке 2. В этом режиме преобразователь позволяет полностью использовать размах импульсного напряжения, для чего следует добавить в схему конденсатор и диод. Разделительный конденсатор C5 отсоединяет вход от выхода в режиме останова, подобно тому, как это происходит в преобразователе Кука.

На Рисунке 3 изображен преобразователь Кука на основе микросхемы LT8331, а на Рисунке 4 – зависимость КПД этого инвертора от тока нагрузки при входном напряжении 12 В. Как видим, пиковый КПД преобразователя равен 84%. Когда ток нагрузки падает примерно до 40 мА, включается пульсирующий режим, который позволяет поддерживать КПД преобразователя на приемлемом уровне 73%, даже при токе нагрузки 1 мА.

Собственный ток потребления LT8331 очень мал. Микросхема может работать в режиме, когда частота переключения прогрессивно снижается по мере падения тока нагрузки. Этот режим позволяет преобразователю при легких нагрузках одновременно сохранять высокий КПД и низкие выходные пульсации. При ненагруженном выходе входной ток равен всего 29 мкА, и еще 11 мА забирает резистивный делитель на входе FBX. Если преобразователь выключен по входу EN, входной ток уменьшается примерно до 1 мкА при входном напряжении 5 В, и до 2 мкА при 12 В. В режиме останова значительная доля потребляемого тока приходится на резистивный делитель, подключенный к выводу EN/UVLO.

При допустимом диапазоне входных напряжений от 4.5 В до 100 В и выходном напряжении 140 В LT8331 является прекрас-

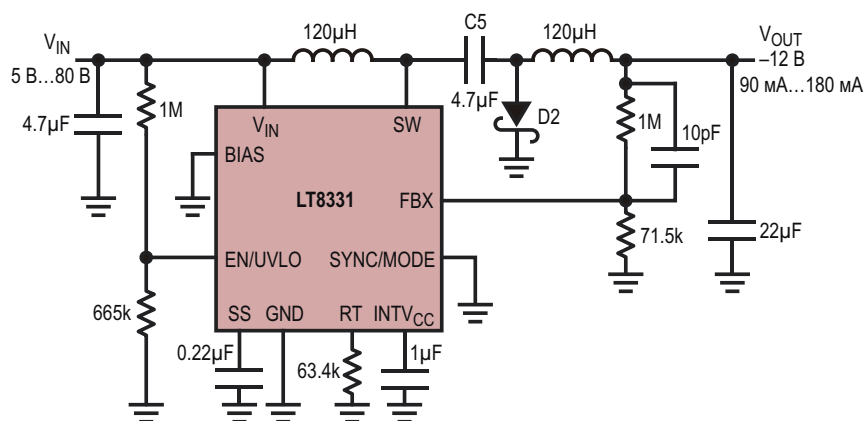


Рисунок 3. Преобразователь Кука с выходным напряжением –12 В.

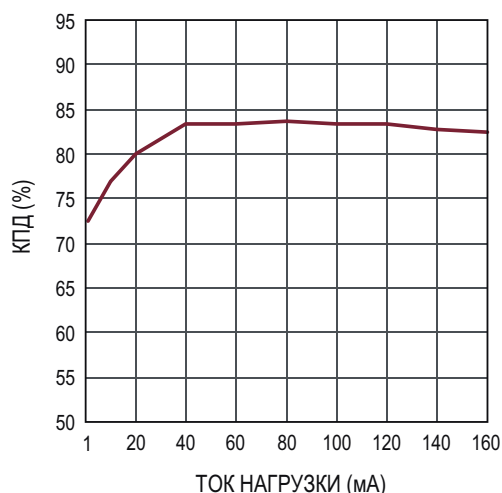


Рисунок 4. Зависимость КПД схемы на Рисунке 3 от тока нагрузки при входном напряжении 12 В.

ным кандидатом на использование в преобразователях Кука и SEPIC. Разделительный конденсатор С5 разрывает связь по постоянному току между входом и выходом, что желательно в приложениях, где выход должен

отключаться от входа. Дополнительным преимуществом этого является отсутствие тока, текущего через резистивный делитель обратной связи на входе FBX. Импульсное напряжение в этих преобразователях равно сумме входных и выходных напряжений.

Заключение

Позволяя сократить количество внешних компонентов, LT8331 упрощает создание приложений с высоким выходным напряжением и широким диапазоном входных напряжений. Внутренний 140-вольтовый ключ этой микросхемы, рассчитанный на ток 500 мА, входное напряжение до 100 В, программируемая частота переключения и работа в пульсирующем режиме при облегченных нагрузках делают LT8331 идеальным прибором для широчайшего диапазона приложений. **РЛ**

Материалы по теме

1. [Datasheet Linear Technology LT8331](#)

Имитаторы аккумуляторов для проверки зарядных устройств

Alan Adamsky

Electronic Design

Описанные здесь две схемы имитаторов аккумулятора помогут вам быстро проверить зарядное устройство в реальных условиях нормальной работы, а также в случаях глубоко разряженной батареи. Схемы позволяют установить любое напряжение, при котором должно работать испытываемое устройство. Поддерживая постоянное выходное напряжение, имитаторы, представляющие собой параллельные стабилизаторы, с успехом выполняют функции дорогих активных нагрузок.

Схема, изображенная на Рисунке 1, сконструирована для работы при напряжении от 8 В до 16 В. Напряжение зарядного устройства подается на вход управления микросхемы LM431 через делитель R2, R6 и R8. Транзистор Q1 инвертирует выходное напряже-

ние стабилизатора, замыкая петлю отрицательной обратной связи.

На Рисунке 2 показана схема, рассчитанная на напряжения от 45 В до 58 В. Стабилитроны D3 и D4 гасят напряжение между коллектором и эмиттером Q3 до допустимого для этого транзистора уровня, который не должен превышать 40 В. Напряжение на R10 фиксировано, поэтому постоянен и протекающий через схему ток. Регулируя напряжение на базе транзистора Q3 подстроечным резистором R11, можно менять выходное напряжение.

Некоторые зарядные устройства, например, в блоках резервного питания, перед включением проверяют наличие аккумулятора. Подключив лабораторный источник питания к D1 или D2, получают ожидаемое заряд-

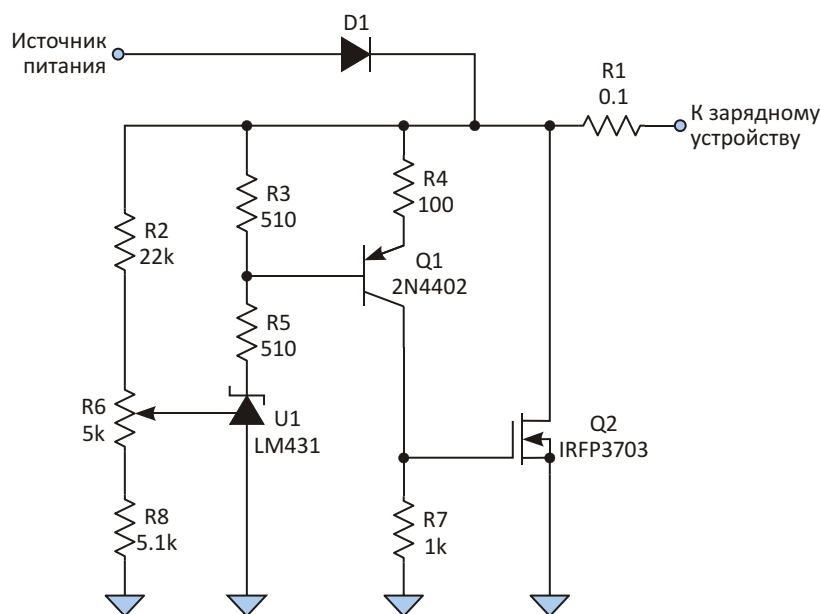


Рисунок 1. Простая схема имитатора аккумулятора, рассчитанная на работу в диапазоне напряжений от 8 В до 16 В, позволит пользователям проверять зарядные устройства, и в частности, их поведение при глубоко разряженных батареях.

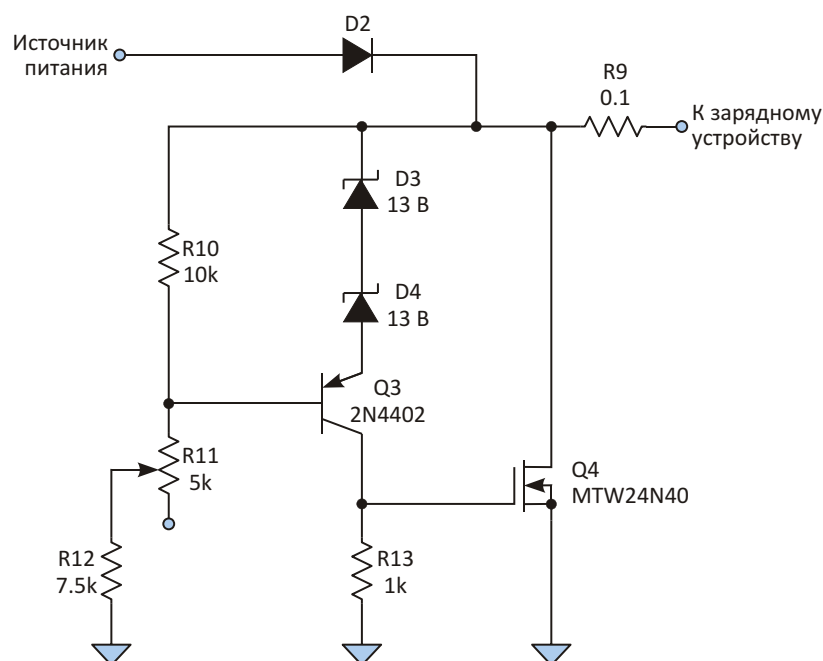


Рисунок 2. Этот вариант имитатора аккумулятора предназначен для напряжений от 45 В до 58 В, однако может быть легко модифицирован для использования при более низких напряжениях.

ным устройством напряжение батареи. Это позволит обмануть зарядное устройство и заставить его поверить, что батарея подключена. При этом необходимо убедиться в том, что напряжение ниже точки регулирования имитатора батареи. Диоды D1 и D2 на самом деле не нужны, поскольку лабораторные источники способны выдерживать напряжение, приложенное к их выходам. Это значит, что их можно подключать к схемам напрямую.

Для лучшей точности регулировки в качестве подстроечных резисторов R6 и R11 использованы 10-оборотные потенциометры. Для проверки 24-ваттного зарядного устройства использовалась 12-вольтовая схема, и 48-вольтовая для зарядного устройства мощностью 100 Вт. Для предотвращения перегрева транзисторы должны быть установлены на большой радиатор. Я отрезал 10 см от экструзионного профиля 60055, выпускаемого компанией Aavid, и направил

вентилятор прямо на этот теплоотвод. Для обеих схем подойдут любые мощные МОП транзисторы. Удостоверьтесь лишь в том, что они будут работать в пределах области их безопасных режимов.

С небольшими затратами мыслей и времени, и при наличии необходимых компонентов, схема на Рисунке 2 может быть модифицирована для работы как с 12-, так и с 48-вольтовыми устройствами. Несмотря на то, что изначально схемы разрабатывались для свинцово-кислотных аккумуляторов, впоследствии они были успешно использованы для работы с зарядными устройствами литий-ионных батарей. **РЛ**

Материалы по теме

1. [Datasheet Texas Instruments LM431](#)
2. [Datasheet Infineon IRFP3703](#)
3. [Datasheet ON Semiconductor MTW24N40](#)



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!