

Журнал для тех, кто интересуется электроникой

РАДИОЛОЦМАН

Январь 2014 (32)

38 Горячий интерес
к новейшим методам
охлаждения

67 Однопроводный
интерфейс
ЖК-индикатора

59 Схема формирует
правильную синусоиду
из высокочастотных
прямоугольных
импульсов

Есть ли у светодиодов
«ТЕМНАЯ
СТОРОНА»?

19

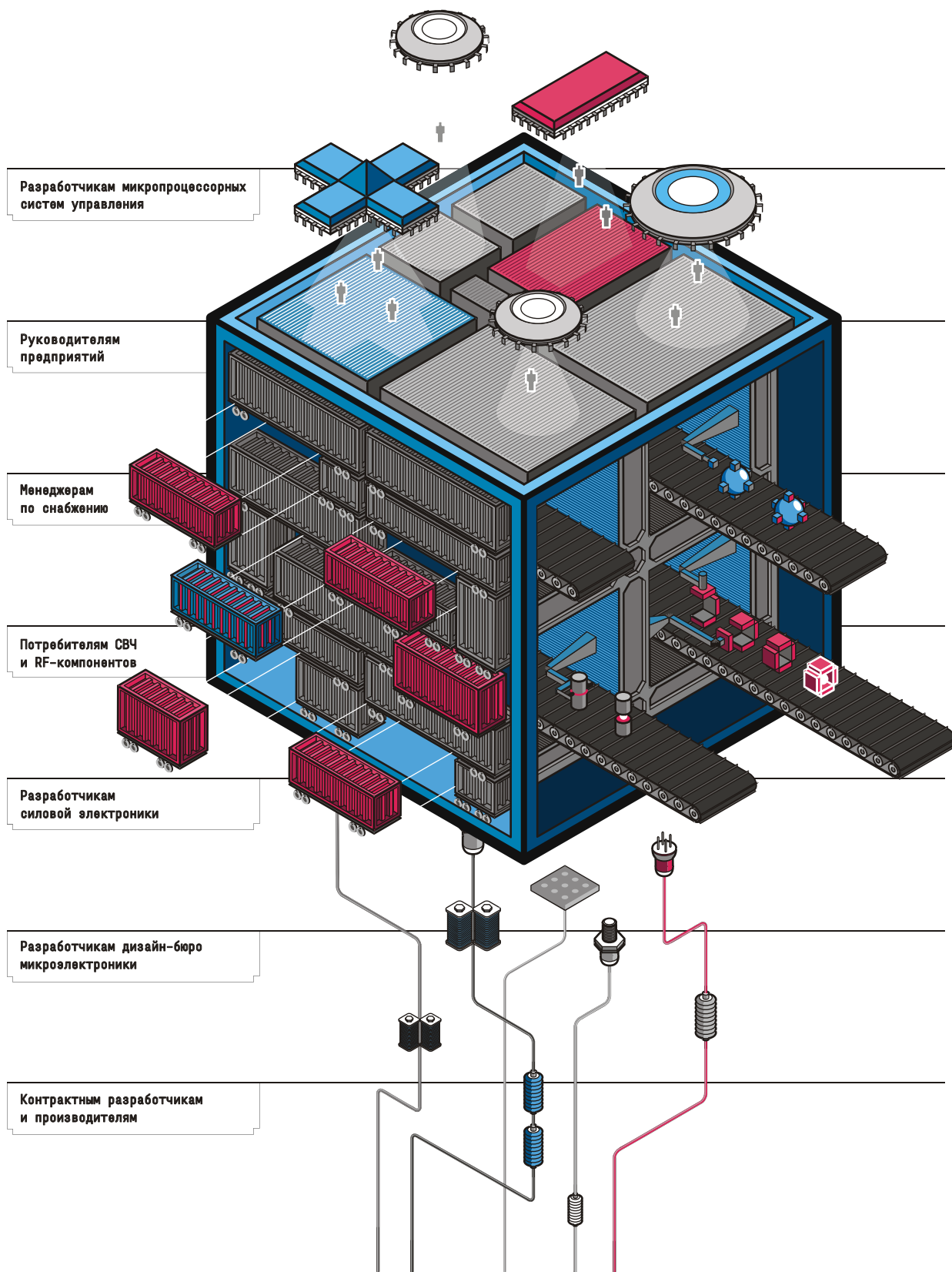


НОВАЯ ЭЛЕКТРОНИКА / РОССИЯ

25-27 МАРТА 2014

МОСКВА
ЭКСПОЦЕНТР
НА КРАСНОЙ ПРЕСНЕ

главная российская выставка электронных компонентов и модулей



Главный редактор:

А. Николаев

Над номером работали:

В. Колесник

В. Копать

И. Краснолобов

С. Муратчаев

А. Николаев

Н. Радунцева

М. Русских

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 Pulse Electronics предлагает четыре высокоскоростных разъема ввода/вывода
- 4 Microchip анонсировала новый 5 ГГц модуль обработки сигналов WLAN для приложений IEEE 802.11a/n/ac
- 5 Linear Technology выпустила комбинированный контроллер управления зарядом свинцовых и литиевых аккумуляторов с выходным напряжением до 80 В
- 7 Реверсивные драйверы двигателей постоянного тока от Diodes занимают минимальную площадь
- 7 u-blox анонсировала встраиваемый модуль GPS/QZSS позиционирования PAM-7Q
- 8 Linear Technology представила монолитный активный балансировщик аккумуляторов с интерфейсом телеметрии
- 9 Allegro выпускает уникальный однополюсный переключатель с встроенной диагностикой
- 10 Intersil выпустила полностью интегрированный цифровой импульсный регулятор с выходным током 6 А
- 12 Самовосстанавливающиеся предохранители от Diodes повышают надежность систем
- 12 Арех продолжает разработку инновационных высоковольтных усилителей
- 13 Первый интегрированный модуль измерения параметров окружающей среды открывает широкий спектр приложений
- 14 При частоте переключения 100 МГц зарядные устройства для ноутбуков могут стать намного меньше
- 15 Linear Technology представила 18-разрядный истинно биполярный АЦП с диапазоном входных напряжений ± 10 В
- 17 Новые супрессоры компании Littelfuse защищают лучше, чем аналогичные компоненты других компаний

Статьи

- 19 Есть ли у светодиодов «темная сторона»?
- 26 Hewlett-Packard, Agilent, Avago и Philips Lumileds в истории Кремниевой долины. Часть 1
- 31 Использование повышающе-понижающих преобразователей с током покоя 1.3 мкА в микромощных приложениях
- 38 Горячий интерес к новейшим методам охлаждения
- 44 МАСТЕР-ЛОМАСТЕР+ИСТОРИЯ ЭЛЕКТРОНИКИ. Мелкий ремонт, или путешествие по следам истории

Схемы

- 48 Разработка Android-контроллера для управления RGB светодиодной лентой. Часть 1
- 57 Высокоточный измеритель емкости
- 59 Схема формирует правильную синусоиду из высокочастотных прямоугольных импульсов
- 62 Драйвер для автоматизированных клапанов и других приложений, управляемый по биполярной токовой петле 20 мА
- 64 Сдвоенный контроллер с временем реакции 2 мкс и КПД 92% при выходном напряжении 1.5 В
- 67 Однопроводный интерфейс ЖК-индикатора

Pulse Electronics предлагает четыре высокоскоростных разъема ввода/вывода

Pulse Electronics представляет четыре новых разъема ввода/вывода, отвечающих последним стандартам и соответствующих требованиям, предъявляемым к средствам облачных вычислений, оборудованию центров обработки данных, корпоративным серверам, к изделиям для рынка коммутаторов и потребительской электроники. Новое поколение высокоскоростных разъемов для интерфейсов SATA III, PCI Express (PCIe) 3.0, USB 3.0 и Thunderbolt рассчитано на передачу данных со скоростями от 5 до 10 Гбит/с.



Разъем SATA III популярен как интерфейс накопителей в серверах, настольных или мобильных компьютерах и в цифровых видеорегистраторах высокого разрешения. Способный поддерживать скорости обмена до 8 Гбит/с интерфейс PCIe 3.0 используется в

подключаемых к серверам платах расширения, в коммутаторах, маршрутизаторах и настольных компьютерах. Разъем USB 3.0 в последнее время получил широкое распространение в настольных и мобильных компьютерах, серверах, коммутаторах, маршрутизаторах, в сменных накопителях, камерах и в бытовой электронике, в то время как Thunderbolt через единственный компактный порт поддерживает дисплеи высокого разрешения и высокопроизводительные устройства передачи данных.

«Чтобы удовлетворить потребности наших клиентов в высокоскоростных соединениях, Pulse представляет новую серию разъемов ввода/вывода, — объяснил Джеральд Янг (Gerald Yang), менеджер по продукции компании Pulse Electronics. — Мы поставляем их на рынок в разнообразных конфигурациях по весьма конкурентоспособным ценам. На данный момент мы можем предложить угловые и прямые разъемы, монтируемые как в отверстия, так и на поверхность печатной платы — всего 42 типа. Новые продукты дополняют нашу обширную линейку высокоскоростных разъемов ввода/вывода, включающую, в частности, разъемы SFP и SFP+, как одиночные, так и в конфигурациях 1 4, 1 6, 1 10, 2 1, 2 2, 2 4, 2 6 и 2 8».

Срок поставки разъемов составляет 4-6 недель. По запросу предоставляются образцы.

Microchip анонсировала новый 5 ГГц модуль обработки сигналов WLAN для приложений IEEE 802.11a/n/ac

Высокоэффективный и компактный модуль SST11LF04 обеспечивает ультравысокую пропускную способность для мобильных устройств, многоканальных точек доступа/маршрутизаторов и приемного оборудования цифрового телевидения

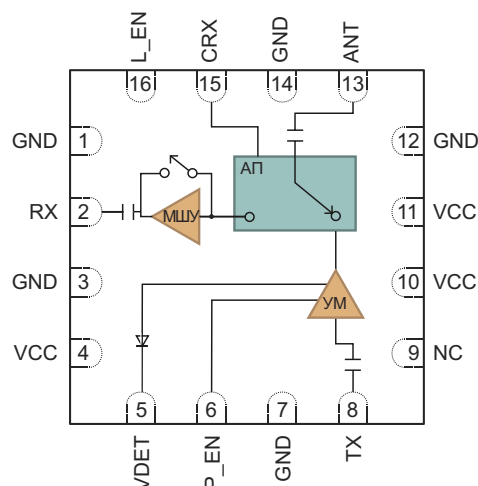
Microchip сообщила о новом модуле обработки радиосигналов WLAN, предназначенном для мобильных приложений с высокой скоростью передачи данных. Работающий в диапазоне 5 ГГц модуль SST11LF04 содержит усилитель мощности передатчика (УМ), маломощный усилитель (МШУ) с обходным

коммутатором и однополюсный двухпозиционный антенный переключатель (АП), интегрированные в компактный 16-контактный корпус QFN размером 2.5 2.5 0.4 мм. Входные и выходные высокочастотные порты модуля имеют согласованные импедансы 50 Ом. Устройство отличается высокой



линейной выходной мощностью, достигающей 16 дБм и 17 дБм при напряжении питания 3.3 В и 5 В, соответственно, и динамической амплитуде вектора ошибки 1.75% (при использовании модуляции HT80 MCS9). В полосе пропускания 80 МГц с линейной выходной мощностью 18 дБм и 19 дБм при напряжении питания 3.3 В и 5 В, соответственно, амплитуда вектора ошибки составляет 3%. Таким образом, модуль SST11LF04 расширяет границы стандарта IEEE 802.11a систем WLAN, обеспечивая исключительную выходную мощность при максимальной частоте модуляции по стандарту IEEE 802.11ac. Приемник имеет коэффициент усиления 12 дБ и точку децибельной компрессии не ниже –6 дБм. В режиме обхода МШУ коэффициент шума приемника равен 2.5 дБ, а точка децибельной компрессии находится на уровне –6 дБм.

Новый модуль, согласованный по входам и выходам, позволяет разработчикам создавать высокоэффективные проекты с меньшими размерами печатных плат, сокращая время выхода на рынок конечного продукта. Высокая линейная выходная мощность обес-



Функциональная схема модуля SST11LF04.

печивает работу по стандартам 802.11a/n/ac и увеличивает скорость передачи данных, в то время как небольшие размеры прибора идеально подходят для таких требовательных к объему приложений, как мобильные устройства, многоканальные точки доступа/маршрутизаторы и оборудование приема цифрового телевидения.

Поддержка разработчиков

Оценочные платы для нового модуля сопряжения SST11LF04 доступны через торговых представителей Microchip.

Цены и доступность

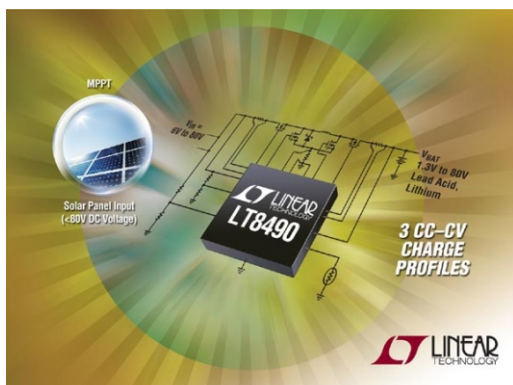
Доступны как образцы, так и промышленные партии модулей. Изделия поставляются в 16-выводных корпусах QFN размером 2.5 x 2.5 x 0.4 мм и стоят \$0.80 при заказе от 10,000 штук.

Linear Technology выпустила комбинированный контроллер управления зарядом свинцовых и литиевых аккумуляторов с выходным напряжением до 80 В

Linear Technology сообщила о выходе синхронного повышающе-понижающего контроллера LT8490, предназначенного для управления зарядом свинцовых и литиевых аккумуляторов, с автоматическим слежением за точкой максимальной мощности (MPPT) и температурной компенсацией. Устройство работает от напряжения, превышающего, равного или меньшего, чем напряжение холостого хода аккумулятора. LT8490

– это многофункциональный контроллер управления зарядом аккумулятора, поддерживающий выбор множества профилей заряда со стабилизацией тока и напряжения, благодаря чему прибор прекрасно подходит для заряда различных видов литиевых или свинцовых аккумуляторов, включая герметичные свинцово-кислотные, а также аккумуляторы с гелевым и жидким электролитом. Все алгоритмы управления окончанием заряда встро-

ены в микросхему, благодаря чему отпадает необходимость в дополнительном программном обеспечении, что, в свою очередь, сокращает время, затрачиваемое на разработку.



LT8490 работает в широком диапазоне входных напряжений от 6 В до 18 В и может поддерживать на выходе напряжение холостого хода аккумулятора от 1.3 В до 80 В при использовании всего лишь одной катушки индуктивности и синхронного выпрямителя на 4 ключах. Устройство поддерживает зарядные токи до 10 А, уровни которых определяются выбором внешнего транзистора. Цепь MPPT микросхемы LT8490 производит «сканирование» всего рабочего диапазона напряжений солнечной батареи, в процессе которого находит реальную точку максимальной мощности, даже при наличии локального максимума, обусловленного частичным затенением панели. Единожды обнаружив точку максимальной мощности, LT8490 будет работать в ней, используя методику подмешивания шумов для быстрого отслеживания смещений этой точки. Таким способом LT8490 полностью использует мощность, генерируемую солнечной батареей, даже в далеко не идеальных рабочих условиях.



Используя в качестве датчика внешний терморезистор на аккумуляторе, LT8490 выполняет автоматическую температурную компенсацию напряжения заряда аккумулятора. Выводы STATUS и FAULT могут использоваться для управления светодиодами индикации. Порог ограничения тока заряда задается посредством всего одного или двух резисторов, а шкала времени заряда выбирается при помощи соответствующего резистивного делителя. Дополнительная гибкость и универсальность LT8490 обеспечивается выводами ограничения входного и зарядного тока, выходом LDO стабилизатора с напряжением 3.3 В, выводами индикации состояния и синхронизируемой фиксированной частотой переключения.

LT8490 выпускаются в низкопрофильном (0.75 мм) 64-выводном корпусе QFN размером 7 × 11 мм. Предлагаются устройства температурных классов E и I, работа которых гарантируется в диапазоне температур от -40°C до 125 °C. Для приборов класса E при объеме партии 1000 штук цена одной микросхемы начинается от \$10.35.

Краткий перечень основных характеристик LT8490

- Диапазон входных напряжений от 6 до 80 В
- Напряжение батареи от 1.3 В до 80 В
- Одна индуктивность для входного напряжения равного, превышающего или меньшего напряжения батареи
- Автоматическое сканирование для поиска реальной точки максимальной мощности
- Поддержка множества типов свинцовых и литиевых аккумуляторов
- Драйверы светодиодов для индикации состояния
- Встроенный алгоритм заряда аккумулятора
- Автоматическая температурная компенсация напряжения холостого хода
- Выводы контроля входного и выходного напряжения
- Синхронизируемая фиксируемая частота от 100 до 400 кГц
- 64-выводной корпус QFN размером 7 × 11 0.75 мм

Реверсивные драйверы двигателей постоянного тока от Diodes занимают минимальную площадь

Diodes Incorporated представила микросхему для управления однообмоточными реверсивными двигателями и вентиляторами постоянного тока. Выпускаемая в стандартных корпусах SO-8, или SO-8 со вскрытым основанием для улучшения отвода тепла, высокоинтегрированная микросхема ZXBM5210 уменьшает количество компонентов и занимаемую ими площадь в приложениях средней мощности для бытовой техники, промышленного и офисного оборудования.



При разработке выходного каскада интегрированного в драйвер H-моста, способного отдавать до 700 мА непрерывного тока и до 1.2 А пикового, выполнявшейся в соответствии со строгими требованиями по уровню

шумов, были минимизированы как слышимый шум переключения, так и электромагнитные помехи. Большой диапазон напряжений питания от 3 В до 18 В означает, что устройство будет поддерживать широкий спектр однофазных двигателей постоянного тока с напряжениями питания 5, 9, 12 и 15 В. Типовой собственный ток потребления ZXBM5210 не превышает 0.85 мА.

ZXBM5210 имеет высокую линейность управления скоростью и четыре режима работы: «вперед», «назад», «стоп» и «пауза», которые выбираются с помощью выводов FWD и REV. Скорость двигателя регулируется изменением коэффициента заполнения поступающих на эти выводы ШИМ-сигналов или напряжением на выводе VREF. Генератор ШИМ встроен в устройство и не требует внешнего времязадающего конденсатора.

В режиме ожидания ZXBM5210 потребляет всего 32 мкА. Для защиты обмотки двигателя или драйвера от повреждения в ZXBM5210 встроены элементы блокировки от пониженного напряжения, от перенапряжения и от перегрузки по току, а также цепи отключения при перегреве. Дополнительная надежность микросхемы обеспечивается высокой устойчивостью к электростатическим разрядам (ESD) до 6 кВ и широким диапазоном рабочих температур от -40°C до $+105^{\circ}\text{C}$.

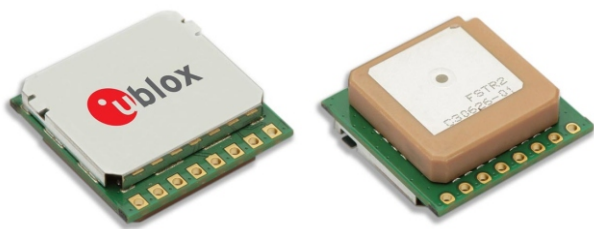
u-blox анонсировала встраиваемый модуль GPS/QZSS позиционирования PAM-7Q

Компактный модуль обеспечивает мгновенное определение координат GPS и не нуждается в дополнительных компонентах

Швейцарская компания u-blox анонсировала новый встраиваемый антенный модуль GPS/QZSS PAM-7Q. В компактном корпусе размером 22 x 22 x 8 мм объединены микросхема приемника спутниковой связи и пассивная, предварительно настроенная, GPS антенна. Сочетание низкой рассеиваемой мощности с высокой чувствительностью, самой совершенной технологией шумоподавления и интерфейсами I2C / UART макси-

мально упрощают интеграцию глобального позиционирования в любую систему.

«Для производственных программ малого и среднего объема приобретение и настройка внешней антенны GPS могут оказаться слишком дорогими и логистически сложными, — объясняет Томас Нигг (Thomas Nigg), вице-президент u-blox по маркетингу. — PAM-7Q является простым и совершенным встраиваемым решением этой проблемы. Он обес-



печивает мгновенное и точное определение глобального местоположения, не требуя никаких дополнительных компонентов».

PAM-7Q легко интегрируется в ранее разработанные изделия, а простота конструкции и стандартные интерфейсы сводит стоимость установки к минимуму. Благодаря специальной конструкции квадратной микрополосковой антенны размером 18 × 18 мм ее характеристики не зависят от ориентации. Высокая помехозащищенность обеспечива-

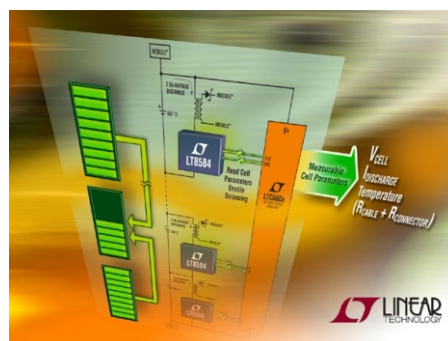
ется спаренными фильтрами на ПАВ. PAM-7Q предназначен для быстрого и малозатратного внедрения средств GPS/QZSS позиционирования в промышленные и потребительские приложения.

Модули PAM-7Q изготавливаются на производственной площадке, сертифицированной по стандарту ISO/TS 16949, и содержат чипы GPS/QZSS, отвечающие требованиям «автомобильного» стандарта AEC-Q100. Квалификационные испытания выполняются в соответствии с предписаниями стандарта ISO16750: «Автотранспортные средства – условия окружающей среды и методы тестирования электрического и электронного оборудования».

Модуль совместим по форм-фактору со своим предшественником UP501.

Linear Technology представила монолитный активный балансировщик аккумуляторов с интерфейсом телеметрии

Компания Linear Technology представила монолитный обратногоходовой DC/DC преобразователь LT8584, сконструированный для активной балансировки высоковольтных сборок аккумуляторов. Подобные сборки обычно встречаются в электро- или гибридных автомобилях, а также в ответственных источниках питания и системах хранения энергии. Из-за того, что батареи соединяются последовательно, аккумулятор с наименьшей емкостью будет ограничивать время работы всей сборки. В идеале, в сборке должны быть подобраны аккумуляторы с минимальным разбросом параметров, но обычно так не бывает, и, как правило, со временем разбаланс только увеличивается. Пассивные балансировщики не увеличивают время работы сборки, так как рассеивают лишнюю энергию ячеек большей емкости, ориентируясь на ячейку с самой маленькой емкостью. Напротив, LT8584 предлагает высокоэффективную активную балансировку, во время разряда перераспределяя заряд с лучших ячеек (с большим напряжением) на более слабые. Это дает возможность более слабым ячейкам продолжать отдавать энергию в нагрузку, что в итоге позволяет использовать до 96% емкости сборки там, где пассивный балансировщик извлечет только 80%.



Микросхема LT8584 содержит интегрированный силовой ключ 6 А/50 В, рассчитанный на средний ток разряда до 2.5 А, и позволяет создавать простые и компактные схемотехнические решения. Технология изолированной балансировки позволяет возвращать энергию даже в самую верхнюю ячейку сборки, или в любую комбинации ячеек, или даже в батарею 12 В, выполняя, фактически, функцию генератора. LT8584 может отключать полностью разряженные ячейки, не нуждаясь в сложных схемах смещения. LT8584 имеет вход разрешения, с помощью которого она легко интегрируется с семейством микросхем мониторинга аккумуляторных сборок LTC680х, не требуя разработки дополнительного ПО. Для решения задач системной телеметрии при совместном использовании с семейством LTC680х микросхема LT8584

имеет цепи измерения тока, напряжения и температуры. В режиме отключения LT8584 потребляет от батареи всего 20 нА. Для приложений, требующих более высоких токов балансировки, несколько LT8584 могут быть соединены параллельно. Микросхема полностью совместима с методологией FMEA и стандартом ISO 26262.



LT8584EFE упаковывается в корпус TSSOP с 16 выводами и продается по ценам, начинающимся от \$2.95. Вариант для промышленного диапазона температур LT8584IFE гарантированно работает от -40°C до 125°C и стоит от \$3.25. Версия LT8584HFE для автомобильных приложений, рассчитанная на диапазон температур от -40°C до 150°C , стоит от \$3.50. Все цены приведены для партий объемом 1000 штук, все версии доступны со склада.

Особенности LT8584

- Средний ток разряда ячейки 2.5 А
- Встроенный силовой ключ 6 А/50 В
- Простая интеграция с семейством LTC680х, не требующая разработки специального ПО
- Возможность выбора режимов контроля тока и температуры
- Сверхнизкий ток потребления в режиме отключения
- Разработан для систем, соответствующих требованиям стандарта ISO 26262
- Совместим с методологией FMEA
- Изолированная балансировка:
 - Может возвращать заряд в верх сборки
 - Может обменивать заряд между любыми комбинациями ячеек
 - Может возвращать заряд в 12 В аккумулятор (как замена генератора)
- Допускает параллельное включение для увеличения разрядного тока
- Потребляет ток только от подключенной ячейки
- Корпус TSSOP с 16 выводами

Allegro выпускает уникальный однополюсный переключатель с встроенной диагностикой

Уникальное решение для самодиагностики неправильной работы устройства

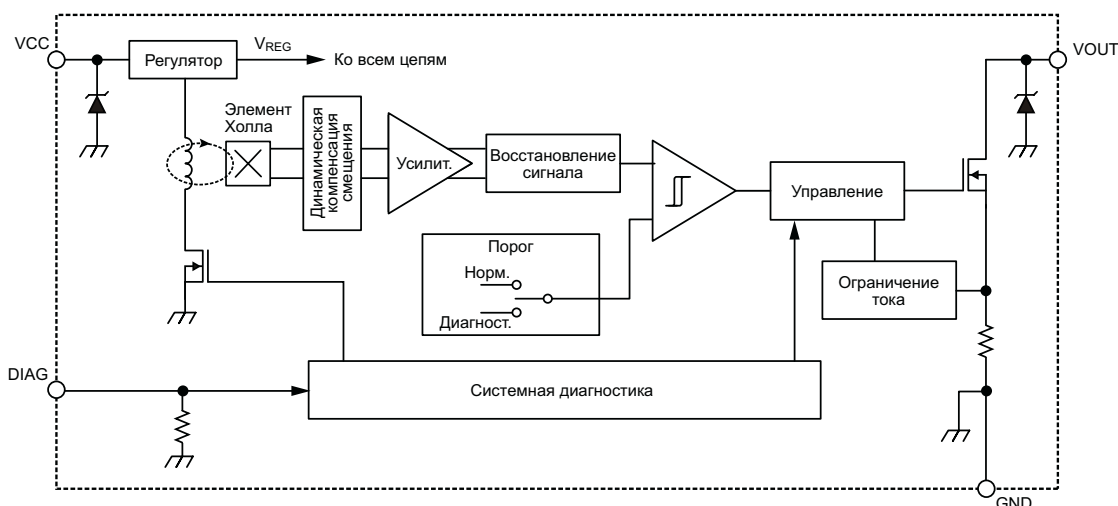
Allegro MicroSystems анонсировала уникальный однополюсный переключатель с датчиком Холла, не похожий ни на одно из устройств, представленных на рынке. Особенность A1160 заключается в наличии встроенной в чип катушки, окружающей чувствительный элемент Холла. Во время нормальной работы устройство функционирует как типичный однополюсный выключа-



тель (выход включается в присутствии южного полюса магнитного поля и выключается, когда поле отсутствует), но когда диагностический вывод подключается к питанию, устройство переходит в режим диагностики. В этом режиме через катушку начинает проходить ток, создавая магнитное поле около 20 Гс.

Расположение катушки в непосредственной близости от элемента Холла позволяет ему чувствовать только поле, генерируемое катушкой, игнорируя внешние поля. В диагностическом режиме, правильно почувствовав генерируемое катушкой магнитное поле, устройство будет выдавать ШИМ сигнал с коэффициентом заполнения ровно 50%.

Запатентованная функция диагностики в A1160 полностью проверяет путь прохожде-



Функциональная схема A1160

ния электрического сигнала микросхемы, чем гарантирует правильное измерение магнитного поля, обеспечивая корректное функционирование всего устройства. Как результат, A1160 не требует дополнительных датчиков при использовании в системах с жесткими требованиями к надежности и удовлетворяет большинству предписаний

стандарта автомобильный безопасности ASIL.

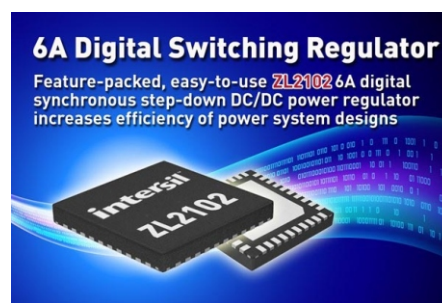
Allegro A1160LLH-T предназначен как для промышленного, так и для автомобильного рынка. Он работает в температурном диапазоне от $-40\text{ }^{\circ}\text{C}$ до $+150\text{ }^{\circ}\text{C}$ и поставляется в небольшом корпусе для поверхностного монтажа SOT-23W с 5 выводами.

Intersil выпустила полностью интегрированный цифровой импульсный регулятор с выходным током 6 А

Простой в использовании 6-амперный цифровой синхронный понижающий DC/DC-преобразователь ZL2102 сокращает время разработки источников питания

Intersil Corporation расширяет свое семейство микросхем управления питанием новой моделью ZL2102 – импульсным синхронным понижающим преобразователем постоянного напряжения с выходным током 6 А и цифровым управлением. Новый ZL2102 – это полностью интегрированный DC/DC преобразователь, позволяющий поддерживать выходное напряжение в диапазоне от 0.54 В до 5.5 В при входном напряжении от 4.5 В до 14 В. Высокий уровень интеграции и простота конфигурирования делают ZL2102 надежным строительным блоком для самых сложных приложений инфраструктуры систем питания.

Регулятор ZL2102 является частью третьего поколения платформы цифровых импульсных преобразователей компании Intersil, использующей автоматическую компенса-



цию – функцию, которая параметризует силовой каскад и автоматически подстраивается под него, выдавая стабильный и надежный результат. Автоматическая компенсация позволяет сократить время проектирования за счет исключения сложных расчетов при проектировании, обеспечивая при этом высокую надежность источника питания, что позволяет адаптироваться к старению внешних компонентов с течением времени.

ZL2102 – это высокоэффективное решение, размещенное в небольшом корпусе 6 × 6 мм. Интегрированные синхронные силовые транзисторы позволяют ZL2102 с высоким КПД отдавать в нагрузку непрерывный ток до 6 А при напряжении от 4.5 до 14 В. Благодаря встроенным цепям компенсации, бутстрепному диоду и трем линейным стабилизаторам для питания внутренних драйверов затворов, на основе ZL2102 можно создавать законченные компактные схемы источников питания с минимальным количеством внешних компонентов.

С самого начала создателями ZL2102 ставилась задача сокращения времени разработки при использовании нового регулятора. ZL2102 может быть полностью сконфигурирован с помощью внешних перемычек или резисторов, что позволяет установить все основные параметры, а также настроить частоту преобразования, выходное напряжение, уставки плавного пуска/задержки и управлять последовательностью включения. Для более сложной настройки, ZL2102 поддерживает более 70 команд управления по шине PMBus и может быть легко запрограммирован с помощью нового графического интерфейса пользователя PowerNavigator. PowerNavigator позволяет создать несколько устройств, не написав ни одной строчки кода, а его простой в использовании интерфейс с визуальным представлением и манипуляцией с помощью мыши существенно ускоряет время разработки.

С целью повышения надежности сложных систем питания, для управления и мониторинга каждой шины используются супервизоры и секвенсоры питания. В ZL2102 интегрированы все эти функции, что позволяет разработчику через интерфейс PMBus управлять и контролировать каждый аспект работы источника питания, а также проводить оптимизацию без дорогостоящих аппаратных изменений. Созданные на базе ZL2102 устройства с широкими функциональными возможностями могут быть легко включены в проект и скопированы по всей системе.

Ведущие мировые поставщики силовой продукции, такие как CUI, быстро движутся в сторону использования цифровых источников питания, чтобы реализовать все преимущества их архитектуры. «С ростом сложности требований наших клиентов к источникам

питания, цифровые источники становятся жизненно важным и более надежным решением, экономя время разработки и снижая риски проектов, и позволяют инженерам создавать эффективные и очень умные системы питания», – сказал Марк Адамс (Mark Adams), старший вице-президент входящего в CUI подразделения Novum Advanced Digital Power Group.

Особенности ZL2102

- Встроенные MOSFET с допустимым током 6 А уменьшают размер устройства и упрощают схемотехнику и топологию печатной платы
- Возможность настраивать все основные функции с помощью внешних резисторов упрощает разработку
- Использование стандартного интерфейса PMBus позволяет контролировать текущее состояние (выходное и входное напряжение, выходной ток и температуру)
- Однопроводная шина DDC обеспечивает последовательность включения, синхронизацию и сигнализацию о неисправностях для различных устройств компании Intersil
- Наличие встроенной энергонезависимой памяти для хранения всех параметров конфигурации
- Интегрированные LDO упрощают схемотехнику, позволяя работать от единственного источника 12 В.



Демонстрационная плата ZL2102DEMO1Z

Цены и доступность

ZL2102 уже доступен в 36-контактном корпусе QFN размером 6 × 6 мм по цене \$3.10 за микросхему в партии 1000 штук. Демонстрационная плата ZL2102DEMO1Z может быть приобретена за \$80.

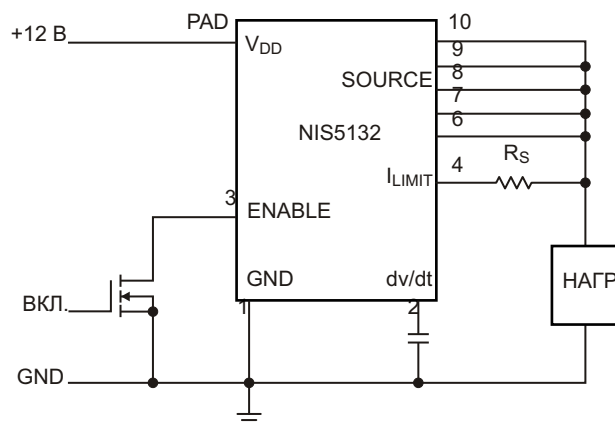
Самовосстанавливающиеся предохранители от Diodes повышают надежность систем

Diodes Incorporated представила самовосстанавливающийся электронный предохранитель NIS5132. Это устройство подходит для потребительских и промышленных устройств с «горячим» подключением, включая внешние диски, принтеры и серверы, и помогает повысить надежность систем питания, защищая от отключения и внезапных отказов. Функция перезапуска устройства позволяет сократить количество излишних рекламаций.



Работающий в широком температурном диапазоне входных напряжений от 9 В до 18 В, упакованный в миниатюрный низкопрофильный корпус DFN3030-10 и рассчитанный на ток 3.6 А, NIS5132 объединяет в себе буферный n-МОП элемент и внутренний ограничитель тока. При сопротивлении открытого канала буферного элемента $R_{DS(ON)}$ всего 30 мОм и при отсутствии необходимости во

внешнем чувствительном резисторе на стороне нагрузки, устройство сводит к минимуму падение напряжения и потери мощности.



Типовая схема включения NIS5132

Для полной защиты следующих за ним силовых элементов от повреждения или преждевременного старения в защитные функции предохранителя также добавлены схемы отключения при критическом снижении напряжения, управление скоростью нарастания напряжения при включении, ограничения тока и отключения при перегреве. Реакцией схемы на перегрев может быть либо защелкивание (NIS5132MN1), либо автоматический перезапуск (NIS5132MN2).

Арех продолжает разработку инновационных высоковольтных усилителей

На 96% снижен уровень шума и вдвое улучшено напряжение смещения

Еще в 1991 году Apex Microtechnology выпустила первую микросхему высоковольтного усилителя мощности с рабочим напряжением 350 В – PA41. Сегодня Apex продолжает продвигать отраслевые инновации, пополнив четвертое поколение популярных усилителей новыми монолитными приборами серии PA44x.

Эти микросхемы, выпускаемые в одно- и двухканальных вариантах, обеспечивают



снижение уровня шума на 96% и в 2 раза улучшенное напряжение смещения. PA441DF,

PA441DW и PA443DF имеют уровень шума 12 мкВ с.к.з. на частоте 20 кГц и являются отличным выбором для таких приложений, как высоковольтные драйверы пьезоэлектрических систем позиционирования. Напряжение смещения всех трех микросхем одинаково и имеет типовое значение 5 мВ при рабочей температуре 25 °С, и всего 20 мВ в полном диапазоне температур от –40 °С до +125 °С.

«Популярность этого семейства высоковольтных микросхем заставляет нас прикладывать постоянные усилия для уменьшения их размера и стоимости, и одновременного улучшения параметров для приложений следующего поколения, – объясняет Йен Ильтзе (Jens Eltze), менеджер по стратегическому маркетингу. – Качество сигнала, возможно, является наиболее критическим параметром для высоковольтных устройств, на которые нацелена серия PA44X, поэтому низкое напряжение шумов делает их наилучшим выбором для разработчиков».

Одноканальный усилитель PA441DF выпускается в негерметичном пластиковом 24-контактный корпусе PSOP для поверхностного монтажа, а PA441DW упакован в электрически изолированный 10-контактный керамический корпус SIP. Двухканальная версия PA443DF также доступна в корпусе PSOP.

Все три микросхемы работают в широком диапазоне питающих напряжений от ±10 В до ±175 В, отдают постоянный ток 60 мА и пиковый до 120 мА. Двухканальный усилитель удваивает выходной ток и имеет очень низкий ток покоя, всего 2.2 мА. Все три устройства совместимы по выводам со своими предшественниками PA341DF, PA341DW и PA343DF.

PA441DF, PA441DW и PA443DF могут использоваться не только для управления пьезоэлектрическими системами точного позиционирования, они ориентированы и на другие приложения, требующие точного высокого напряжения, такие как электростатические преобразователи и схемы отклонения, деформируемые зеркала для фокусировки и биохимические стимуляторы.

Цены, доступность и средства разработки

В настоящее время доступны образцы PA441DF для оценки и создания прототипов. Цены одной микросхемы PA441DF составляет \$7.98 в партии 1000 штук. Пробные экземпляры PA441DW и PA443DF будут доступны в 1 квартале 2014 года. Комплект разработки EK13 для PA441DF и PA443DF включает в себя печатную плату и теплоотвод. Комплект разработки EK42 может использоваться с PA441DW.

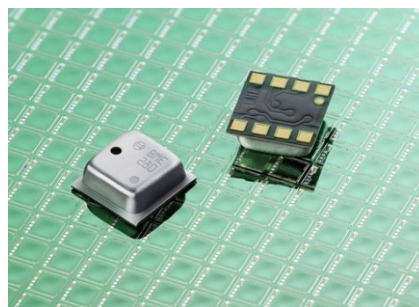
Первый интегрированный модуль измерения параметров окружающей среды открывает широкий спектр приложений

Высокая точность и универсальность, очень маленький размер

- Самое быстрое измерение температуры и влажности
- Поддержка множества приложений для смартфонов, таких как домашняя автоматизация, современный спорт и фитнес
- Добавляет отслеживание уровня земли при навигации в помещении

Bosch Sensortec объявила о первом в мире датчике, объединяющем в одном корпусе средства измерения основных параметров окружающей среды – давления, температуры и влажности. Уникальный датчик BME280, получивший название Integrated Environmental Unit (Интегрированный модуль измерения параметров окружающей среды), был разработан для поддержки широкого диапазона новых приложений – навигации в помещении, домашней автоматизации, персональных метеостанций, современного

спорта и фитнеса. Функция точного измерения высоты в датчике BME280 – главное требование для таких приложений, как навига-



ция в помещении с отслеживанием этажа, где необходима исключительная точность, низкая зависимость от температуры и высокое разрешение. BME280 имеет лучшее в своем классе время измерения влажности, высокую точность измерения температуры окружающей среды, а также низкое потребление энергии.

Выпускаемый в компактном корпусе LGA размером 2.5 × 2.5 × 0.93 мм, датчик обеспечивает высокую гибкость проектирования мобильных устройств с ограниченным объемом, таких как смартфоны, планшеты, часы и электронные браслеты. Потребляющий всего 3.6 мкА при частоте опроса 1 Гц, модуль измерения параметров окружающей среды BME280 будет особенно полезен для приложений с батарейным питанием. Три режима питания и отдельно настраиваемые частоты опроса для измерения давления и температуры позволяют разработчикам адаптировать BME280 для широкого диапазона задач.

Датчик влажности измеряет относительные значения от 0% до 100% в широком диапазоне температур от -40 °C до +85 °C за время менее 1 с. Точность измерения влажности составляет ±3% с гистерезисом до 2%, а точность показаний температуры находится в пределах ±0.5 °C.

BME280 отличается исключительной низкой суммарной погрешностью. Относительная погрешность измерения давления равна ±0.12 гПа, что эквивалентно перепаду высот ±1 м при разрешении 1.5 см. Это позволяет использовать BME280 для расширения функциональности приложений GPS, чтобы повысить скорость и точность определения положения в пространстве.

Точность измерения давления в датчике BME280 слабо зависит от температуры. Низким температурным коэффициентом 1.5 Па/К определяется температурная высокая стабильность измерения высоты, равная

12.6 см/К. Такая точность, наряду с универсальностью и компактностью, делает BME280 идеальным прибором не только для новых приложений, но и для улучшения характеристик уже существующих.

Несколько примеров: датчик может быть использован в приложениях домашнего климат-контроля для смартфонов; он позволяет строить профили высот над уровнем моря в спортивных приложениях, улучшая контроль нагрузки при тренировках, и многое другое. Как датчик, подключенный к Интернету Вещей, BME280 может поддерживать множество таких приложений, как домашняя автоматизация, умная энергетика, интеллектуальная логистика и уход за пожилыми людьми.

Bosch Sensortec также предлагает средства программной поддержки. Алгоритм BSH1.0 позволяет разработчикам реализовать функцию точной температурной компенсации.

Первые образцы BME280 уже доступны для ключевых покупателей.

Особенности и свойства:

- Диапазон измерения относительной влажности: от 0 до 100% при температуре от -40 °C до +85 °C
- Время измерения влажности: 1 с.
- Точность измерения: ±3% относительной влажности
- Гистерезис: 2% относительной влажности
- Диапазон измерения давлений: от 300 до 1100 гПа
- Точность измерения абсолютного давления (типовая): ±1 гПа после пайки
- Точность измерения температуры: ±0.5 °C при 25 °C
- Коммуникационные интерфейсы: I²C, SPI

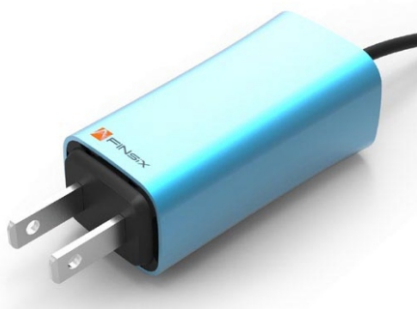
При частоте переключения 100 МГц зарядные устройства для ноутбуков могут стать намного меньше

EDN Europe

Базирующаяся в Бостоне и в Силиконовой долине стартап-компания FINsix разработала сетевые адаптеры для ноутбуков и драйверы светодиодов, объем которых может

быть сделан в четыре раза меньшим, чем у выпускаемых в настоящее время аналогичных устройств. Первый продукт, который FINsix недавно продемонстрировала на

выставке потребительской электроники в Лас-Вегасе, функционально эквивалентен традиционному зарядному модулю, последовательно включаемому в цепь питания, однако по размеру он лишь чуть больше обычной сетевой вилки американского стандарта. 65-ваттный адаптер питания, способный отдавать мощности больше, чем потребляют многие ноутбуки, снабжая питанием основное устройство, одновременно может расходовать до 10 Вт на зарядку дополнительного аксессуара. Продукт поступит в продажу в середине 2014 года.



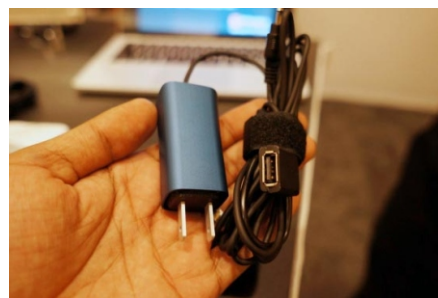
Адаптер питания стал первым коммерческим продуктом, основанным на новой схемотехнике, разработанной Дэвидом Перро (David Perreault), профессором электротехники и информатики из Массачусетского технологического института.

В общих чертах FINsix повторяет знакомый нам сюжет с повышением эффективности преобразования энергии за счет увеличения частоты переключения, позволяющего использовать индуктивности и конденсаторы меньшего размера и сократить количество энергии, запасаемой в каждом цикле преобразования. Но ключевым отличием, по словам FINsix, стала возможность работы на частотах переключения вплоть до 100 МГц.

Использование усовершенствованных полупроводниковых ключей в преобразователях традиционных топологий позволило снизить потери переключения, но дальней-

шее смещение частот преобразования в область единиц мегагерц вновь обострило проблему эффективности. По словам FINsix, высокий КПД в очень небольшом объеме получен за счет повышения частоты переключения до 100 МГц и «новой архитектуры преобразователей энергии, сочетающей работу на частоте резонанса и формирование сигналов специальной формы».

Детали схемных решений компания пока не раскрывала, ограничившись сообщением о «способе использования большей части энергии, теряемой в обычных адаптерах питания». Неясно, используются ли стандартные силовые ключи, имеющиеся на открытом рынке, или же заказные полупроводниковые приборы, однако присутствие в команде разработчиков специалистов в области конструирования микросхем смешанных сигналов может указывать на то, что FINsix создала собственный специализированный контроллер. Разработанный FINsix адаптер питания



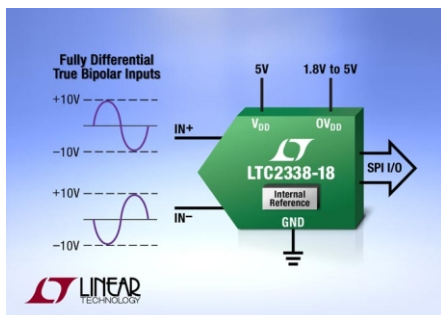
представляет собой универсальное зарядное устройство, пригодное для использования с самыми разными ноутбуками или иными устройствами. Кроме того, в настоящее время компания в сотрудничестве с изготовителями ноутбуков работает над созданием специализированных зарядных устройств. Компания утверждает, что ее адаптер потенциально может стать дешевле выпускаемых в настоящее время, поскольку он меньше, проще в производстве и использует меньше материалов.

Linear Technology представила 18-разрядный истинно биполярный АЦП с диапазоном входных напряжений ± 10 В

Linear Technology представила 18-разрядный АЦП LTC2338-18 с быстродействием 1 млн. выборок в секунду и нулевым временем ожидания, с полностью дифференциальным, истинно биполярным входом,

рассчитанным на широкий диапазон входных напряжений ± 10.24 В. Прибор предназначен для высоковольтных промышленных приложений. Устройство, работающее от единственного источника питания 5 В, имеет

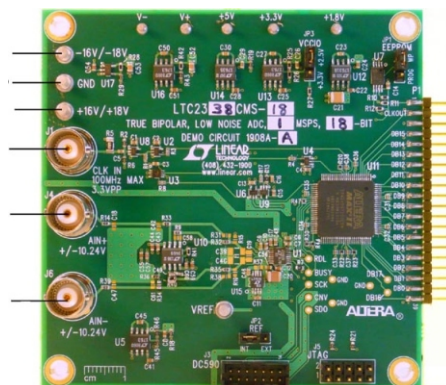
отношение сигнал/шум 100 дБ и суммарный уровень нелинейных искажений –110 дБ. АЦП содержит внутренний буферизованный источник опорного напряжения 2.048 В с температурной стабильностью не хуже 20 ppm/°C. Входной делитель позволяет масштабировать измеряемые сигналы и сдвигать их по уровню, исключая необходимость в сложных цепях, необходимых для прямого подключения истинно биполярных сигналов.



Микросхема LTC2338-18 продолжает семейство повысительно и программно совместимых 18-битных АЦП последовательного приближения с интерфейсом SPI, имеющих скорость преобразования от 250 Квыб/с до 1 Мвыб/с. Скоро к семейству добавятся также полностью совместимые микросхемы разрядностью 16 и 18 бит с псевдодифференциальными истинно биполярными входами (LTC2328-18). Запатентованная схема буферизации внутреннего источника опорного напряжения поддерживает ошибку на уровне менее 1 LSB даже при кратковременных включениях преобразований, позволяя использовать приборы в режиме истинно однократного преобразования после продолжительных периодов ожидания. Для питания АЦП нужен единственный источник напряжения 5 В, от которого при работе микросхемы на максимальной частоте потребуется мощность всего 50 мВт. По мере снижения частоты преобразования мощность потребления снижается линейно. В режиме останова микросхема рассеивает мощность 300 мкВт.

Демонстрационная плата DC1908A позволяет легко организовать начало работы над проектом, воспользовавшись дополнительно оценочным набором DC590B (QuikEval) или набором плат DC718C (PScope). Семейства полностью дифференциальных АЦП LTC2338-18 и псевдодифференциальных АЦП LTC2328-18 выпускаются в корпусах MSOP-16 в версиях для коммерческого, промышленного и автомобильного диапазонов

рабочих температур. Цены в партиях из 1000 приборов начинаются от \$29.10 за одну микросхему.



Демонстрационная плата DC1908A.

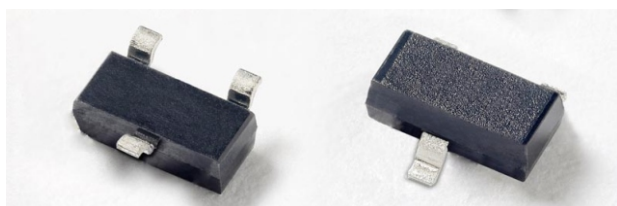
Сводка основных особенностей LTC2338-18

- Пропускная способность 1 Мвыб/с
- Максимальная интегральная нелинейность ± 4 LSB
- Полностью дифференциальные входы
- Три диапазона истинно биполярных входных напряжений: ± 6.25 В, ± 10.24 В, ± 12.5 В
- Типовое отношение сигнал/шум 100 дБ при частоте входного сигнала 2 кГц
- Суммарный уровень нелинейных искажений –110 дБ при частоте входного сигнала 2 кГц
- Гарантированная работа при температуре до 125 °C
- Напряжение питания 5 В
- Низкий дрейф внутреннего источника опорного напряжения 2.048 В: не более 20 ppm/°C
- Внутренний буфер опорного напряжения, обеспечивающий режим однократного преобразования
- Отсутствие конвейерной задержки и времени ожидания
- Уровни сигналов цифрового интерфейса, совместимые с логикой от 1.8 В до 5 В.
- Совместимый с SPI интерфейс ввода/вывода, поддерживающий режим последовательного соединения нескольких преобразователей
- Синхронизация преобразования от внутреннего генератора
- Типовое потребление мощности 50 мВт
- 16-выводной корпус MSOP.

Новые супрессоры компании Littelfuse защищают лучше, чем аналогичные компоненты других компаний

Высокая устойчивость к электростатическим разрядам повышает надежность оборудования, работающего в полевых условиях

Компания Littelfuse выпустила новую серию двухканальных сборок супрессоров общего назначения, предназначенных для защиты чувствительных элементов оборудования от повреждений электростатическими разрядами, всплесками напряжения и грозо-



выми разрядами. Супрессоры серии SM выпускаются с пятью максимальными рабочими напряжениями: 5 В, 12 В, 15 В, 24 В и 36 В. Приборы любой группы имеют очень низкое динамическое сопротивление, благодаря чему их характеристики ограничения на сегодня оказываются лучшими для своего класса приборов, и полностью соответствуют требованиям, предъявляемым к устройствам защиты современной чувствительной электроники. Серия супрессорных сборок SM способна без деградации поглощать повторяющиеся электростатические разряды, уровень которых превосходит требования, уста-

новленные международными стандартами, и безопасно пропускать индуцированные импульсные токи до 24 А. Супрессоры обеспечивают надежную защиту коммуникационных портов RS-232, RS-485, RS-422, RS-423 и др., часто используемых в средствах автоматизации, устройствах диагностики, в системах охранной сигнализации, принтерах, в измерительном и многом другом оборудовании.

Преимущества

- Значительно сниженные напряжения ограничения гарантируют защиту современных микросхем от опасных промышленных и природных электрических воздействий.
- Рассеиваемая импульсная мощность, повышенная на 25% по сравнению с аналогичными приборами, расширяет границы устойчивости к электрическим угрозам за пределы промышленных стандартов.

Доступность

Супрессоры серии SM выпускаются в корпусах SOT23-3, упакованные в ленты по 3000 шт. В настоящее время доступны образцы приборов, которые можно заказать через авторизованных дистрибьюторов Littelfuse.

0+

15-17 АПРЕЛЯ | 2014

МЕСТО
ПРОВЕДЕНИЯ

**МОСКВА
КРОКУС ЭКСПО**

ПАВИЛЬОН 1, ЗАЛЫ 1, 2, 3

ВСЕ ЦВЕТ
ЭЛЕКТРОНИКИ

ufi
Approved
Event

Е•Х•Р•О ELECTRONICA



17-Я МЕЖДУНАРОДНАЯ ВЫСТАВКА
ЭЛЕКТРОННЫХ КОМПОНЕНТОВ
И КОМПЛЕКТУЮЩИХ

**Обладатель
звания «Лучшая
выставка России»**

по тематике «Электроника
и комплектующие»
во всех номинациях*



* по итогам Общероссийского
рейтинга выставок 2011 - 2012 гг.
www.exporating.ru

Организаторы:



primexpo



ITE GROUP PLC

т. (812) 380 6003/07/00,

ф. (812) 380 6001,

e-mail: electron@primexpo.ru

Совместно с выставками:



electrontech

**LEDTECH
EXPO**

Получите электронный билет на сайте
www.expoelectronica.ru

Есть ли у светодиодов «темная сторона»?

Don Tuite

Electronic Design



Рисунок Brian Christie, IEEE Spectrum

Светодиоды – это горячие штучки, если не из-за фактической температуры, то из-за своего рыночного потенциала. На фоне происходящего во всем мире повсеместного запрета ламп накаливания потенциал светодиодного освещения кажется безграничным (см. Таблицу 1). Однако и эта технология имеет свои недостатки. Как мы можем с уверенностью утверждать, каким будет реальный срок службы светодиода? С чем связана проблема «мерцания»? И о каком таком «увядании» мы вдруг читаем в Wall Street Journal и New York Times?

Срок эксплуатации

Сколько времени прослужат светодиоды? Если они установлены правильно и имеют путь для эффективного отвода генерируемого ими тепла, ответом, как правило, будет «долго». На инженерном языке этот же вопрос должен звучать иначе: через какое время световая отдача светодиода упадет до определенной доли от своего первоначального значения (Рисунок 1)? Но все же, и это не совсем верно. Процедура, предназначенная

для оценки «номинального срока службы» похожа на ту, которая применяется для обычных ламп накаливания и флуоресцентных ламп, и все еще находится в стадии разработки.



Рисунок 1. Набор светодиодных ламп Philips, таких, как показана на этой фотографии, успешно прошел 18-месячные полевые, лабораторные и технические испытания, чтобы соответствовать жестким требованиям конкурса L Prize Департамента энергетики США. Как ни странно, до недавнего времени светодиодная промышленность не имела процедуры экстраполяции тестовых данных, чтобы определить фактические значения срока службы в конкретных продуктах.

Таблица 1. Ограничения на использование ламп накаливания.

	2010	2011	2012	2013	2014
США			100 Вт	75 Вт	60 ... 40 Вт
Канада			100 Вт (отсрочка)	75 Вт (отсрочка)	60...40 Вт (отср.)
Мексика			100 Вт	75 Вт	60 ... 40 Вт
Китай			100 Вт		60 Вт
Куба	Запрещены				
Аргентина		Запрещены			
Евросоюз	100 Вт	75 Вт	60 Вт	40 ... 15 Вт	Запрещены
Великобритания	100 ... 75 Вт	60 Вт	40 ... 15 Вт	Запрещены	
Южная Корея			Запрещены		
Япония			Запрещены		
Филиппины	Запрещены				
Малайзия	100 Вт	75 Вт	60 Вт	40 Вт	
Австралия	Запрещены				

В августе 2011 года Светотехническим обществом Северной Америки (IESNA) был выпущен стандарт TM-21-11: «Прогнозирование долговременной стабильности светового потока светодиодных источников света» [1]. Документ описывает, как интерпретировать данные, полученные в результате измерений, и как экстраполировать их.

Тем не менее, TM-21 применяется только к конкретным компонентам источника света (блок, модуль, массив), а не всего светильника целиком. Весь светильник представляет собой сложную систему с множеством других компонентов, таких как драйверы, оптика, цепи управления температурным режимом и корпуса, которые могут повлиять на срок службы. Выход из строя любого из этих элементов может означать конец срока эксплуатации светильника, даже если светодиоды не исчерпали свой ресурс. Любое более или менее правдоподобное прогнозирование должно учитывать все эти составляющие, а не просто сосредотачиваться на светодиодах.

Для оценки ламп накаливания или люминесцентных ламп берется большая статистически значимая выборка, работающая до тех пор, пока не откажет половина первоначального количества. Этот момент, в терминах времени наработки, определяет номинальный срок службы ламп [2]. Однако подобный подход неприменим к светодиодам, которые, как правило, не выходят из строя внезапно. Вместо этого, их световая отдача медленно уменьшается с течением времени.

Кроме того, само определение светодиода, как прибора с большим сроком службы, означает, что получение реальных данных о долговременной надежности в течение ограниченного времени наблюдения становится сложной задачей. Более того, световой поток и срок эксплуатации отдельных светодиодов, как правило, сильно зависят от того, каким током они управляются и какому нагреву подвергаются в светильнике, где они установлены.

Срок стабильности светового потока и номинальный срок службы

Прежде чем объяснять, как применяется TM-21, будет полезно определить различие между понятиями срока эксплуатации, который рассматривается в TM-21, и номиналь-

ным сроком службы, основанном на методике, не столь основательной, как TM-21. Опять же, номинальный срок службы используется для оценки обычных ламп.

Концептуально значение стабильности светового потока (L_p), основанное на тестовых данных, полученных по методике, описанной в TM-21, указывает на количество часов работы, в течение которых светодиодный источник света будет поддерживать определенный процент (p) своей начальной световой отдачи. Например, L70 будет означать количество часов, в течение которых световой поток светодиода упадет до 70% от первоначального уровня.

В последние годы индустрия стала использовать процедуру тестирования, описанную IESNA как LM-80-8, и ориентированную на измерения L_p светодиодных сборок, линеек или модулей, управляемых вспомогательными драйверами. [3] В процедуре LM-80 светодиоды управляются внешним источником тока. Во время работы контролируется температура их корпуса, измерения проводятся при комнатной температуре.

Практически устройства испытываются при трех температурах корпусов: 55 °C, 85 °C и при какой-либо другой температуре, выбранной производителем. Температура воздуха должна поддерживаться с точностью ± 5 °C, а температура корпуса – с точностью ± 2 °C. Относительная влажность должна быть менее 65%.

В таких условиях приборы выдерживаются в течение, как минимум, 6000 часов (примерно 38 недель). Данные собирают каждые 1000 часов. В накопленных данных содержатся интенсивность светового потока, изменения в цветности (цвет), а также любые случаи катастрофических отказов (выгорания).

Спецификация «В» добавляет целевой статистический доверительный интервал. Так, B50 показывает, что не более чем у 50% образцов светодиодных устройств ожидается падение стабильности светового потока на выходе ниже ожидаемого уровня. B10 будет означать, что в течение данного времени встретится не более 10% образцов стандарта L.

Ограничения LM-80

LM-80 представляет собой только тестовую процедуру. В методику преднамеренно не включен способ получения из результатов

испытаний каких-либо значений L_p для испытуемых устройств. Принятие LM-80 промышленностью не решило проблемы критериев отбраковки или способов графического представления результатов тестов, которые позволили бы людям разобраться в полученных данных. По-прежнему нет рекомендаций по графической экстраполяции данных, необходимой для предсказания значений L_{70} .

Вопросы определения размеров выборок, значений токов, или даже количества драйверов оставались на создателях конкретных тестов. Проблемой являлось даже определение типов светодиодов, к которым применялись эти данные, поскольку не было никаких критериев, указывающих, после каких изменений в конструкции корпуса светодиода потребуется новое тестирование.

Это было особенно важно в связи с постоянной работой промышленности над совершенствованием корпусов для улучшения их тепловых характеристик. Поскольку светодиоды не передают тепло излучением, как лампы накаливания, эффективность корпуса в обеспечении отвода тепла от светодиода к радиаторам и окружающей среде может оказывать существенное влияние на L_p .

Некоторые из этих вопросов рассматривались раньше. Агентство по охране окружающей среды США (EPA) представило некоторую методику стандартизации тестирования ламп, предназначенных для использования в жилых и нежилых помещениях, внутри и вне помещений. Методика требовала, чтобы тестирование по LM-80 проверялось лабораториями, аккредитованными Национальным

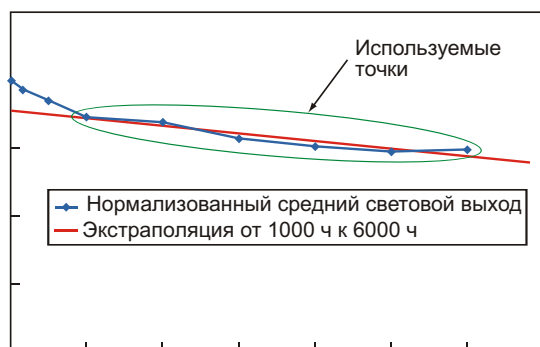


Рисунок 2. Процесс экстраполяции, описанный в IES TM-21-11 «Проектирование долговременной стабильности светового потока светодиодных источников света», обеспечивает переход от результатов испытаний по LM-80 к прогнозированию стабильности светового потока.

институтом стандартов и технологий (NIST) в рамках Национальной программы Добровольной аккредитации лабораторий (NVLAP).

Для каждой комбинации тока и внешней температуры EPA требовала ставить на испытания не менее 25 образцов. Чтобы пройти тест, после 6000 часов испытаний значение LM должно было быть лучше 91.8% для продукции, используемой внутри жилых помещений или лучше 94.1% для наружного использования. Это внесло ясность в некоторые моменты, но все ждали появления IESNA TM-21.

Описание TM-21

Новый документ определяет, как именно экстраполировать данные об изменении светового потока, полученные по методике LM-80-08 (Рисунок 2). Вот как это работает:

- Для каждого устройства в наборе данных измеренный световой поток изначально нормирован на значение «1».
- В каждой точке, где измеряется световой поток, нормированные данные для всех устройств усредняются. (Другими словами, результаты показывают среднее поведение всей совокупности устройств).
- Все данные, полученные в течение первой 1000 часов, испытаний отбрасываются.
- Если тест останавливается после 6000 часов, значения данных средней стабильности светового потока от 1000 часов до 6000 часов пригодны к простой экспоненциальной экстраполяции с аппроксимацией по методу наименьших квадратов.
- Если тест выполняется от 6000 до 10000 часов, для экстраполяции используются только данные последних 5000 часов.
- Для тестов продолжительностью более 10,000 часов используются данные за последние 50% от общего времени тестирования. Однако если последние 50% от общего времени тестирования не являются целым кратным 1000 часов, берут более 50% от общего времени, пока время не будет кратно 1000 часов. «Шесть крат» — правило призванное ограничить длину предсказаний стабильности светового потока.

Те, кому это описание показалось слишком кратким, чтобы разобраться во всем, не должны волноваться. EPA создала Energy

Star TM-21 калькулятор. [4] Он позволяет пользователям запрашивать от производителей светодиодов наборы данных по LM-80 и интерполировать их (например) от контрольных значений при 55 °C и 85 °C для получения значения деградации интенсивности светового потока при 75 °C.

Номинальный срок службы

Лучшим источником информации для понимания различий между сроком стабильности светового потока по TM-21 и номинальным сроком службы является статья Цзяньжун Цзяо (Jianzhong Jiao) из Osram Opto Semiconductors, опубликованная в журнале LEDs Magazine [5].

Чтобы объяснить разницу, Цзяо отправляет читателей к стандарту ANSI/IES RP-16, описывающему процесс последовательного определения значения срока службы обычных типов ламп. В RP-16 номинальный срок службы обозначается B_r и выражается в часах, где r – процент. Таким образом, B50 от 1000 часов означает, что 50% исследованных экземпляров отработали 1000 часов без сбоев.

Параметр B50 также известен как номинальной средний срок службы изделия. Например, если изделие имеет номинальный срок службы B10 от 1000 часов, 10% из тестируемых продуктов не прошли тест в течение 1000 часов, но могут быть легко отнесены к изделиям с номинальным сроком службы B50 от 1000 часов. «В то время как B_r является статистической мерой, L_r является определенной мерой долговечности», – говорит Цзяо.

К тому же, определение B_r требует большого и статистически значимого размера выборки, в то время как в отношении стабильности светового потока L_r подобных требований нет. Загвоздка, по словам Цзяо, заключается в том что, если для прогнозирования стабильности светового потока по TM-21 использовать тестовые данные по LM-80, размер выборки будет непредсказуемо влиять на прогноз. Следовательно, меньшая выборка приведет к более коротким прогнозируемым срокам, чтобы увеличить статистическую достоверность.

С учетом этой оговорки, первое, что должно быть определено, чтобы обеспечить разумную основу для оценки срока службы светодиода – это понятие «отказа» светодиода, который потерял яркость, но не сгорел.

Например, Цзяо говорит: «Отказ может быть определен как снижение светового потока светодиода до 70% от начальной величины или ниже (в том числе, и до нуля). Другими словами, если в течение заданного периода времени светодиод производит недостаточно света или не производит вообще, он считается вышедшим из строя».

Это позволит объединить новые статистические измерения с измерениями долговечности. Цзяо предполагает, что это будет значение B_{rLr} . Если заявленное значение B50L70 светодиодного источника света равно 30,000 часов, «то 50% из исследованных образцов должны иметь срок стабильности светового потока 30,000 часов», – говорит Цзяо.

В поддержку сказанного, Цзяо рекомендует интегрировать статистические измерения отказов с измерениями стабильности светового потока во время испытания срока эксплуатации. Это потребует достаточно большого, статистически значимого размера выборки светодиодов, а также дополнительного отслеживания и фиксации поведения образцов. Ключевым моментом является длительность тестирования.

Вместо остановки теста в некотором произвольном, кратном 1000 часов месте, «когда у 50% испытуемых образцов световой поток станет равным 70% от начального значения, включая образцы, которые не производят свет, тогда и будет получен B50L70 (в часах)», – говорит Цзяо.

Цзяо признает практическую проблему, связанную с этим методом. Ожидаемое значение B50L70 – порядка 30,000 часов, так что действительно нужен способ прогнозирования, основанный на более коротком периоде тестирования. К счастью, производители светодиодов уже осознали большую часть из перечисленных проблем. Они взяли на вооружение два подхода.

При одном из подходов испытания по методике LM-80 осуществляются на больших выборках с регистрацией как изменений светового потока, так и отказов. Затем данные загружаются в математическую модель со статистически-значимым диапазоном. Анализируя кривую прогнозирования стабильности светового потока совместно с соответствующим интервалом выборочного распределения, можно прогнозировать B50L70.

С другой стороны, производители всегда проводили тесты на реальные отказы (свет гаснет) отдельно от официальных испытаний по LM-80. Ранние отказы – фундаментальная проблема производственного процесса, управление которым является ключом к прибыли.

Что необходимо, так это найти такой способ объединения данных из обоих типов тестирования, что бы все согласилось с результатом. Тогда на основе TM-21 можно установить прогноз стабильности светового потока, и данные, собранные в ходе ускоренного теста на отказ могут быть использованы в моделировании с другим математическим выражением, с номинальным сроком службы, спрогнозированным на математическом сочетании обеих моделей.

Это рекомендации Цзяо и компании OSRAM. Прежде, чем отрасль установит рекомендации для стандартной практики, возможно, потребуется, чтобы и интеграторы светодиодной продукции запрашивали больше информации о результатах тестирования и моделирования от производителей в отношении статистических отказов светодиодных источников света.

Мерцание

Световой поток устройств, питающихся переменным током, может мерцать с удвоенной промышленной частотой, на гармониках этой частоты, а иногда и на основной частоте. В лампах накаливания из-за их тепловой инерции мерцание обычно не наблюдается.

Тем не менее, мерцание можно наблюдать у люминесцентных ламп, люминесцентных ламп с холодным катодом (CCFL) и у светодиодной подсветки видеодисплеев. Медицинские исследования ассоциируют мерцание с симптомами мигрени и эпилепсии у части населения.

Для светодиодов, решение этого вопроса заключается в фильтрации выходных каскадов схем драйверов. Скотт Браун (Scott Brown), старший вице-президент по маркетингу компании iWatt, верит, что будущие европейские нормы могут стать частью IEC 61000-3-2 – европейского стандарта коррекции коэффициента мощности в AC/DC источниках питания.

Браун соглашается с Мэттом Рейнольдсом (Matt Reynolds), менеджером по приложениям для твердотельного освещения

компании Texas Instruments, и Сурешом Харихараном (Suresh Hariharan), техническим директором Maxim Integrated Products, в том, что за этим вопросом стоит что-то серьезное, и все же, проблему можно (и нужно) решать ценой небольшого увеличения стоимости.

Харихаран считает, что мерцание возникает из-за устаревших тиристорных диммеров, и для регулировки светового потока устройства нужно заставить светодиодные драйверы превратить свои рубленые волны переменного тока в импульсно-модулированный постоянный ток. Правильно спроектированный драйвер с диммером, и с этим согласны все три компании, должен состоять из трех каскадов: каскада AC/DC преобразования и двух каскадов постоянного тока, последний из которых осуществляет импульсную модуляцию тока для управления светоотдачей.

«Правильное проектирование» также требует коррекции коэффициента мощности в каскаде AC/DC преобразования для защиты силовой сети от гармоник промышленной частоты. [6] Однако не все совместимые с диммерами драйверы обеспечивают хороший коэффициент мощности, – считает Харихаран.

Светодиодные «лампочки» выпускают многие компании по всему миру. Электроника драйвера помещается в основание лампы, так что никто не знает, что там внутри. И кто сможет что-либо сказать, если компания, занимающаяся плагиатом, захочет сэкономить несколько центов на комплектующих и использует более дешевую микросхему драйвера?

Хотя дешевые драйверы необязательно становятся источниками мерцания, поскольку зачастую проблема начинается с симистора диммера, спрятанного в стене здания. Если симистор включается не в той же точке первой полуволны переменного напряжения, в которой он это делает во время второй полуволны, возникает серия гармоник, что (помимо всего прочего) выглядит как мерцание на частоте промышленной сети.

Что с этим делать, зависит от конструкции драйвера. Но окончательное решение, считает Харихаран, в более дорогостоящих схемах питания постоянного тока. Стимулирование этого требует введения стандартов. Таковыми могут быть МЭК в Европе или IEEE в Северной Америке.

Появление IEEE

Именно здесь выходит на сцену стандарт IEEE PAR 1789. Организацией выпущен документ под шифром P1789 с рабочим названием «Методические рекомендации по модуляции тока светодиодов повышенной яркости для снижения риска здоровью пользователей».

Первый результат усилий рабочей группы был вынесен на общественное обсуждение. [7] Разработчики не торопились, и их отчета ждали более года. Но это не означает, что документ неинтересен. Вместе с подробными ссылками он содержит обобщение многочисленных исследований влияния мерцания на людей, подвергающихся ему через флуоресцентное освещение.

Например, согласно данным рабочей группы, светочувствительная эпилепсия встречается чаще, чем можно было подумать, затрагивая каждого «из примерно 4000 человек». Факторы, совокупность которых может влиять на вероятность приступов, включают частоту мерцания в диапазоне от 3 до 65 Гц, а особенно, в диапазоне от 15 до 20 Гц. Вот почему частота промышленной сети (50 или 60 Гц, в зависимости от страны) так важна, и почему столь большое значение имеет асимметричное поведение внешнего тиристорного контроллера.

«Сильные красные мерцания и попеременные красные и синие вспышки могут быть особенно опасными, — отмечает группа. — Яркие мерцания могут быть более опасными, когда глаза закрыты, отчасти потому, что тогда стимулируется вся сетчатка».

Увядание

«Увяданием» назвали происходящее в светодиодах явление, когда увеличение протекающего тока сопровождается увеличением светового потока лишь до определенного предела, за которым световой поток с увеличением тока свой линейный рост прекращает (Рисунок 3). Это явление всегда было труднообъяснимым.

Квантовый процесс, при котором генерация и рекомбинация электронно-дырочных пар вызывают излучение фотонов, не всегда проходит гладко. После того, как ток достигает определенной величины, в результате рекомбинации вместо фотона, по-видимому, появляется еще один электрон.

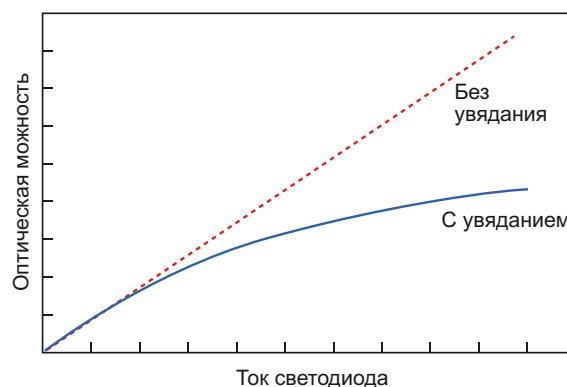


Рисунок 3. Световой поток обычных светодиодов с ростом тока не увеличивается линейно. Что-то происходит с рекомбинацией электронно-дырочных пар, которая обычно приводит к испусканию фотона. Лучшим кандидатом для объяснения в настоящее время считается явление, называемое оже-рекомбинацией, в которой вместо фотона генерируется электрон. В качестве возможного решения этой проблемы, по меньшей мере одна компания решила использовать GaN-на-GaN.

Специализирующиеся на полупроводниках физики, работая со светодиодами, внимательно изучили несколько подозрительных процессов, полагая, что это может помочь им найти средство борьбы с увяданием. Главным кандидатом на сегодняшний день является оже-рекомбинация, названная в честь Пьера Виктора Оже (Pierre Victor Auger), французского физика двадцатого века.

Проблема увядания вышел на передний план, когда светодиодная стартап-компания Soraа, основанная изобретателем синего лазера и синего светодиода Сюдзи Накамурой (Shuji Nakamura), представила GaN-on-GaN (нитрид галлиевые) светодиоды на выставке Strategies in Light. Согласно Soraа, плотность дислокаций в их материале для светодиодов в 1000 меньше, чем в обычном карбиде кремния. Кроме того, их светодиоды, не проявляя увядания, могут работать в намного более жестких режимах (250 А/см^2), чем традиционные светодиоды.

Одновременно Soraа, вместо того, чтобы публиковаться в отраслевой прессе или выпускать пресс-релизы с информацией о доступности продукции или ее цене, начала массированное наступление при поддержке деловых СМИ, включая The New York Times и The Wall Street Journal. GaN-on-GaN воспринимается серьезно, учитывая портфолио

интеллектуальной собственности и команду специалистов Soraа, но рассуждать о том, какую нишу займет эта технология в светотехническом спектре, пока рано. **РЛ**

Ссылки

1. IES TM-21-11: "Projecting Long Term Lumen Maintenance of LED Light Sources"
2. Don Tuite, "High Brightness White LEDS Light The Way To Greener Illumination"
3. Another test, LM-79, is an approved method for taking electrical and photometric measurements of solid-state lighting (SSL) products. It covers total flux, electrical power, efficacy, chromaticity, and intensity distribution and applies to LED-based products that incorporate control electronics and heatsinks, including integrated LED products and complete luminaires, but not to bare LED packages and modules, nor to fixtures designed for LED products but sold without a light source. Unlike traditional photometric evaluation, which involves separate testing of lamps and luminaires, LM-79 tests the complete LED luminaire because of the critical interactive thermal effects. While LM-79 doesn't address product reliability or life, it does provide for the important calculation of complete luminaire initial efficacy.
4. The EPA's Energy Star TM-21 calculator can be downloaded at www.energystar.gov/TM-21calculator.
5. "Understanding the Difference between Led Rated Life and Lumen-Maintenance Life"
6. Jianzhing Jiao, "What's The Difference Between Reactive Power Factor And AC-DC Supply Power Factor?"
7. "A Review of the Literature on Light Flicker: Ergonomics, Biological Attributes, Potential Health Effects, and Methods in Which Some LED Lighting May Introduce Flicker"

Hewlett-Packard, Agilent, Avago и Philips Lumileds в истории Кремниевой долины



Часть 1

Юрий Петропавловский

Перечисленные в заголовке компании имеют общие корни – ведущие в своих областях компании Agilent Technologies, Avago Technologies и Philips Lumileds в разное время были выделены из материнской корпорации Hewlett-Packard, штаб-квартира которой расположена в Кремниевой долине. Под этим названием принято называть территорию штата Калифорния, где сосредоточено около половины всего научно-технического потенциала США в области электроники и вычислительной техники. На этой условной территории расположены штаб-квартиры крупнейших электронных и ИТ компаний мира, в том числе AMD, Apple, Cisco, Facebook, Google, Intel, Yahoo!, а также Hewlett-Packard, сыгравшей особую роль в истории Кремниевой долины. Как и у всякого значимого явления, у Кремниевой долины имеются основатели и «место рождения». Ее «отцом», наряду с Уильямом Шокли считают Фреда Термана (Frederick Emmons Terman, 1900-1982 г.г., фото на Рисунке 1).

Ф. Терман был одним из самых успешных администраторов науки, техники и высшего образования в США в 20 веке. Возглавляемый им инженерный отдел Стэнфордского университета заложил основы, сделавшие Стэнфорд одним из выдающихся исследовательских центров мира. В 1951 году Ф. Терман возглавил работы по созданию Стэнфордского индустриального парка (в настоящее время Стэнфордский исследовательский парк), результатом чего стала сдача в аренду



Рисунок 1.

части пустующей земли университета высокотехнологичным компаниям (HP, General Electric, Eastman Kodak, Lockheed) и превращение территории вокруг университета в источник инноваций, который вскоре стал известен как Кремниевая долина. Подводя итог своей деятельности, Ф. Терман сказал: «Когда мы поставили задачу создания центра технических наук в Кремниевой долине, здесь почти ничего не было, а остальной мир выглядел ужасно большим. На сегодня, большая часть мира – здесь» [1].

В Стэнфордском университете любимыми учениками Ф. Термана были Уильям Хьюлетт (William Redington Hewlett, 1913-2001 г.г.) и Дэйв Паккард (David Packard, 1912-1996 г.г.). В 1938 году супруги Дэвид и Люсиль Паккард

арендовали первый этаж дома №367 по Эддисон-авеню в городе Пало-Альто, в гараже которого поселился Билл Хьюлетт. В 1939 году друзья по Стэнфорду основали компанию Hewlett-Packard, начавшую свою деятельность в гараже (фото Рисунке 2 – Паккард и Хьюлетт) [2].



Рисунок 2.

Примечательный гараж многие считают «родиной» Кремниевой долины. В 1989 году штат Калифорния назвал гараж местом рождения Кремниевой долины, а в 2000 году корпорация HP выкупила дом с гаражом за 1.7 млн. долларов. В течение 5 лет дом и гараж



Рисунок 3.

были отреставрированы к виду 1939 года, и в 2007 году включены в Национальный регистр исторических мест. В ознаменовании этого события у дома №367 установлена мемориальная доска, на Рисунке 3 во дворе дома виден отреставрированный гараж [3].



Рисунок 4.

Первым успешным продуктом партнеров по новой компании был звуковой генератор модели 200A с выходной мощностью 1 Вт/ 500 Ом, отличительной особенностью которого был способ стабилизации амплитуды колебаний генератора с помощью лампы накаливания в цепи обратной связи (см. фото генератора HP-200A из архива Agilent Technologies на Рисунке 4). Цену на генератор партнеры установили «с потолка» (54 доллара) и вскоре обнаружили, что ближайший конкурент (General Electric) продает аналогичные приборы по 400 долларов. Неудивительно, что все сделанные приборы были быстро распроданы. Одним из первых покупателей генераторов был Уолт Дисней. По его требованию схема и конструкция были несколько изменены, генератор получил название 200B, а студия Диснея купила сразу 8 экземпляров этой модификации. Генераторы потребовались студии Диснея для проведения работ по созданию мультипликационного фильма «Фантазия» с первой коммерческой системой стереозвука. Премьера «Фантазии» состоялась в Нью-Йорке в 1940 году и получила много восторженных откликов, а дирижер Леопольд Стоковский получил специальный Оскар [4].

В начальный период разработка и производство контрольно-измерительных приборов становятся основными видами деятельности HP, к рождеству 1940 года сотрудникам за успешную работу выплатили первую премию. (число сотрудников – 3, продуктов – 8, чистая прибыль 34000 дол.). В конце 1941 года Хьюлетт был призван на службу в войска

связи, а Паккард один управлял компанией в течение четырех лет. Основными продуктами HP были лабораторные измерительные приборы и испытательное оборудование, в том числе анализаторы искажений, измерители коэффициентов гармоник, генераторы импульсов и гармонических сигналов. Большая часть продукции производилась по заказам Научно-исследовательской лаборатории ВМС США (US Naval Research Laboratory). К 1945 году доход компании достиг 1.6 миллиона долларов и резко сократился в 1946 году, в связи с чем были уволены более 100 сотрудников.

В 1947 году компания была преобразована в акционерное общество (президент – Паккард, вице-президент – Хьюлетт). Уже в 1948 году в портфеле HP было 36 продуктов (преимущественно КИП), доход достиг 2.2 млн. долларов, а число сотрудников выросло до 128 человек.

В 1949 году начал выходить научно-технический журнал HP JOURNAL, издаваемый сотрудниками исследовательской лаборатории компании. В журнале описано множество приборов и продуктов, выпускаемых компанией, приведены их характеристики, а также теория и практические рекомендации по применению приборов и электронных компонентов. В HP Journal имеются и материалы, представляющие интерес для радиолюбителей и специалистов в области высококачественной аудиоаппаратуры. Архив журнала с 1949 по 1998 год представлен в свободном доступе на сайте [5].

Первый номер журнала вышел в сентябре 1949 года и был посвящен описанию импульсного лампового усилителя с распределенным усилением микросекундного диапазона (модель 460 A). Усилитель обеспечивал полосу пропускания 3 кГц-140 МГц и регулируемое усиление до 20 дБ на нагрузке 200 Ом при максимальном выходном напряжении 4.75 В).

В августовском номере журнала за 1951 год (Vol. 2, No. 12) опубликована статья Брантона Байера (Brunton Bauer) о методах измерения искажений и предназначенных для этого приборах. На Рисунке 5 показан внешний вид измерителя искажений гармонических сигналов модели HP-330B для сигналов звукового диапазона частот 20 Гц- 20 кГц. В приборе реализован метод измерения коэффициента гармонических искажений, основанный на суммировании уровней гармоник



Рисунок 5.

основного сигнала, определяемый по классической формуле

$$K_{\Gamma} = \frac{\sqrt{A_2^2 + A_3^2 + A_4^2 + \dots + A_N^2}}{A_1 \cdot 100},$$

где

A_1 – уровень основного сигнала,

A_2 – уровень 2-й гармоники и т. д.

Прибор состоит из двух основных блоков – узкополосного селективного усилителя, частота настройки которого перестраивается вручную, и вольтметра для измерения уровня гармоник. Прибор выполнен на лампах 6SJ7, 6J5, 6AC7, 6H6, 676G, 5Y3-GT. Особенности устройства и работы прибора, а также его электрическая принципиальная схема приведены в руководстве по эксплуатации [6].

В августовском номере за 1952 год (Vol. 3 No. 12) опубликована статья с описанием различных звуковых генераторов компании, в том числе модели 206A с малыми (менее 0.1%) гармоническими искажениями (внешний вид прибора на Рисунке 6). Особенности, параметры и схема прибора приведены в руководстве по эксплуатации [7].



Рисунок 6.

В середине 1950-х годов компания разработала несколько относительно малогабаритных звуковых генераторов (модели 201C,

200J, 202C), описание которых приведено в февральском номере журнала за 1956 год (Vol. 7 No. 6). Задающий RC генератор прибора 201C выполнен лампах 6AU6, 6AQ5 с небольшой лампой накаливания в цепи катода одной из ламп. Частота генерации перестраивается четырехсекционным конденсатором переменной емкости, на оси которого закреплена хорошо известная по многим отечественным звуковым генераторам круглая шкала частот. Прибор обеспечивает генерацию синусоидальных напряжений в диапазонах 20-200 Гц, 200 Гц-2 кГц, 2 кГц-20 кГц, точность установки частоты $\pm 1\%$. Максимальное выходное напряжение 42.5 В на нагрузке 600 Ом ($P_{\text{вых}} = 3 \text{ Вт}$), размеры корпуса 191 292 318 мм, внешний вид прибора показан на Рисунке 7.



Рисунок 7.

Измерительные приборы компании использовались и для анализа сигналов первого советского спутника земли. В приложении к HP Journal за сентябрь/октябрь 1957 года (Vol. 9 No. 1-2) приведено описание эксперимента по изучению доплеровского смещения частоты несущей, передаваемой спутником. Эксперименты проводились в Стэнфордском научно-исследовательском институте в г. Менло Парк. Измерительный стенд состоял из УКВ приемника с кварцевым гетеродином, обеспечивающим перенос принимаемой несущей в диапазоне 40 МГц на промежуточную частоту 500 кГц, счетчика (частотомера) HP-523B, цифрового рекордера HP-

560A с записью на бумажную ленту и ленточного самописца (Strip Recorder).

С 1963 по 2000-й год компанией издавался журнал «Measure», публиковавший материалы для сотрудников и партнеров HP. Архив размещен на ресурсе [8].

До конца 50-х годов основной продукцией HP были измерительные приборы и испытательное оборудование для научных, промышленных, медицинских, военных и других целей, в том числе и для домашних Hi-Fi приложений. Широкая номенклатура (около 400 продуктов в 1958 году) обеспечивала устойчивое повышение прибыльности, годовая выручка в период 1950-1960 г.г. выросла с 2 до 60 млн. долларов, что дало возможность расширения бизнеса за счет приобретений (поглощений) других электронных и ИТ компаний и превратило HP в глобальную корпорацию, входящую в топ 100 Fortune Global 500 (15 позиция в 2013 году). За период с 1958 по 2011 год HP приобрела более 100 компаний, начав с покупки в 1958 году фирмы F. L. Moseley Company (разработка и производств плоттеров). К наиболее крупным приобретениям относятся следующие компании:

- Compaq/2002/\$25 млрд. (персональные компьютеры);
- Procter & Gamble IT/2003/\$3 млрд. (отделение информационных технологий);
- Mercury Interactive/2006/\$4.5 млрд. (компьютерное ПО);
- Opware/2007/\$1.6 млрд. (компьютерное ПО);
- Electronic Data Systems/2008/\$13.9 млрд. (информационные технологии);
- 3Com/2010/\$2.7 млрд. (компьютерные сети);
- Palm, Inc/2010/\$1.2 млрд. (производство смартфонов);
- 3PAR/2010/\$2.35 млрд. (хранение данных);
- ArcSight/2010/\$1.5 млрд. (корпоративные компьютеры);
- Autonomy Corporation/2011/\$11 млрд. (управление информацией) [9].

Внушительный список приобретений позволил компании занять лидирующие позиции в мире. Например, по объему выручки HP становилась крупнейшей технологической компанией в 2010-2012 г.г. (10 позиция в общем рейтинге Fortune Global 500/2010/2012) [10]. **РЛ**

Литература:

1. http://en.wikipedia.org/wiki/Frederick_Terman
2. <http://www.scaruffi.com/svhistory/sv/chap76.html>
3. <http://www.hpmuseum.org/garage/garage.htm>
4. <http://www.ohio.edu/people/posstr/bapix../HP200A.htm>
5. http://www.hparchive.com/hp_journals.htm
6. http://www.hparchive.com/Service_Notes/HP-Service-Note-330B-3E.pdf
7. <http://www.k7jrl.com/pub/manuals/hp/206a/>
8. <http://www.hp.com/hpinfo/about/hp/histnfacts/publications/measure/>
9. http://en.wikipedia.org/wiki/Main_Page
10. http://money.cnn.com/magazines/fortune/fortune500/2010/full_list/

Использование повышающе-понижающих преобразователей с током покоя 1.3 мкА в микромощных приложениях

Dave Salerno, Linear Technology

В связи с распространением беспроводных датчиков, поддерживающих «Интернет вещей», возрастает потребность в небольших, эффективных преобразователях энергии, способных автономно питать маломощные устройства. Новые монолитные повышающе-понижающие DC/DC преобразователи LTC3129 и LTC3129-1 с входным напряжением от 2.42 В до 15 В разработаны специально для таких целей. Выходное напряжение LTC3129 регулируется в диапазоне от 1.4 В до 15.75 В, в то время как LTC3129-1 позволяет установить восемь фиксированных напряжений между 1.8 В и 15 В. Обе микросхемы в понижающей конфигурации могут отдавать ток не менее 200 мА.

Для питания маломощных датчиков исключительно удобны микросхемы LTC3129 и LTC3129-1. Отсутствие входного и выходного токов в режиме отключения и ток потребления 1.3 мкА в пульсирующем режиме делают их идеальными строительными блоками приложений сбора энергии, для которых решающее значение имеет КПД при экстремально низких нагрузках. Универсальная повышающе-понижающая архитектура этих микросхем может служить основой широчайшего спектра источников питания.

LTC3129 и LTC3129-1 работают на фиксированной частоте 1.2 МГц, в частности, в режиме стабилизации тока, содержат цепи внутренней частотной компенсации петли обратной связи и автоматически переключаются в пульсирующий режим или в режим маломощнейшей ШИМ. Приборы имеют вход RUN с точным значением порога, позволяющий управлять условиями блокировки при понижении входного напряжения (UVLO), выход «Питание в норме» и функцию слежения за точкой максимальной мощности (MPPC), оптимизирующую передачу энергии при извлечении ее из фотогальванических ячеек.

Миниатюрный корпус QFN размером 3 мм и высокий уровень интеграции упрощают размещение LTC3129/LTC3129-1 в ограниченном пространстве современных приложений. Для создания законченного источника питания потребуется добавить всего несколько пассивных компонентов и силовую индуктивность, которая может иметь габариты не более 2–3 мм. Внутренняя частотная компенсация еще больше упрощает конструирование.

Преобразователь 3.3 В работает при комнатном освещении от миниатюрного солнечного элемента

В изображенной на Рисунке 1 схеме используется уникальная способность LTC3129 и LTC3129-1 запускаться и работать при ничтожных уровнях входной мощности, начиная от 7.5 мкВт, что позволяет им при освещении менее 200 лк преобразовывать энергию, получаемую от небольших дешевых фотогальванических элементов площадью до одного квадратного дюйма. Это

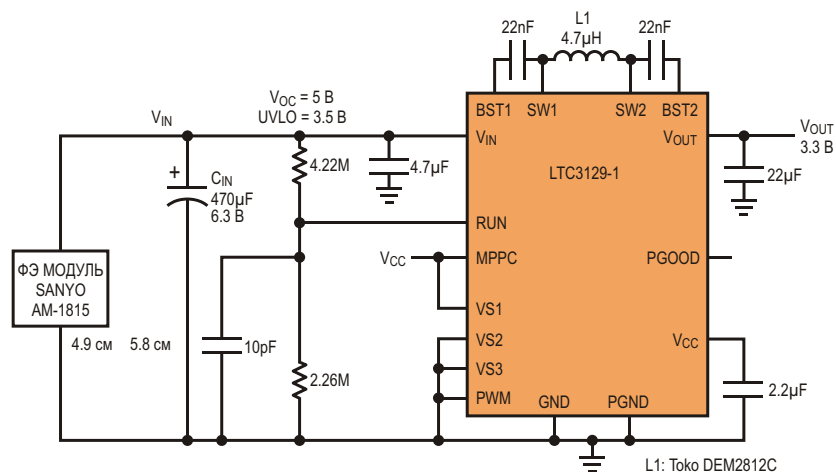


Рисунок 1. Преобразователь с выходным напряжением 3.3 В получает энергию от фотозлемента, освещаемого комнатным светом.

означает, что микросхемы могут использоваться для питания беспроводных датчиков комнатным светом, когда входная мощность DC/DC преобразователя очень мала, и среднее потребление энергии должно поддерживаться на чрезвычайно низком уровне.

Чтобы сделать возможным запуск микросхемы при столь малом токе, ее потребление поддерживается в пределах 2 мкА (а в режиме отключения еще меньше) до тех пор, пока не начнут выполняться три условия:

- Напряжение на выводе RUN должно превышать 1.22 В (типичное значение).
- Напряжение на выводе V_{IN} должно превышать 1.9 В (типичное значение).
- Напряжение на выводе V_{CC} , которое формируется внутри из V_{IN} , но может быть приложено и извне, должно превышать 2.25 В (типичное значение).

Пока остается невыполненным хотя бы одно из этих трех условий, микросхема остается в режиме «мягкого выключения», или в режиме ожидания, потребляя ток всего 2 мкА.

Это позволяет входному накопительному конденсатору заряжаться от очень слабого источника всегда, когда входное напряжение достаточно велико, и соблюдены три перечисленных выше условия, при которых включаются тактовые генераторы LTC3129/LTC3129-1, и напряжение V_{OUT} начинает стабилизироваться, поддерживаемое зарядом, накопленным в конденсаторе. Входное напряжение, при котором микросхема выходит из режима блокировки, с помощью подключенного к входу RUN внешнего резистив-

ного делителя может быть установлено любым от 2.4 до 15 В. Низкий ток вывода RUN, в типичном случае не превышающий 1 нА, позволяет использовать резисторы с большим сопротивлением и минимизировать ток, потребляемый по входу V_{IN} .

В схеме на Рисунке 1 запасенная в C_{IN} энергия начинает использоваться для стабилизации выходного напряжения сразу после включения преобразователя. Если средняя мощность, забираемая от выхода V_{OUT} , меньше мощности, получаемой от солнечного элемента, LTC3129/LTC3129-1 остаются в пульсирующем режиме, и стабилизация V_{OUT} не прерывается.

Если потребность в средней выходной мощности превышает возможности входного источника, напряжение V_{IN} падает до уровня блокировки, и контроллер выключается. С этого момента C_{IN} начинает перезаряжаться, и цикл включения повторяется. В таком прерывистом режиме работы V_{IN} с некоторым гистерезисом изменяется вокруг точки блокировки. Размах обусловленных этими изменениями пульсаций в нашем примере составляет примерно 290 мВ, и определяется встроенным гистерезисом вывода RUN, равным 100 мВ, а также параметрами делителя.

Заметим, что если установить напряжение блокировки преобразователя в точку максимальной мощности используемого фотогальванического элемента (в типичном случае, это от 70% до 80% напряжения холостого хода), то мощность, отдаваемая элементом, всегда будет близка к максимальной до тех

пор, пока средняя мощность, потребляемая нагрузкой, остается меньшей, чем выходная мощность солнечного элемента. В таком режиме напряжение V_{IN} поднимается и остается выше напряжения блокировки.

Для дополнительной оптимизации эффективности и исключения нежелательной нагрузки на выход LTC3129/LTC3129-1 перестают пропускать какой-либо ток через V_{OUT} во время мягкого старта или при выборе пульсирующего режима. Это защищает преобразователь от разряда V_{OUT} в течение процедуры мягкого запуска, тем самым, сохраняя заряд на выходном конденсаторе. Фактически, если LTC3129 находится в спящем режиме, ток вывода V_{OUT} отсутствует полностью. В случае микросхемы LTC3129-1 ток через V_{OUT} составляет доли микроампера, что объясняется наличием внутреннего высокоомного делителя напряжения обратной связи.

Добавление резервной батареи

Во многих приложениях, получающих питание от солнечного света, используются резервные батареи, снабжающие схему энергией при недостатке освещения. На Рисунке 2 показано, каким образом можно организовать резервное питание в предыдущей схеме преобразователя (Рисунок 1), добавив в нее дисковые литиевые батарейки и несколько внешних компонентов, которые будут использоваться, когда энергии, получаемой от фотогальванического элемента, не хватает для поддержания заданного уровня выходного напряжения V_{OUT} . В схеме использована микросхема LTC3129, позволяющая установить V_{OUT} равным 3.2 В для лучшего

соответствия напряжению литиевой батарейки.

В этом примере батарея включена со стороны выхода преобразователя, а установленное напряжение V_{OUT} микросхемы LTC3129 немного превышает напряжение батареи. Этим гарантируется отсутствие тока через батарею, когда V_{OUT} получает энергию от входа солнечного элемента. Если света для питания нагрузки недостаточно, и V_{OUT} начинает падать, внутренний транзистор, подключенный к выходу PGOOD, открывается, переключая питание нагрузки с выхода преобразователя LTC3129 на батарею. В результате напряжение V_{OUT} становится равным напряжению батареи. В это время входные и выходные конденсаторы преобразователя имеют возможность заряжаться (при наличии хотя бы минимального освещения), позволяя нагрузке, в соответствии с сигналом PGOOD, периодически переключаться между батареей и преобразователем. Таким образом, нагрузка получает питание от солнечного света в течение максимально возможного времени, а батарея используется только для ее периодической подпитки.

Диод, включенный между выводами PGOOD и V_{CC} , необходим для того, чтобы удерживать низкий уровень PGOOD во время включения преобразователя, до момента полного установления напряжения V_{CC} .

Куда же лучше подключать резервную батарею?

В предыдущем примере резервная батарея была подключена к выходу. Для приложе-

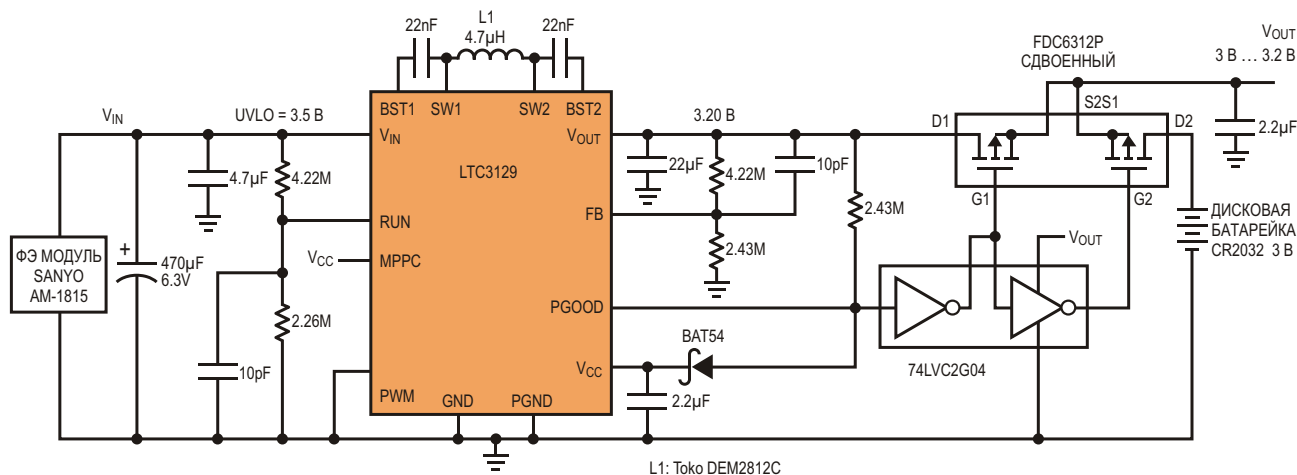


Рисунок 2. Преобразователь солнечной энергии с резервной батареей.

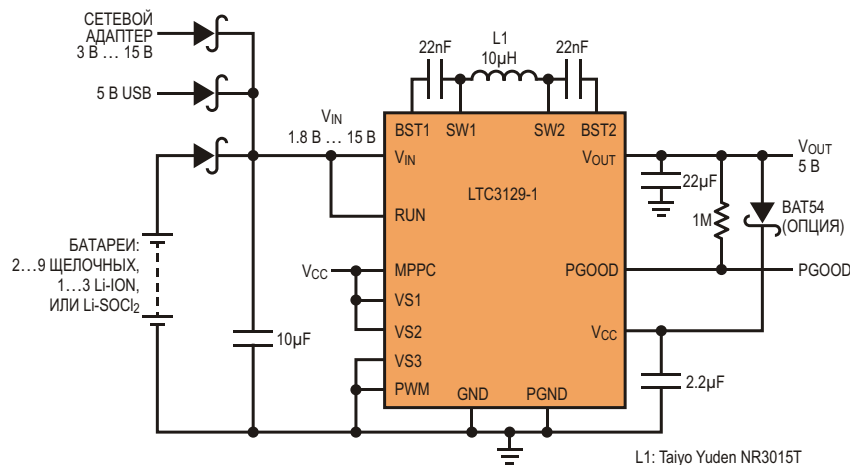


Рисунок 3. Многовходовый преобразователь с выходным напряжением 5 В.

ний с небольшими токами потребления этот способ имеет преимущества, позволяя использовать батарею меньшей емкости и с большим внутренним сопротивлением, благодаря тому, что относительно большие броски входного тока преобразователя при включении, сопровождающиеся значительным проседанием напряжения батареи и дополнительными потерями на ней мощности, батарею непосредственно не затрагивают.

Недостатками подключения резервной батареи к выходу преобразователя являются требование хорошего согласования напряжения батареи с выходным напряжением преобразователя и необходимость в достаточно плоской характеристике разряда, позволяющей поддерживать достаточный уровень стабилизации V_{OUT} . Обоим этим требованиям вполне отвечает 3-вольтовая литиевая батарейка.

Подключение резервной батареи со стороны входа преобразователя дает возможность работать с входным напряжением, отличающимся от требуемого выходного напряжения, однако при этом батарея должна быть в состоянии отдавать большие токи, необходимые преобразователю во время включения или при переходных процессах в нагрузке. Для использования на входной стороне лучше всего подходят литий-тионилхлоридные батареи (Li/SOCl₂), отличающиеся большим сроком службы. Батарею можно подключить к входу вместе с солнечной батареей через диодную схему «ИЛИ», или же коммутировать с помощью MOSFET ключей, подобно тому, как это сделано в схеме на Рисунке 2.

Преобразователь 5 В незаметно для потребителя переключается на питание от различных входных источников

Способность LTC3129-1 при минимальном количестве внешних компонентов с высоким КПД работать в широком диапазоне нагрузок и входных напряжений иллюстрируется Рисунком 4. В этом примере для формирования выходного напряжения, с помощью выводов VS1-VS3 запрограммированного на уровне 5 В, могут использоваться вход USB, разнообразные батареи или сетевые адаптеры с выходным напряжением от 3 до 15 В. Возможность гибкого и незаметного для потребителя переключения между различными источниками питания очень полезна для оборудования, эксплуатируемого в полевых условиях, например, для военных радиостанций.

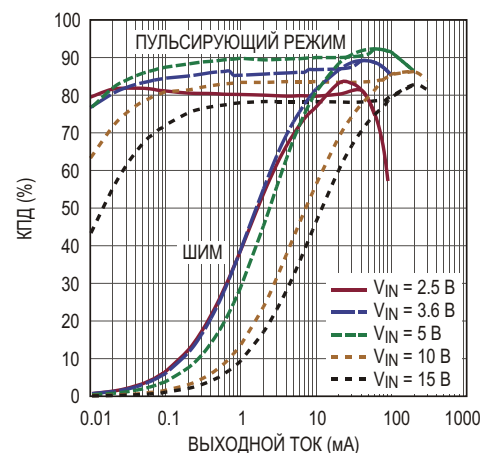


Рисунок 4. Зависимость КПД от входного напряжения V_{IN} и нагрузки для преобразователя 5 В, изображенного на Рисунке 3.

Ничтожный ток потребления LTC3129-1, в спящем режиме не превышающий 1.3 мкА, в сочетании с высоким сопротивлением резисторов внутреннего делителя напряжения обратной связи позволяет сохранять высокий КПД в широком диапазоне токов нагрузки (Рисунок 4). При выходном токе всего 100 мкА КПД схемы равен примерно 80% практически при любом допустимом входном напряжении V_{IN} . Это свойство исключительно важно для продления ресурса батарей в приложениях, значительную часть времени работающих в режиме низкого потребления.

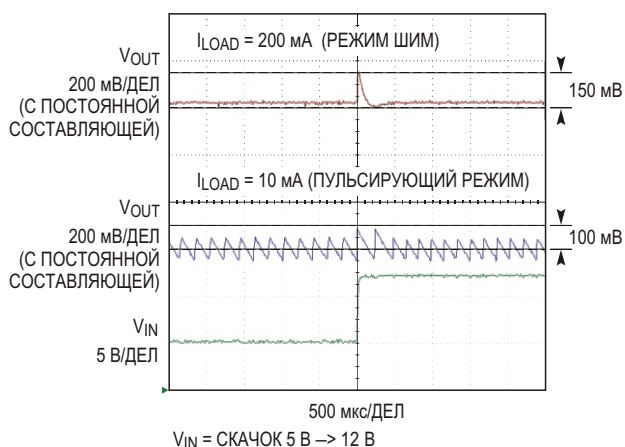


Рисунок 5. Реакция на скачок входного напряжения преобразователя 5 В, изображенного на Рисунке 3.

На Рисунке 5 показана реакция схемы на скачок входного напряжения V_{IN} от 5 В до 12 В для случаев большой и облегченной нагрузки. При нагрузке 200 мА схема работает в режиме ШИМ, и выброс V_{OUT} составляет всего лишь 150 мВ (3%). При выходном токе 10 мА микросхема переходит в пульсирующий режим с амплитудой пульсаций 100 мВ пик-пик (2%) и выбросом менее 100 мВ.

Выход V_{CC} является выходом LDO стабилизатора с номинальным напряжением 3.9 В, от которого питается микросхема. Конструкция стабилизатора позволяет с помощью внешнего источника поменять напряжение на этом выводе на 5 В. В приведенном примере между выводами V_{OUT} и V_{CC} включен необязательный бутстрепный диод.

Добавление этого внешнего бутстрепного диода дает два преимущества. Во-первых, диод повышает КПД в случаях, когда входное напряжение V_{IN} мало, а ток нагрузки велик.

Диод поднимает управляющее напряжение затвора внутреннего ключа, снижая, тем самым, его сопротивление $R_{DS(ON)}$. А в случаях облегченной нагрузки и высокого входного напряжения он увеличивает КПД, сокращая потери мощности на внутреннем LDO. (Заметим, что напряжение на выводе V_{CC} не должно превышать 6 В, поэтому подключать его к более высоким напряжениям через диод нельзя).

Второе преимущество заключается в том, что добавление бутстрепного диода позволяет работать при более низких входных напряжениях. Если преобразователь включается при напряжении V_{CC} , которое удерживается на уровне, превышающем минимальный порог 2.2 В, он сможет работать при более низком V_{IN} , вплоть до 1.75 В, когда сработает защита от пониженного входного напряжения. Это расширяет диапазон допустимых входных напряжений и позволяет схеме запускаться даже от двух истощенных щелочных батареек. Обратите внимание, что если напряжение батареи опустилось ниже 2.4 В, а преобразователь выключен (или выход V_{OUT} закорочен), то перезапуститься микросхема не сможет.

Уличный солнечный преобразователь с МРРС

LTC3129 и LTC3129-1 содержат схему слежения за точкой максимальной мощности (MPPC), позволяющую преобразователю под нагрузкой автоматически поддерживать установленный пользователем минимальный уровень V_{IN} . Управление напряжением V_{IN} обеспечивает оптимальные условия передачи энергии в приложениях, использующих более сильноточные фотогальванические элементы или иные источники питания с большим внутренним сопротивлением. Эта функция не позволяет преобразователю «проваливать» входное напряжение при работе от маломощного источника тока.

Цепь управления МРРС уменьшает контролируемый преобразователем средний ток через индуктивность, поддерживая таким образом минимальное заданное входное напряжение при нагруженном выходе. Это напряжение устанавливается внешним резистивным делителем, подключенным к выводам V_{IN} и МРРС, как показано в примере

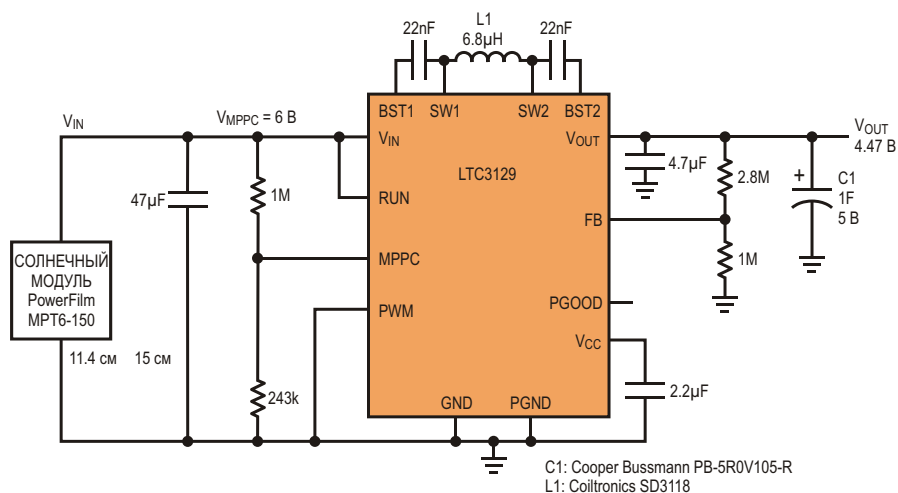


Рисунок 6. Зарядное устройство для ионистора со слежением за точкой максимальной мощности, питающееся внешним солнечным светом.

устройства заряда ионистора на Рисунок 6. Петля управления MPPC сконструирована так, чтобы сохранять устойчивость при минимальной входной емкости 22 мкФ.

Заметим, что уменьшение тока индуктивности, обусловленное работой цепи MPPC, при стандартной нагрузке приведет к падению выходного напряжения. Поэтому в большинстве приложений с MPPC солнечная батарея используется для заряда большого накопительного конденсатора (или для капельного подзаряда аккумулятора). MPPC гарантирует, что конденсатор или аккумулятор будут заряжаться максимально возможным током при работе солнечного элемента в точке максимальной мощности.

Важно отметить, что когда LTC3129/ LTC3129-1 работают в режиме управления MPPC, пульсирующий режим запрещен, и ток, потребляемый входом V_{IN} , составляет несколько миллиампер из-за того, что микросхема непрерывно переключается с частотой 1.2 МГц. По этой причине режим MPPC не может использоваться с источниками, не способными отдавать минимальный ток порядка 10 мА. Если приложению требуется функция, подобная MPPC, а входной источник очень слаб, необходимо с помощью вывода RUN точно запрограммировать порог UVLO, как это описано в примере, иллюстрированном Рисунок 1.

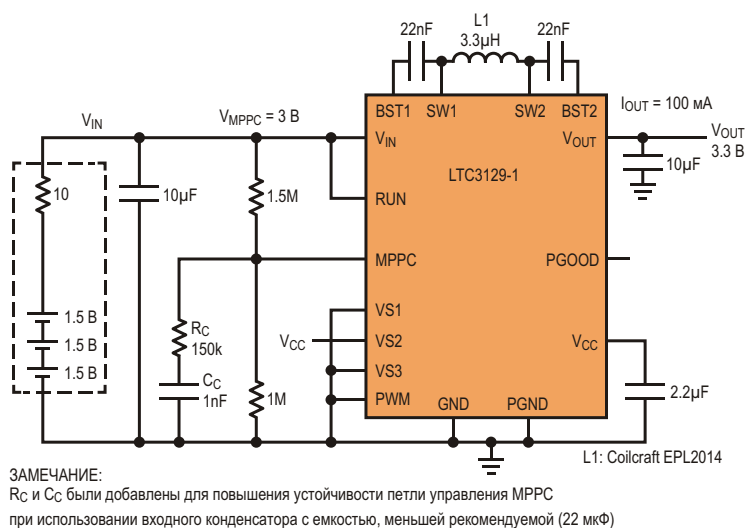


Рисунок 7. Преобразователь 3.3 В для искробезопасных приложений, использующий MPPC.

Использование МРРС в искробезопасных электрических цепях

Функция МРРС может использоваться и в других приложениях, включая сконструированные с учетом требований искробезопасности устройства, на входах питания которых включены последовательные ограничительные резисторы, отделяющие DC/DC преобразователь от входного источника. В этом случае петля управления МРРС не позволяет LTC3129/LTC3129-1 забирать слишком большой ток, особенно при включении, когда выходной конденсатор еще разряжен, и входное напряжение может упасть до недопустимого уровня. Вариант такого решения показан на Рисунке 7, где входное напряжение поддерживается на минимальном уровне 3 В, заданном сопротивлениями делителя МРРС.

В данном примере требования безопасности ограничивают входную емкость величиной всего 10 мкФ, что меньше 22 мкФ, рекомендованных при использовании режима МРРС, поэтому для увеличения запаса по фазе петли МРРС в схему добавлена дополнительная RC цепь компенсации.

Ограничение входного тока с помощью МРРС

Заметим, что функция МРРС может использоваться для установки требуемого уровня ограничения входного тока. Если подобрать сопротивление входного последовательного резистора и установить напряжение МРРС ниже фиксированного входного

напряжения, максимальный входной ток I_{IN} будет ограничен величиной

$$I_{IN} = \frac{V_{SOURCE} - V_{MPCC}}{R_{SERIES}}.$$

где

V_{SOURCE} – напряжение источника питания,

V_{MPCC} – напряжение МРРС,

R_{SERIES} – сопротивление последовательного резистора.

Заключение

Монолитные повышающе-понижающие DC/DC преобразователи LTC3129 и LTC3129-1 отличаются исключительной энергоэффективностью и гибкостью, необходимыми современным беспроводным датчикам и портативным электронным устройствам. Ультранизкий ток потребления 1.3 мкА и высокий КПД преобразования могут намного увеличить срок службы батарей при совместном использовании с устройствами сбора энергии.

Возможность выбора различных схем слежения за точкой максимальной мощности позволяет оптимизировать энергетические характеристики для широкого диапазона источников питания. Расширение масштабов использования средств дистанционного беспроводного мониторинга требует создания простых в использовании, эффективных и многофункциональных DC/DC преобразователей энергии. LTC3129 и LTC3129-1 отвечают всем этим критериям. **РЛ**

Горячий интерес к новейшим методам охлаждения

Roger Allan

Electronic Design

Серия достижений в методологиях и изделиях для терморегулирования, иногда граничащих с фантастикой, дает разработчикам необходимое оружие для борьбы с нагревом

В связи с активизацией покупательского спроса на все, что «меньше» и «быстрее», возникают гигантские проблемы, когда дело доходит до борьбы с теплом, выделяемым становящимися все более плотными печатными платами. Поскольку микропроцессоры и логические элементы становятся многослойными (3D) и работают на гигагерцовых частотах, задача экономически эффективного управления тепловыми режимами становится, возможно, самой приоритетной для инженеров, работающих в области проектирования, монтажа и материаловедения.

Добавляет головной боли и нынешняя тенденция изготовления 3D микросхем с увеличенной функциональной плотностью. Моделирование показывает, что повышение температуры на 10 °C может удвоить плотность теплового потока 3D чипа, снижая, тем самым, производительность более чем на треть.

Проблемы с микропроцессорами

Прогнозы Международного проекта развития полупроводниковых технологий (ITRS) показывают, что в течение ближайших нескольких лет проводники межсоединений в труднодоступных с точки зрения отвода тепла местах микропроцессора будут потреблять до 80% мощности чипа. Thermal Design Power (TDP) является одной из величин для оценки способности процессора «справляться» с вырабатываемым им теплом. Она определяет верхнюю точку теплового профиля и связанную с ним температуру корпуса.

Новейшие микропроцессоры компаний Intel и Advanced Micro Devices (AMD) имеют

TPD от 32 до 140 Вт. И это число продолжает расти с увеличением рабочих частот микропроцессоров.

Особенно восприимчивы к проблемам тепловыделения крупные центры обработки данных, использующие сотни компьютерных серверов. Охлаждающие вентиляторы серверов, по некоторым оценкам потребляющие до 15% электрической мощности, фактически, сами становятся значительными источниками тепла. Кроме того, затраты на охлаждение центра обработки данных могут составлять от 40% до 45% от расходов на энергопотребление центра. Все эти факторы создают повышенную потребность в устройствах местного и дистанционного зондирования температуры и управления вентиляторами.

Задача управления температурным режимом усложняется, когда речь идет о платах, содержащих многоядерные процессоры. Хотя когда каждое процессорное ядро в массиве рассеивает меньше энергии (и, следовательно, меньше тепла), чем одноядерный процессор, конечным результатом в случае серверов большой мощности является еще большее тепловыделение в компьютерной системе. Проще говоря, гораздо большее количество процессорных ядер работает на данной площади печатной платы.

Другой непростой вопрос, связанный с управлением температурным режимом микросхем, касается появления горячих точек на корпусе чипа. Удельные тепловые потоки могут достигать 1000 Вт/см², что даже сложно отследить.

Платы играют важнейшую роль в тепловом управлении и, таким образом, требуют проектирования топологии на основе темпе-

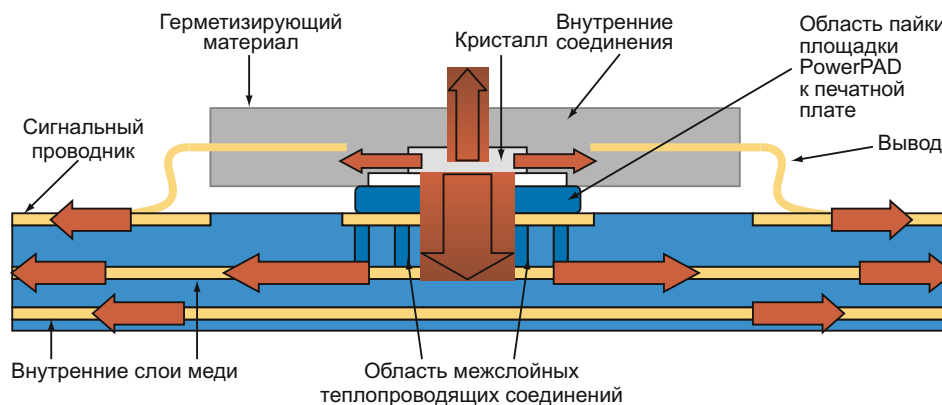


Рисунок 1. Теплопроводящая подкладка под кристаллом PowerPAD, поддерживающая кристалл в процессе производства, выступает в качестве хорошего теплоотвода для чипа.

ратурного анализа. Всякий раз, когда это возможно, конструкторы должны располагать силовые элементы настолько далеко друг от друга, насколько это позволяет конструкция. К тому же, они должны находиться в стороне от углов печатной платы, что поможет освободить максимальное пространство вокруг силовых компонентов для облегчения теплового рассеивания.

Это обычно касается незащищенных контактных площадок питания, которые будут припаяны к печатной плате. Часто такие контактные площадки передают около 80% тепла от нижней части корпуса микросхемы к печатной плате. Остальное тепло рассеивается через боковые стороны корпусов и выводы.

Тепловые помощники

В помощь разработчикам теперь создан целый ряд усовершенствованных изделий для терморегулирования. В него входят радиаторы, тепловые трубки и вентиляторы, отводящие тепло путем активной и пассивной конвекции, излучения и теплопроводности. Смягчить проблемы теплоотвода помогает даже способ межсоединений размещенных на плате чипов.

Например, распространенный подход с открытыми площадками, используемый для соединения микросхемы с печатной платой, может уменьшить проблемы отвода тепла. Если открытая площадка припаяна к плате, тепло быстро переходит из корпуса в плату. Затем, пройдя через слои печатной платы, оно рассеивается в окружающий воздух.

Так, Texas Instruments (TI) разработала метод, получивший название PowerPAD, который предусматривает монтаж кристалла микросхемы на металлическую пластину (Рисунок 1). Эта теплопроводящая подкладка, на которую опирается кристалл в процессе изготовления, служит хорошим теплоотводом для чипа.

По словам Мэтта Ромига (Matt Romig), менеджера по корпусированию аналоговых ИС компании TI, PowerStack является первой 3D технологией размещения вертикальных MOSFET. На Рисунке 2 видно, как MOSFET верхнего и нижнего плеч полумоста удерживаются друг на друге медными прижимами, а открытая площадка с потенциалом земли обеспечивает оптимизацию теплового режима. Использование двух медных прижимов для подключения входных и выходных выво-

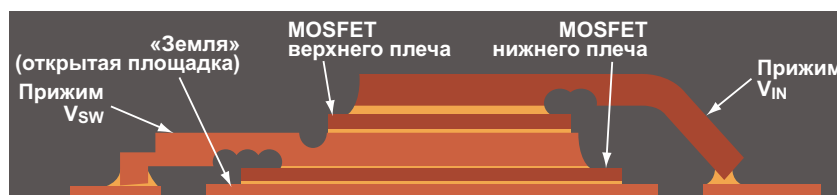


Рисунок 2. MOSFET верхнего и нижнего плеч полумоста удерживаются друг на друге медными прижимами, а открытая площадка с потенциалом земли обеспечивает оптимизацию теплового режима.

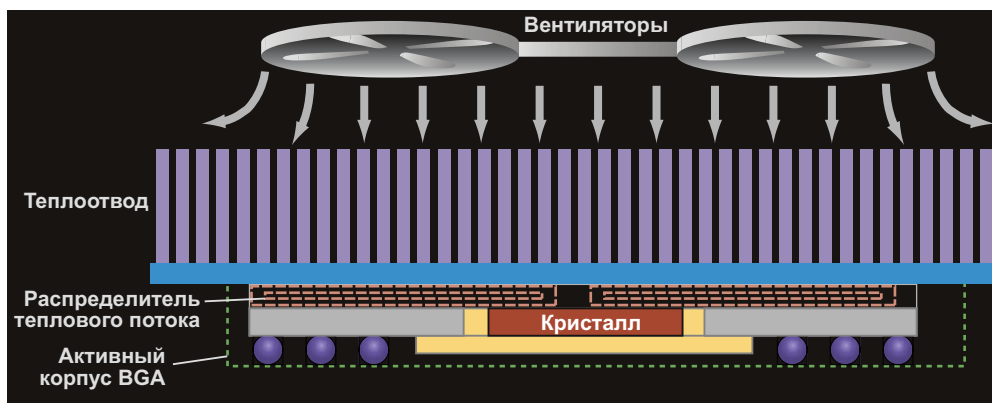


Рисунок 3. Во встраиваемом тонкопленочном термоэлектрическом устройстве, предложенном Advanced Thermal Solutions, используется микроканальное водяное охлаждение. Система принудительного распределения тепла, связанная непосредственно с кристаллом микропроцессора, минимизирует тепловое сопротивление.

дов повысило уровень интеграции элементов в безвыводном корпусе QFN.

Еще большей проблемой является управление тепловым режимом силовых устройств. Повышение рабочих частот и необходимость уменьшения размеров корпусов приблизили обычные методы охлаждения к границам их возможностей. Кавер Азар (Kaver Azar), президент и исполнительный директор Advanced Thermal Solutions, предлагает использовать встроенные тонкопленочные термоэлектрические устройства, содержащими микроканалы с водяным охлаждением.

Азар предлагает решение, которое минимизирует сопротивление растеканию — самое большое сопротивление на пути теплопередачи — с помощью системы принудительного распределения тепла, связанной непосредственно с кристаллом микропроцессора (Рисунок 3).

Предложенный подход позволяет распределять сконцентрированное тепло маленького микропроцессора на большей площади основания радиатора, который передает тепло в окружающую среду. В такой встроенной системе принудительного распределения тепла имеются микро- и мини-каналы, проходящие через кремний. Скорость потока воды внутри каналов составляет примерно от 0.5 до 1 л/мин.

Результаты моделирования показали, что на кристалле 10 × 10 мм в корпусе BGA радиатор с основанием 120 × 120 мм создает тепловое сопротивление 0.055 К/Вт. Использо-

вание материала радиатора с теплопроводностью, равной или более высокой, чем у алмаза, дает 0.030 К/Вт.

Пол Мэджилл (Paul Magill), вице-президент по маркетингу и развитию бизнеса компании Nextreme Thermal Solutions, говоря о термоэлектрическом охлаждении, выступает за то, чтобы начинать охлаждение на уровне чипа. Компания предлагает локализованное глубоко внутри электронных компонентов управление тепловым режимом, использующее крошечные тонкопленочные термоэлектрические структуры, известные как тепловые столбики (Рисунок 4). Термически активный материал (например, медный столбиковый вывод) встраивается в межкристальные соединения для использования при корпусировании электронного изделия.

Охлаждение, локализованное на уровне пластины, кристалла и корпуса обеспечивает

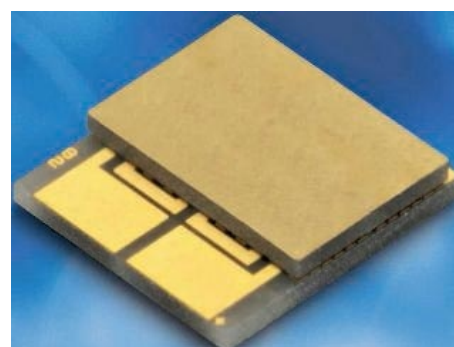


Рисунок 4. Термически активный материал встраивается в межкристальные соединения для использования при корпусировании электронного изделия.

значительные экономические преимущества. Например, в центре обработки данных, использующем сотни и тысячи современных микропроцессоров, это намного эффективнее, чем отвод тепла с помощью более дорогих и громоздких систем кондиционирования воздуха.

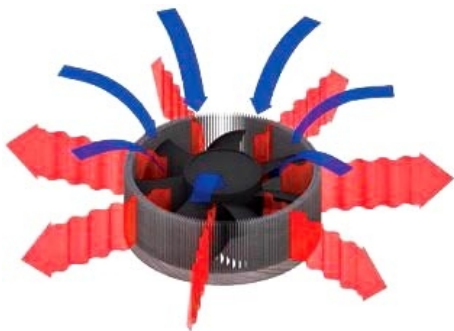


Рисунок 5. Использование вентилятора внутри радиатора зачастую позволяет снизить тепловое сопротивление до $0.5\text{ }^{\circ}\text{C}/\text{Вт}$, что является существенным улучшением по сравнению со значением $10\text{ }^{\circ}\text{C}/\text{Вт}$, типичным для пассивного охлаждения одним радиатором.

В некоторых устройствах, таких как светодиоды, сочетание пассивных и активных методов охлаждения может улучшить характеристики устройства и увеличить срок его службы (Рисунок 5). Например, использование вентилятора внутри радиатора зачастую позволяет снизить тепловое сопротивление до $0.5\text{ }^{\circ}\text{C}/\text{Вт}$, что является существенным улучшением по сравнению со значением $10\text{ }^{\circ}\text{C}/\text{Вт}$, типичным для пассивного охлаждения одним радиатором.

Моделирование, и снова моделирование

Управление тепловыми режимами всегда было, и продолжает оставаться одним из ограничивающих факторов в достижении большей производительности микросхем. Из-за постоянной борьбы за свободное пространство в этих постоянно уменьшающихся микросхемах и их корпусах остается все меньше, или уже нет совсем места для того, чтобы помочь их охлаждению. Это заставило проектировщиков рассмотреть экзотические методы охлаждения и новые, перспективные теплоотводящие материалы.

Тем не менее, основное исходное условие остается: проектировщики должны уделять

больше внимания научной термодинамике для оптимальных решений вопросов охлаждения. И весь процесс должен начинаться с программ термического анализа задолго до запуска проекта в производство.

Вот где на сцену выходят инструменты программного моделирования. Такие продукты, как Flotherm 3D V.9 компании Mentor Graphics помогают разработчикам 3D микросхем количественно оценить тепловые величины, позволяя решать проблемы тепловыделения по мере их возникновения. Этот продукт из области вычислительной гидрогазодинамики (CFD) формирует образы областей «бутылочных горлышек» (Bn) и «кратчайших путей» (Sc). В результате инженеры могут определить, где и почему в их конструкции происходят заторы теплового потока.

По словам Эриха Бюргеля (Erich Bürgel), генерального директора механико-аналитического отдела компании Mentor Graphics, участки Bn показывают, где в конструкции наиболее интенсивный тепловой поток, и как он пытается течь из высокотемпературных точек к соседним. Области Sc обозначают возможные подходы к созданию новых, более эффективных путей теплового потока, которые можно реализовать добавлением простого элемента, такого как разрыв площадки или экструзия основания.

Flotherm 3D V.9 поддерживает импорт XML модели и геометрических данных для интеграции программного обеспечения в общие потоки данных. Она также имеет прямой интерфейс с платформой разработчика Expedition PCB компании Mentor Graphics. В результате пользователи для более точного теплового моделирования могут добавлять, редактировать или удалять такие объекты, как радиаторы, тепловые отверстия, вырезы и электромагнитные экраны.

Моделируя тепловые режимы, разработчики могут точно предсказать тепловые характеристики начальной и последующих конструкций без необходимости создания и тестирования прототипа. В качестве переменных проекта должны учитываться такие параметры, как количество и толщина ребер радиатора, толщина его основания и тепловое сопротивление теплопроводящих материалов.

Правильные тепловые модели имеют большое значение для будущих 3D микрос-

хем, в которых планируется наслаивать друг на друга логические устройства и память, состоящие из тонких кристаллов, что сильно снижает боковое тепловыделение. По мере снижения толщины кристаллов высокотемпературные пятна становятся все более распространенными. Вызывая локальные повышения температуры кристаллов памяти, горячие пятна на логических устройствах могут уменьшать время удержания данных в DRAM.

Исследователи Бельгийского микро- и нанoeлектронного научного центра (IMEC) уже имеют выверенные тепловые модели для проектирования смешанных 3D микросхем следующего поколения. Эти 3D стеки, очень похожие на коммерческие чипы будущего, состоят из запатентованных IMEC логических КМОП интегральных схем, наложенных поверх серийно выпускаемых модулей DRAM. Объединение кристаллов осуществляется с помощью переходных отверстий в кремнии и микро-столбиков. Исследование стало результатом совместных усилий IMEC и ее партнеров: Amkor, Fujitsu, GlobalFoundries, Intel, Micron, Panasonic, Qualcomm, Samsung, Sony и TSMC.

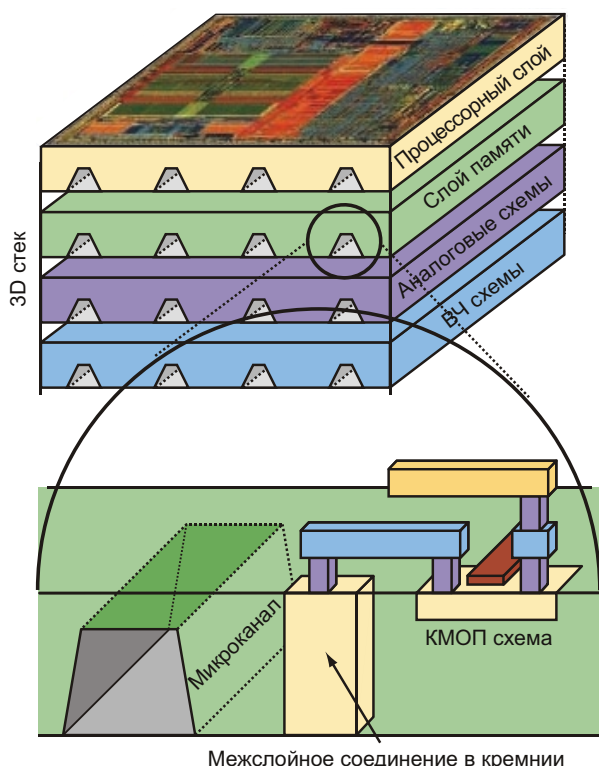


Рисунок 6. IBM планирует использовать микроканальную систему водяного охлаждения в своих будущих 3D процессорах, таких, как Power8, появление которого ожидается в скором времени.

IBM планирует использовать микроканальную систему водяного охлаждения в своих будущих 3D процессорах, таких, как Power8, появление которого ожидается в скором времени (Рисунок 6). Бруно Мишель (Bruno Michel), руководитель группы Advanced Thermal Packaging швейцарского отделения IBM, рассказывает, что энергоэффективная технология охлаждения горячей водой является частью концепции IBM по созданию центров обработки данных с нулевыми энергопотерями. Для охлаждения 3D стеков, которые почти в том же пространстве генерируют больше тепла, чем один процессор, с точки зрения энергоэффективности предпочтительнее использовать воду, а не воздух.

Жидкостное охлаждение процессоров также используется в видеокартах XLR8 GTX 580 GeForce, компании PNY Technologies, предназначенных для сложных, насыщенных графикой игровых продуктов. PNY и компания Asetek, специализирующаяся в области терморегулирования, объединили усилия, чтобы производить продукцию для охлаждения графических и центральных процессоров энтузиастов компьютерных игр.



Рисунок 7. Графическая карта XLR8 GTX 580 GeForce, выпускаемая компанией PNY Technologies.

Готовая к установке система, содержащая замкнутый контур терморегулирования с встроенным и уже подключенным водяным охладителем Asetek, предлагается потребителям за \$649.99 (Рисунок 7). PNY утверждает, что температура новой системы на 30% ниже, акустические шумы меньше, а реакция быстрее, чем у стандартной графической карты Nvidia GeForce GTX 580.

Водяное охлаждение используется также для терморегулирования разнообразных



Рисунок 8. Водяной охладитель XW180GC34 компании Westcode Semiconductors.

силовых устройств – тиристоров, симисторов и транзисторов. В качестве примера можно привести радиатор XW180GC34A/B, разработанный Westcode Semiconductors, дочерней компанией IXYS (Рисунок 8). Контактная площадка никелированного теплоотвода имеет диаметром 127 мм и позволяет прижимать устройства с контактным электродом до 125 мм в диаметре.

Типичный радиатор для водяного охлаждения имеет тепловое сопротивление 4.3 К/кВт при скорости потока воды 10 л/мин, (два кулера плюс один полупроводниковый прибор), или 5.6 К/кВт (три кулера плюс два полупроводниковых прибора). Радиатор поставляется со встроенной соединительной шиной, или без нее.

«Типичной областью применения таких кулеров будут мини устройства с мегаваттными уровнями мощности и мощные выпрямители, применяемые, например, в тяжелой промышленности, в тяговых подстанциях железных дорог, а также в системах генерации и распределении электроэнергии», – говорит Франк Уэйкман (Frank Wakeman), менеджер по маркетингу и технической поддержке Westcode. – «Обеспечиваемое такими кулерами высокоэффективное охлаждение позволяет потребителям повысить плотность мощности в их системах и, одновременно, значительно сократить занимаемый объем». **РЛ**

Мелкий ремонт, или путешествие по следам истории

Graham Prophet

EDN-Europe

Этот маленький будильник верой и правдой безропотно служил около 35 лет и считался реликвией семьи. Если бы не небольшая поломка, мне никогда не пришло бы в голову разбирать его, и я не получил бы возможности узнать то, что было скрыто на протяжении многих лет.

На часах стоит марка «Metamec» (Рисунок 1). До наступления цифровой эры эта компания выпускала аналоговые часы с питающимися от сети синхронными моторами. Как и ожидалось, часы оказались очень простыми: 12-часовой 7-сегментный красный светодиодный дисплей с индикацией AM/PM, одна уставка будильника и времязадающая схема, считающая периоды сетевого напряжения 50 Гц. Пропадание сетевого напряжения и, соответственно, прекращение тактирования часов индицируются миганием дисплея. И самая сложная функция для того времени, когда были изготовлены часы – сенсор-

ная панель для активации функции «дополнительного сна».

А неисправность проявлялась в том, что дисплей начинал вдруг переходить в режим мигания без видимых причин, при нормальном напряжении в сети. Учитывая его заслуги, я решил, что будильник заслуживает ремонта. В отношении причины неисправности сомнений у меня практически не было. Я ожидал, что, отвернув винты, увижу под крышкой примитивный источник питания с электролитическим конденсатором, полностью высохшим за долгие годы. Я полагал, что пульсации постоянного напряжения достигли такого уровня, когда часы начали воспринимать их как провалы питающего напряжения, о чем и сообщали, мигая индикатором.

То, что я обнаружил, сняв крышку, вы можете увидеть на Рисунке 2. Замена электролитического конденсатора восстановила нормальную работу будильника и поставила



Рисунок 1.

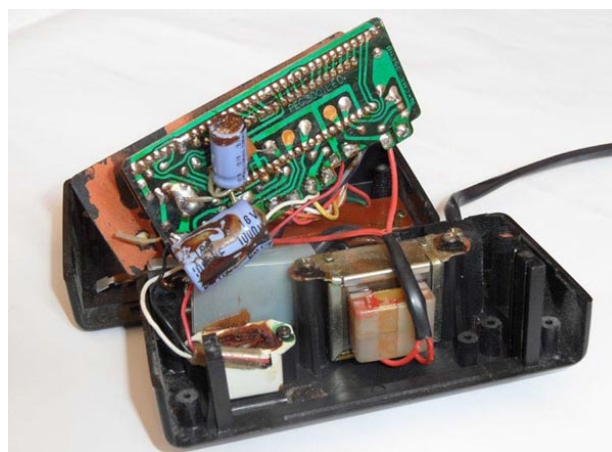


Рисунок 2.

точку в истории ремонта. Фактически, все свелось к процедуре открыл-закрыл, и мне даже не пришлось браться за осциллограф, чтобы убедиться, что постоянное напряжение действительно было плохим.

Разобрав часы, я, конечно же, захотел выяснить, какие компоненты были использованы их создателями. Как и ожидалось, только стандартные. Микросхема в 40-выводном корпусе DIP – это MM5387AA компании National Semiconductor. Несмотря на то, что микросхема давно снята с производства, найти в сети справочные данные на нее не составило труда. Я думал, что к 1978 году микросхемы такого рода должны были изготавливаться уже по nМОП технологии, однако из описания прибора следовало, что это рМОП. Возможно, объясняется это тем, что прямое управление сегментами светодиодного индикатора проще реализовать с помощью р-канальной схемы. О топологических нормах техпроцесса, использованного при изготовлении кристалла, информации в документе нет, но судя по дате изготовления, это должно быть что-то порядка 5 мкм, а с учетом того, что технология рМОП уже устаревала, скорее всего, ближе к 10 мкм. Для тех, кто знаком только с терминологией последних десяти-двадцати лет, повторю еще раз: да, целых десять микрон, одна сотая миллиметра. На не защищенном корпусе кристалле вы почти смогли бы разглядеть отдельные транзисторы. Описание микросхемы также подтвердило, что малейшие отклонения напряжения на выводе VDD ниже определенного порога переводят дисплей часов в мигающий режим.

Светодиодный дисплей, четыре разряда которого размещены в одном корпусе, имеет обозначение TLR2047, пробуждающее воспоминания о давно забытых справочных документах Toshiba. Незатейливая заглавная буква «Т», много лет назад служившая логотипом Toshiba, не оставляла сомнений в правильности идентификации. Рациональное заключение, которое можно сделать на основании этого факта, состоит в том, что использование фирменных компонентов является важнейшей составляющей надежности изделия.

Описывая источник питания, сказать, что он очень прост – не сказать почти ничего. Напряжение с единственной вторичной обмотки трансформатора, выпрямленное одним диодом и сглаженное конденсатором 220 мкФ,

питает светодиодный дисплей. (Белый блок под электролитическими конденсаторами – это зуммер будильника). Второй диод и конденсатор 1000 мкФ, подключенные к этой же линии, питают микросхему.

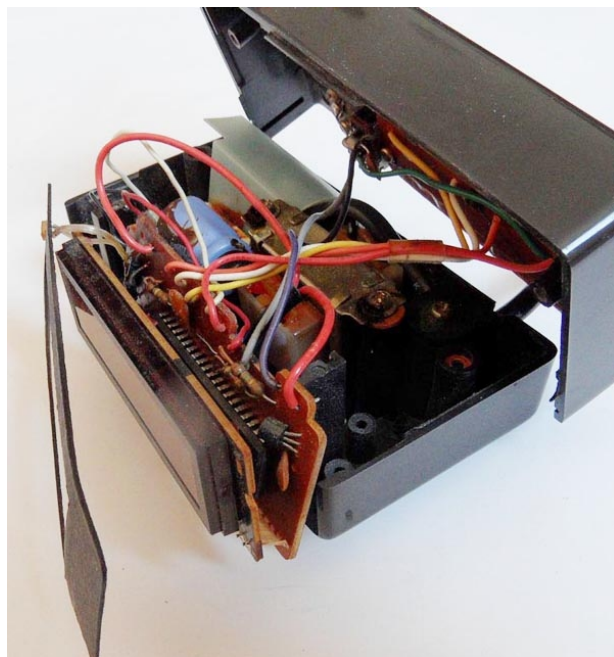


Рисунок 3.

Конструкция часов, как и следовало ожидать, полностью соответствует представлениям о технологиях того времени, когда о поверхностном монтаже еще никто не знал, и мало изменилась за последние тридцать лет (Рисунок 3). 40-выводной корпус DIP и 4-разрядный семисегментный дисплейный модуль – практически все, что есть внутри, кроме источника питания и горстки пассивных компонентов для обслуживания входов переключателей. В будильнике есть фотозлемент, чтобы уменьшать яркость дисплея при низкой освещенности, а также единственный транзистор с резистором и керамическим конденсатором; этих деталей оказалось достаточно для того, что бы включать режим «дополнительного сна» в ответ на прикосновение пальца. Два основных элемента установлены на двух гетинаксовых печатных платах. Отчетливо видно, что сборка, как, вероятно, и пайка, выполнялись вручную. Истощенные электролитические конденсаторы вынесены за пределы плат и висят свободно, определенно рассчитанные на ночной столик, а не на высокую устойчивость к перегрузкам. Качество сборки трудно назвать высоким, но, очевидно, вполне соответствует поставленной цели.

Так что же оказалось неожиданным и не замеченным ранее, что побудило меня написать эту заметку? Наклейка на обратной стороне корпуса часов содержит слова «Сделано для Metamec компанией Samsung, Корея». В 1978 году лишь единицы людей на западе слышали название Samsung. И, вероятно, немногие в Соединенном Королевстве могли точно указать на карте место, где находится Корея. Азиатские производители были известны большинству британских покупателей только по надписям «Сделано в Японии» или «Сделано в Гонконге». Что касается континентального Китая, то с момента смерти Мао Цзэдуна прошло всего два года, Культурная Революция только закончилась, и мысль о том, что Китай станет фабрикой для всего западного мира, казалась тогда абсурдной.

Компания Samsung на протяжении многих десятилетий была общеизвестна как веду-

щий корейский чеболь (специфическая корейская форма промышленной агломерации), однако в конце 1970-х ответвление Samsung Electronics было совсем молодым, и до выхода на рынок полупроводниковых компонентов и DRAM должно было пройти еще несколько лет.

Таким образом, мы видим, как предприятие, ставшее одним из ведущих мировых брендов в области потребительской техники, развивало новый для себя бизнес, начиная с мелкой контрактной сборки в интересах третьих фирм. Это происходило задолго до повсеместного внедрения контейнерных перевозок грузов, относительная доля транспортных расходов была значительно больше, чем сегодня, так что предположение, что Samsung сознательно выбрала такой путь для проникновения в этот новый сектор рынка, кажется вполне разумным. **РЛ**

настоящее немецкое качество

Testboy
GmbH, Germany

контрольно-
измерительное
оборудование



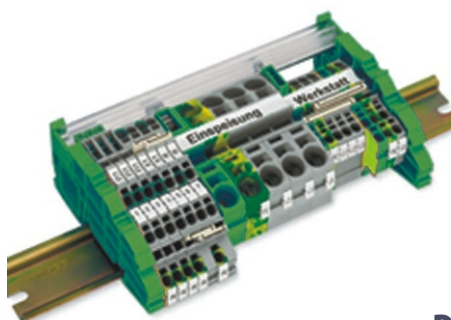
»»JOKARI®
original

инструмент для
разделки кабеля
и снятия изоляции



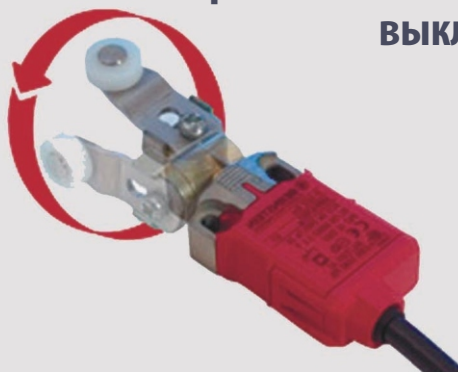
WAGO®
INNOVATIVE CONNECTIONS

клеммы
на DIN рейку
и для печатных плат



BERNSTEIN
safe solutions

промышленные корпуса
выключатели
датчики



ДЕЦИМА

ПОСТАВКА ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ

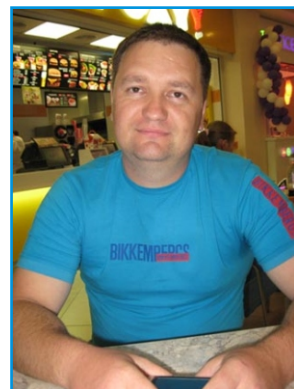
ДИСТРИБЬЮТОР В РОССИИ

МОСКВА, ЗЕЛЕНОГРАД, +7(495) 988-4858

WWW.DECIMA.RU



Разработка Android-контроллера для управления RGB светодиодной лентой



Часть 1

Вадим Колесник, Тирасполь

Android Bluetooth RGB controller – простое аппаратно-программное решение для управления RGB светодиодной лентой или RGB светодиодами посредством Android-устройства с поддержкой Bluetooth

Статья носит ознакомительный характер, и в ней я постараюсь максимально подробно описать процесс создания простой системы, с помощью которой можно удаленно управлять RGB светодиодной лентой (или RGB светодиодами) посредством любого Android-устройства с интегрированным Bluetooth-модулем (Рисунок 1). Материал будет полезен не только начинающим радиолюбителям, осваивающим микроконтроллеры, но и профессионалам, интересующимся простым способом реализации беспроводного обмена данными Android-устройств с микроконтроллерными системами.

Общие сведения, состав аппаратной части и принципиальная схема

Отличительной особенностью данного проекта является простота аппаратной и программной части системы, в состав которой входят Bluetooth-контроллер, портативное Android-устройство с установленным приложением (смартфон, планшет), выполняющее функции пульта ДУ, и источник питания 12 В/3 А (Рисунок 2). В статье мы рассмотрим в некотором роде демонстрационную версию системы, раскрывающей основные ключевые моменты аппаратной и программной реализации.

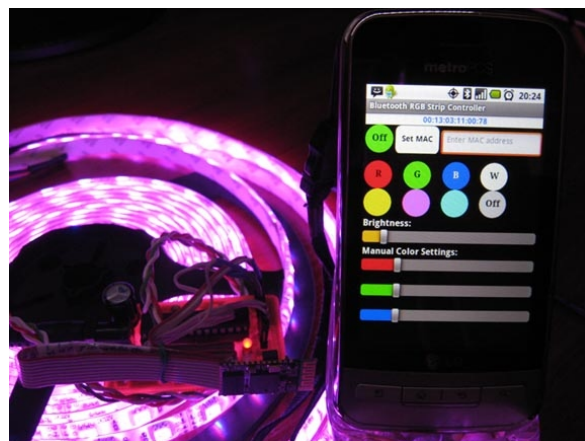


Рисунок 1. Внешний вид системы управления RGB светодиодной лентой по Bluetooth интерфейсу.

Bluetooth-контроллер представляет собой компактное устройство, состоящее из AVR микроконтроллера (МК) Atmel ATmega8, мини-атюрного Bluetooth-модуля HC-05, силовых N-канальных MOSFET ключей, интегральных регуляторов напряжения, светодиодов статуса и нескольких пассивных элементов.

Программа микроконтроллера очень проста и разработана в интегрированной среде разработки AVR Studio 4 на языке Си.

Программное приложение для Android-устройства разработано в несложном и легком в освоении, но при этом достаточно функциональном графическом редакторе MIT App Inventor Beta.

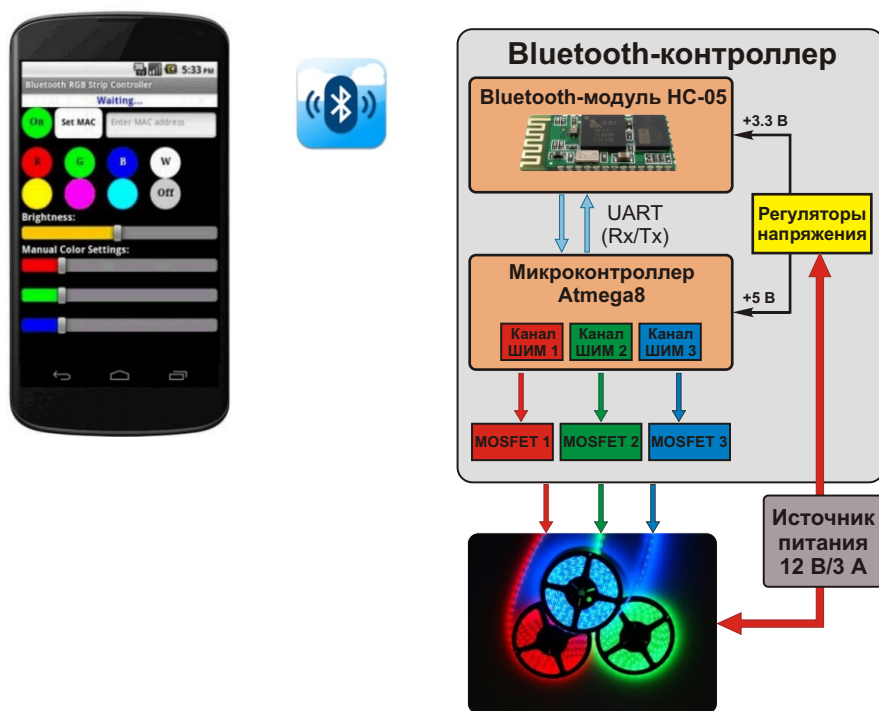


Рисунок 2. Блок-схема системы управления RGB светодиодной лентой по Bluetooth интерфейсу.

Основные характеристики системы:

- аппаратная часть (Bluetooth-контроллер):
 - доступный, дешевый и простой в применении Bluetooth-модуль HC-05;
 - реализованные на МК 3 канала 8-разрядной ШИМ для управления светодиодами;
 - в качестве силовых ключей используются N-канальные MOSFET в корпусе для поверхностного монтажа;
 - автономная работа – не требуется постоянная связь по Bluetooth с Android-устройством;
 - дальность связи 10-15 м;
 - напряжение питания 12 В;
 - ток потребления Bluetooth-контроллера (без светодиодной ленты):
 - ♦ Bluetooth-модуль в режиме поиска: 55 ... 60 мА;
 - ♦ при установленном соединении с Android-устройством и отсутствии команд: 22 ... 27 мА;
 - ♦ прием и обработка команды: 38 ... 42 мА;
 - два светодиода для индикации режима работы Bluetooth-контроллера;
- возможность реализации 10-разрядного ШИМ управления;
- возможность реализации управления различными световыми эффектами;
- простое приложение для Android-устройства:
 - понятный и достаточно информативный графический пользовательский интерфейс;
 - отображение MAC адреса подключенного Bluetooth-контроллера;
 - возможность ручной установки MAC-адреса;
 - сервисные сообщения об ошибках соединения с Bluetooth-контроллером;
 - кнопки быстрого выбора цвета свечения;
 - возможность ручной установки цветовой гаммы;
 - информирование о состоянии подключения;
 - возможность наращивания функционала (потребуется модернизация программы микроконтроллера).

Изначально для разработки и отладки системы автор использовал МК серии ATmega128, установленный на отладочную плату собственной разработки. Принципи-

альная схема доступна для скачивания в дневнике автора на форуме сайта glostan.ru [5]. Такой подход был обусловлен большим количеством свободных портов МК, достаточным объемом памяти и, самое главное, наличием в микроконтроллере отладочного интерфейса JTAG. При необходимости автор предоставит принципиальную схему и прошивку для этого МК.

Принципиальная схема Bluetooth-контроллера на микроконтроллере ATmega8 изо-

бражена на Рисунке 3, список примененных электронных компонентов приведен в Таблице 1. Схема и печатная плата разрабатывались в системе Proteus 7.7 SP2 [1]. Минимальное количество компонентов позволяет собрать схему на макетной плате или навесным монтажом.

Bluetooth-модуль HC-05 подключается к МК ATmega8 посредством интерфейса UART (порты PD0/RXD и PD1/TXD). О текущем режиме работы Bluetooth-модуля (поиск, уста-

Регулятор напряжения 7805 можно заменить на 78L05

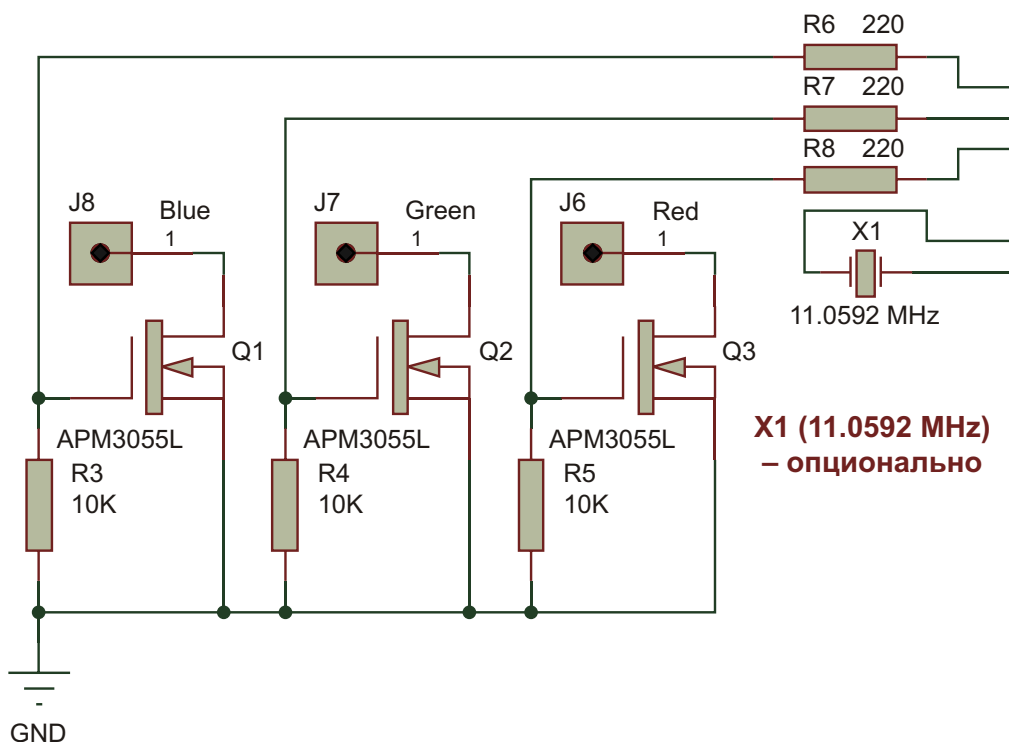
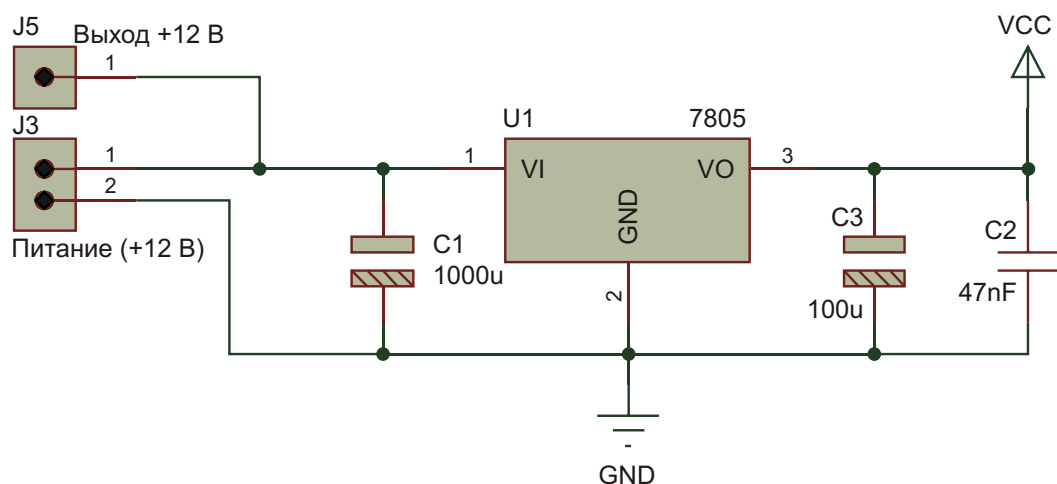


Рисунок 3. Принципиальная схема Bluetooth-контроллера RGB светодиодной

Стоит отметить, что в продаже доступны несколько вариантов Bluetooth-модулей, отличающихся конструктивным исполнением (Рисунок 4) и прошивкой. Чаще всего встречаются модули установленные на переходную плату с собственным регулятором напряжения, светодиодами статуса и выводами для подключения к МК. В авторском

На принципиальной схеме участок с регулятором напряжения 3.3 В на микросхеме

Таблица 1. Список использованных компонентов

Обозначение в схеме	Номинал	Примечание
R1, R2	68 Ом	Корпус SMD 1206
R3, R4, R5	10 кОм	Корпус SMD 1206
R6, R7, R8, R9, R10	220 Ом	Корпус SMD 1206
C1	000 мкФ 16 В	
C2	0.47 мкФ	
C3, C4, C5	100 мкФ 10 В	Корпус SMD
U1	LM7805	Возможно применение LM78L05
U2	UTC1117Y33	Или аналог в корпусе SOT223-3
DD1	ATmega8	Корпус PDIP28
Q1-Q3	APM3055L	Или аналог в корпусе TO-252
D1, D2	Светодиод (3 мм)	
X1	Кварцевый резонатор 11.0592 МГц	Опционально

серии UTC1117Y33 (или аналогичной, например, CYT8117T33) отмечен надписью «Опционально» именно из-за этих конструктивных

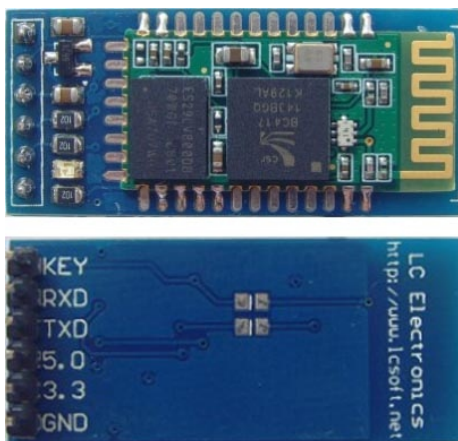


Рисунок 4. Внешний вид Bluetooth-модуля HC-05, установленного на переходную плату с регулятором напряжения и разъемом для подключения.

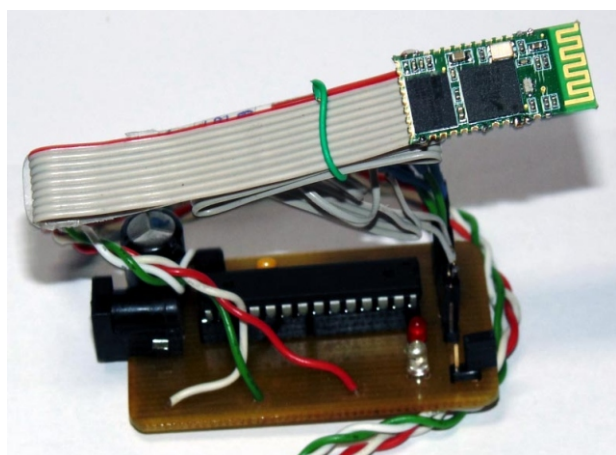


Рисунок 5. Bluetooth-модуль HC-05 в авторском варианте подключается к плате с помощью гибкого шлейфа.

особенностей Bluetooth-модулей. Если вы используете модуль с переходной платой, то указанный участок исключается из схемы, изменяется разводка разъема подключения и, соответственно, немного видоизменяется печатная плата [2].

Распайка гибкого шлейфа для подключения Bluetooth-модуля к разъему на печатной плате изображена на Рисунке 6.

Несмотря на то, что Bluetooth-модуль имеет напряжения питания 3.3 В, его цифровые входы/выходы являются 5 В совместимыми и могут подключаться к МК с напряже-

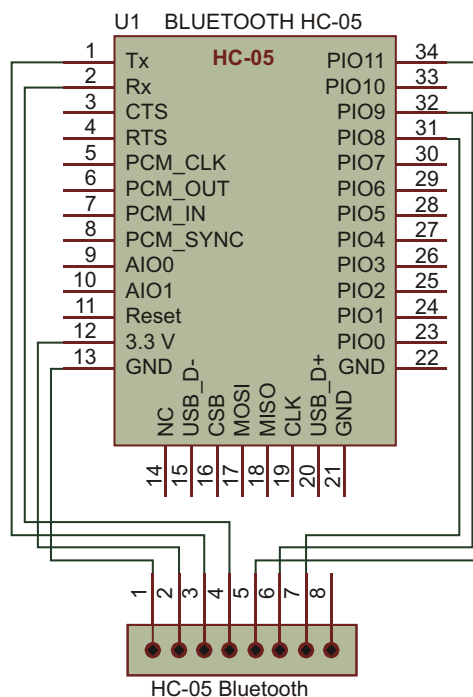


Рисунок 6. Схема распайки Bluetooth-модуля и его подключение к разъему на печатной плате.

нием питания 5 В без схем преобразования логических уровней.

Микросхема стабилизатора 5 В серии LM7805 используется для питания МК, а также в качестве предварительного понижающего регулятора напряжения для микросхемы стабилизатора 3.3 В (максимальное входное напряжение для этих микросхем не должно превышать 9 В). Однако возможно применение микросхемы серии LM78L05, ввиду того, что потребляемый МК и Bluetooth-модулем ток не превышает 65 мА. (Максимальный выходной ток LM78L05 составляет 100 мА). В ходе тестирования был выявлен незначительный нагрев микросхемы регулятора, когда Bluetooth-модуль находится в режиме поиска.

После программной инициализации периферии МК выходами 8-разрядных аппаратных блоков ШИМ назначаются порты PB1 (OC1A), PB2 (OC1B), PB3 (OC2), к которым подключаются силовые N-канальные MOSFET ключи APM3055L с соответствующими резисторами в цепях затворов и между истоком и затвором. При работе с RGB светодиодной лентой длиной 5 м (светодиоды типо-

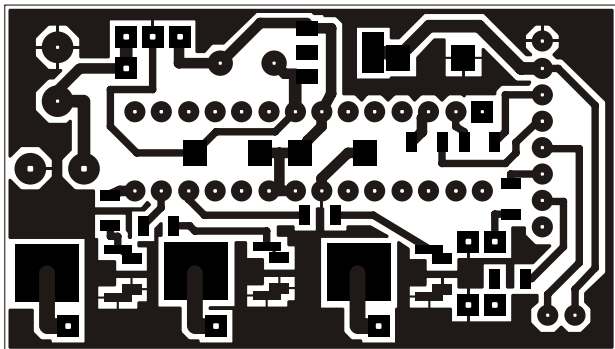


Рисунок 7. Вид печатной платы для схемы, изображенной на Рисунке 3.

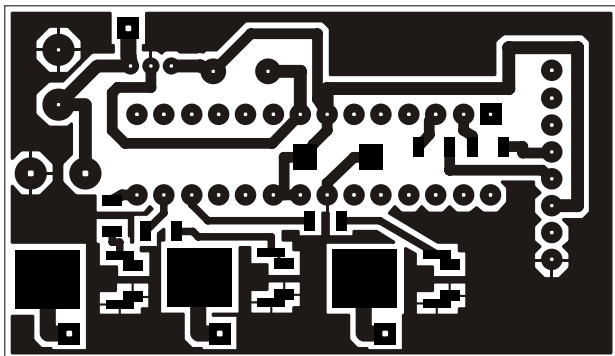


Рисунок 8. Вид печатной платы при использовании микросхемы регулятора напряжения 78L05 и варианта Bluetooth-модуля на переходной плате.

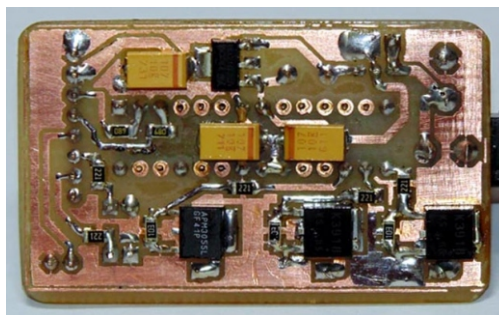


Рисунок 9. Вид авторского варианта печатной платы с установленными компонентами.

размера 5050) нагрева силовых ключей не происходит. Также возможно применение любых мощных MOSFET в корпусе для поверхностного монтажа, например, транзисторов серии K3918. В процессе тестирования схемы в трех каналах ШИМ автор использовал указанные силовые ключи (один APM3055L и два K3918, что бросается в глаза на Рисунке 9), и разницы в установке цветовой гаммы и яркости не заметил.

Тактирование МК осуществляется от внутреннего осциллятора 8 МГц, однако на схеме указан опциональный кварцевый резонатор 11.0592 МГц. Кварцевый резонатор позволит повысить надежность обмена данными по UART. Испытания системы при тактовой частоте МК 8 МГц и скорости работы UART 9600 бит/с показали, что обмен данными ведется достаточно надежно, и сбоев обнаружено не было.

Также на схеме изображена перемычка (джампер) J1, предназначенная для перевода Bluetooth-модуля в режим AT команд с целью его конфигурирования и определения текущих параметров.

Все предлагаемые варианты печатных плат являются односторонними (Рисунки 7, 8). Коннектор для внутрисхемного программирования в авторских вариантах схем отсутствует, что связано с желанием минимизировать размеры платы, поэтому микроконтроллер устанавливается в DIP колодку, чтобы его можно было его извлечь для программирования.

Внешний вид готовой платы со стороны установки SMD компонентов изображен на Рисунке 9. Как видно, печатная плата изготавливалась в домашних условиях по ЛУТ-технологии без лужения печатных проводников.

Прошивка микроконтроллера и настройка Bluetooth-модуля

Программа микроконтроллера (МК) выполняет задачу приема команды по интерфейсу USART (универсальный синхронный/асинхронный приемопередатчик), расшифровку полученных данных и соответствующего управления ШИМ [3].

Команда представляет собой 11-байтное сообщение вида **@RxGxBxSxMx**, где

@ – заголовок (признак команды),

x – однобайтное значение параметра,

R/G/B – идентификаторы каналов ШИМ,

S/M – идентификаторы режима работы (в демо-версии не используются).

Таким образом, процедура обработки команды сводится к получению и установке параметров ШИМ.

Для работы с модулем USART используется библиотека функций **uart.h** (библиотека Peter Fleury), поддерживающая аппаратные прерывания и кольцевой буфер, что позволяет эффективно использовать ресурсы микроконтроллера. Настройка основных параметров интерфейса USART (9600 бит/с, 8 бит данных, 1 стоп-бит, без проверки четности) в исходном коде программы реализуется одной строчкой кода благодаря встроенным в библиотеку функциям.

Выполнение программы начинается с конфигурирования портов ввода/вывода и встроенной периферии МК. Порты, используемые ШИМ и интерфейсом USART, конфигурируются автоматически при настройке соответствующих аппаратных модулей. Далее, с целью снижения энергопотребления МК, отключаем аналоговый компаратор, а затем, перед переходом в основной цикл, устанавливаем флаг глобального прерывания и определяем энергосберегающий режим работы при бездействии (Idle).

МК ATmega8 имеет два 8-разрядных таймера/счетчика (**Timer/Counter0** и **Timer/Counter2**) и один 16-разрядный (**Timer/Counter1**). Чтобы получить три канала ШИМ для управления RGB светодиодами нам потребуются 16-разрядный таймер/счетчик и 8-разрядный таймер/счетчик **Timer/Counter2**. На первом можно реализовать два независимых канала 8-разрядного ШИМ (FastPWM), на втором – один канал 8-разрядной ШИМ. Соответствующее конфигу-

рирование таймеров/счетчиков выполняется в функции **PWM_init ()**. Канал ШИМ 8-разрядного таймера/счетчика используется для управления красным цветом, канал А и канал В ШИМ (на 16-разрядном счетчике) – для управления синим и зеленым цветом, соответственно.

Далее МК переходит к выполнению бесконечного цикла, в котором сразу же переводится в режим пониженного энергопотребления (если буфер принятых данных пуст), при котором необходимые нам блоки (таймеры/ШИМ, USART и система прерываний) остаются активными. При приеме первого байта команды модулем USART вырабатывается прерывание, по которому микроконтроллер «просыпается», считывает первый байт из кольцевого буфера и проверяет признак команды. Далее, если принята команда, производится последовательный перенос данных (оставшиеся 10 байт) из кольцевого буфера в массив **bt_command []** и вызывается функция **Com_decode ()**, в которой из массива выделяются необходимые параметры ШИМ.

Параметры ШИМ представляют собой однобайтные значения, которые записываются в соответствующие регистры сравнения таймеров/счетчиков (**OCR2, OCR1A, OCR1B**). Запись данных в регистры осуществляется в отдельной функции **PWM_control ()**. После этого микроконтроллер возвращается в режим пониженного энергопотребления до следующего приема команды.

Отмечу один важный момент, связанный с использованием режима работы микроконтроллера с пониженным энергопотреблением (Idle). В текущей версии программы выход МК из «спящего» режима происходит по сигналу прерывания USART Receive Complete (прием байта данных завершен), поэтому при каких-либо изменениях в формате команды и алгоритме ее обработки необходимо принимать во внимание время «пробуждения» МК, скорость USART и размерность приемного буфера.

Не исключена возможность использования других энергосберегающих режимов работы (Power-save, Power-Down, Standby), но в этом случае для «пробуждения» МК потребуется использовать сигнал одного из внешних прерываний (INT1/INT0), который будет генерироваться Bluetooth-модулем, например, при инициализации соединения с ведущим устройством.

Manual fuse bits configuration

This table allows reviewing and direct editing of the AVR fuse bits. All changes will be applied instantly.

Note: ☐ means unprogrammed (1); ☒ means programmed (0).

Bit	Low	High
7	☐ BODLEVEL Brown out detector trigger level	☐ RSTDISBL Disable reset
6	☐ BODEN Brown out detector enable	☐ WTDON Enable watchdog
5	☐ SUT1 Select start-up time	☒ SPIEN Enable Serial programming and Data Downloading
4	☒ SUT0 Select start-up time	☐ CKOPT Oscillator Options
3	☒ CKSEL3 Select Clock Source	☐ EESAVE EEPROM memory is preserved through chip erase
2	☐ CKSEL2 Select Clock Source	☒ BOOTSZ1 Select Boot Size
1	☒ CKSEL1 Select Clock Source	☒ BOOTSZ0 Select Boot Size
0	☒ CKSEL0 Select Clock Source	☐ BOOTRST Select Reset Vector

Apply manual fuse bit settings

Current settings

These fields show the actual hexadecimal representation of the fuse settings from above. These are the values you have to program into your AVR device. Optionally, you may fill in the numerical values yourself to preset the configuration to these values. Changes in the value fields are applied instantly (taking away the focus)!

Low	High	Action	AVRDUDE arguments
0xE4	0xD9	Apply values Defaults	-U lfuse:w:0xe4:m -U hfuse:w:0xd9:m Select (try triple-click) and copy-and-paste this option string into your avrdude command line. You may specify multiple -U arguments within one call of avrdude.

Рисунок 10. Конфигурация Fuse-битов МК в «калькуляторе Fuse-битов».

Исходный код программы МК снабжен подробными комментариями, поэтому начинающие радиолюбители смогут разобраться в нем без труда. И, как видно, он может быть дополнительно оптимизирован за счет усовершенствования и объединения нескольких функций.

Для прошивки микроконтроллера можно использовать любой внутрисхемный программатор для МК AVR. При программировании необходимо установить следующую конфигурацию Fuse-битов: младший байт E4, старший байт D9. На Рисунке 10 изображена конфигурация микроконтроллера при использовании онлайн калькулятора Fuse-битов [6]. Для установки Fuse-битов в программаторе PonyProg руководствуйтесь Рисунком 11.

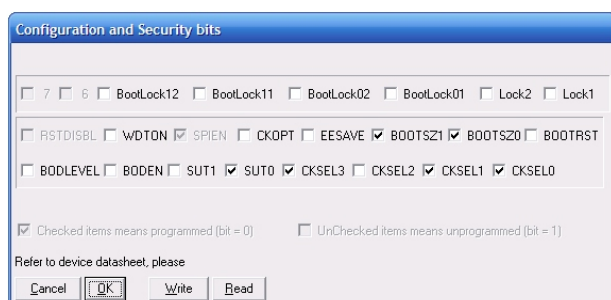


Рисунок 11. Конфигурация Fuse-битов в программаторе PonyProg.

Дальнейшие действия заключаются в проверке параметров Bluetooth-модуля HC-05 и, при необходимости, в его настройке. Как правило, эти модули, независимо от конструктивного исполнения, поставляются со следующими заводскими настройками: скорость обмена 9600 бит/с, 8 бит данных, 1 стоп-бит, без проверки четности. Если эти условия соблюдаются, то Bluetooth-модуль в настройке не нуждается, и его можно подключать к микроконтроллеру. Встречаются варианты модулей HC-05 с прошивкой, в которой по умолчанию установлена скорость обмена 38400 бит/с.

В сети Интернет можно найти достаточно информации по подключению и настройке Bluetooth-модулей HC-05, поэтому остановлюсь только на некоторых важных моментах.

Чтобы изменить или узнать текущую конфигурацию Bluetooth-модуля, необходимо обратиться к технической документации и подключить модуль к COM-порту персонального компьютера с соответствующим преобразователем уровней или через адаптер USB-UART.

Для перевода модуля в режим AT команд на схеме следует установить перемычку J1 (подача лог. 1 на линию PIO11 модуля).

Далее, обратившись к технической документации на модуль, необходимо установить соединение с Bluetooth-модулем (открыть COM порт), и с помощью AT команд в любой терминальной программе, или используя простую утилиту [4], настроить необходимые параметры связи: скорость обмена 9600 бит/с, 8 бит данных, 1 стоп-бит, без проверки четности. В этом же режиме вы сможете задать имя Bluetooth-модуля, узнать пароль для установления связи и MAC адрес, которые понадобятся для установки беспроводной связи Android-устройства с Bluetooth-контроллером. По окончании процедуры настройки необходимо отключить перемычку J1.

Беспроводное подключение Android-устройства к Bluetooth-модулю обычно выполняется без каких-либо трудностей. Убедившись, что на Bluetooth-модуль подается питание, и перемычка J1 разомкнута, стандартными средствами ОС выполняем поиск доступных Bluetooth-устройств. Из этого списка выбираем имя нашего модуля, вводим пароль доступа и соединяемся. Если пароль введен верно, то устройству в ОС будет присвоен статус «*Paired but not connected*». Теперь Bluetooth-контроллер готов к совместной работе с программным приложением, а приложение будет способно подключаться к зарегистрированному в ОС Bluetooth-контроллеру. **РЛ**

Загрузки и ссылки

1. Принципиальные схемы и рисунки печатных плат для варианта Bluetooth-модуля без переходной платы (Proteus 7.7 SP2)	
2. Принципиальная схема и печатная плата для варианта Bluetooth-модуля на переходной плате (Proteus 7.7 SP2)	
3. Исходный код (Си, AVR Studio) и прошивка микроконтроллера (.hex)	
4. Документация и утилита для настройки Bluetooth-модуля HC-05	
5. Отладочная плата на микроконтроллере ATmega128	
6. Калькулятор Fuse-битов AVR микроконтроллеров	

Высокоточный измеритель емкости

Francesc Casanellas

EDN

Представлена схема весьма точного, но, в то же время, очень дешевого измерителя емкости. Прибор разрабатывался специально для измерения малых емкостей в датчике уровня топлива, но после изменения номиналов некоторых компонентов он может использоваться как универсальный инструмент, измеряющий емкости в широком диапазоне значений с точностью лучше 1 пФ. Поскольку первоначальная цель разработки состояла в измерении уровня бензина, источник питания был рассчитан на броски напряжения, характерные для бортовых сетей мотоциклов и автомобилей.

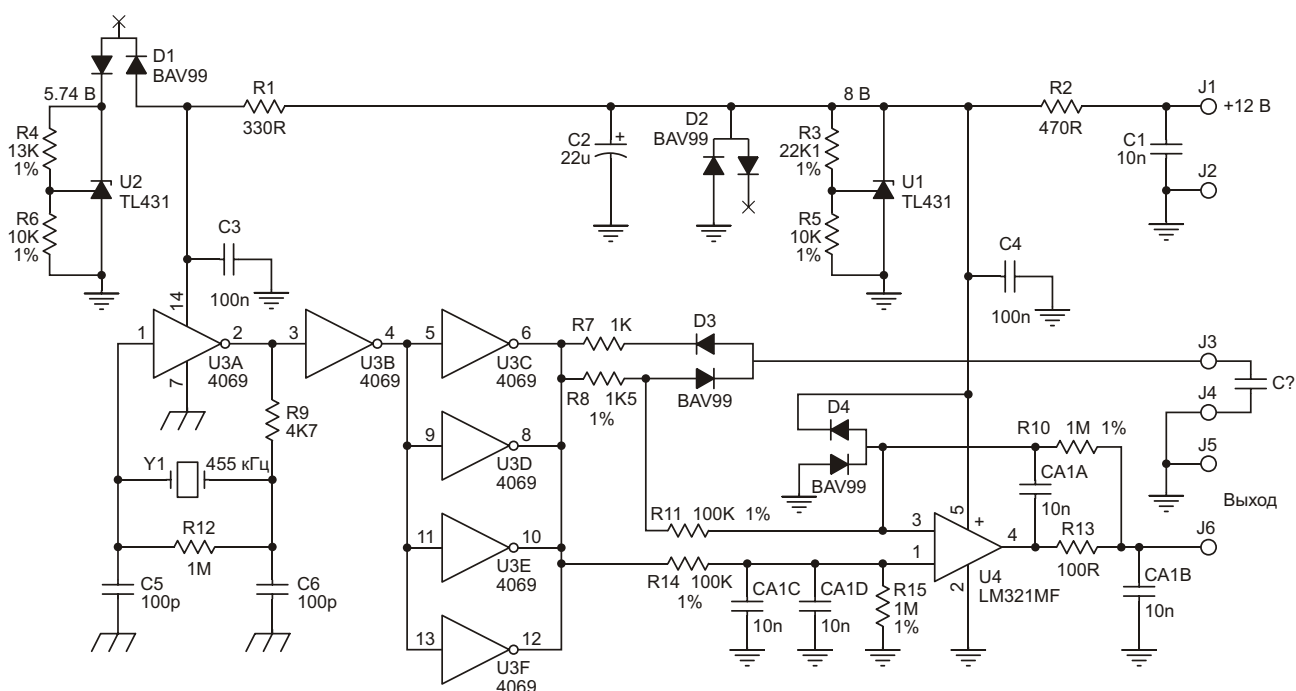
Задающий генератор построен на инверторе U3A и керамическом резонаторе Y1. Выходы соединенных параллельно элементов U3C ... U3F заряжают и разряжают измеряемый конденсатор с частотой 455 кГц. Зарядный ток протекает через прецизионный резистор R8, падение напряжения на кото-

ром фильтруется и усиливается дифференциальным усилителем U4. Разряд конденсатора происходит через диод D3. Средний ток резистора R8 будет пропорционален емкости.

Конденсатор заряжается до уровня, складывающегося из напряжения на стабилизаторе U2, установленного равным 5.74 В, и падения напряжения на D1. Поскольку напряжение на D1 зависит от температуры, для точной компенсации его изменений добавлен диод D3.

Если коэффициент усиления дифференциального усилителя обозначить как A_v , то при напряжении 5 В найти максимальное значение измеряемой емкости можно с помощью формулы

$$C \quad \frac{5 \text{ B}}{5.7 \text{ B} \quad A_v \quad R8 \quad 455,000 \text{ Гц}}.$$



В нашем случае $A_v = 10$, поэтому $C = 128$ пФ. Для измерения меньших значений просто увеличьте сопротивление R8.

Измеряемый конденсатор должен заряжаться и разряжаться полностью, но для измерения больших емкостей слишком сильно уменьшать сопротивление R8 нельзя. Луч-

ший способ расширить диапазон – понизить частоту, например, с помощью счетчика 4060, выбрав один из десяти его выходов. Окончательная точная настройка схемы может быть выполнена изменением сопротивления R8 и коэффициента усиления усилителя. **РЛ**

Схема формирует правильную синусоиду из высокочастотных прямоугольных импульсов

John Ambrose, MSI

Electronic Design

Выпускается немало микросхем прямого цифрового синтеза, способных формировать высокочастотные синусоидальные сигналы, но сфера их целесообразного использования существенно ограничена высокой сложностью. Однако задачу генерации гармонических колебаний легко можно решить с помощью логических элементов КМОП и пары фильтров на коммутируемых конденсаторах. Микросхемы фильтров позволяют формировать сигнал с частотой 1 МГц и амплитудой 1.7 В пик-пик.

Пример такой схемы показан на Рисунке 1. В нем использованы выпускаемые компанией MSI фильтры на коммутируемых конденсаторах MSHFS6 с 5-вольтовым питанием и отношением тактовой частоты к центральной равным 12.5:1. Эти экономичные микросхемы могут работать как в режимах низкочастотных 6-полюсных фильтров Баттерворта, Бесселя или эллиптических фильтров, так и в качестве полосовых полно- 1/3- или 1/6-октавных фильтров. Конкретная конфигурация выбирается соответствующей коммутацией выводов 1 ... 3 MSHFS6.

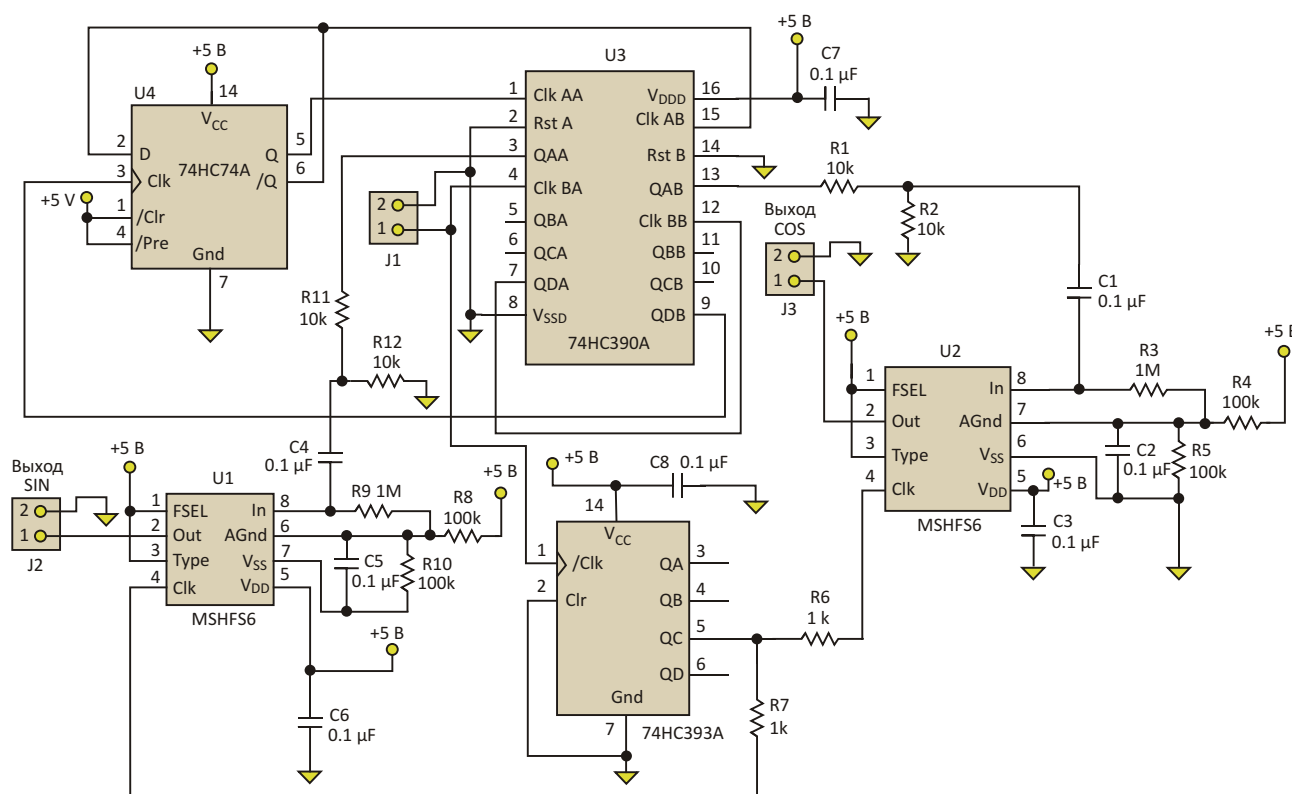


Рисунок 1. Вместо микросхемы прямого цифрового синтеза в генераторе SIN/COS использованы логические микросхемы КМОП и два фильтра на коммутируемых конденсаторах.

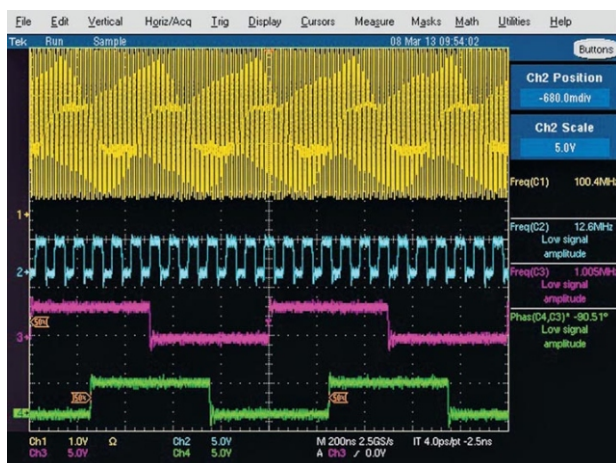


Рисунок 2. Из последовательности прямоугольных импульсов с частотой 100 МГц (канал 1) получены синусоидальный (канал 3) и косинусоидальный (канал 4) сигналы частотой 1 МГц.

В схеме использованы два счетчика. Микросхема 74НС393А делит частоту 50 МГц на 4, до частоты 12.5 МГц. 74НС390А содержит делители на 2 и на 5. Комбинация этих двух счетчиков и D-триггера 74НС74А позволяет понизить частоту 50 МГц до 500 кГц.

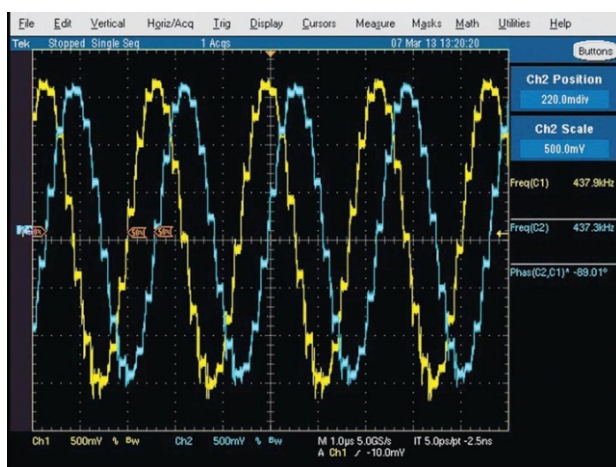


Рисунок 3. Каналы 1 и 2 демонстрируют выходные сигналы двух фильтров на коммутируемых конденсаторах при входной частоте около 50 МГц.

На выходах Q и $\bar{Q}$ микросхемы 74НС74А формируются импульсы половинной частоты выходного сигнала 74НС390А. После деления частоты выходных импульсов 74НС74А на 2 с помощью части 74НС390А образуется сигнал, сдвинутый на -90° . На Рисунок 2 изображены входные прямоугольные импульсы с частотой 100 МГц, выходные импульсы 12.5 МГц, используемые для синхронизации фильтров, и импульсы 1 МГц каналов SIN и COS.

Чтобы исключить искажения в фильтрах, амплитуда выходных сигналов делителей, практически равная напряжению питания, понижается резистивными делителями R1, R2 и R9, R10. Фильтрация постоянных составляющих входных сигналов MSHFS6 позволяет получить сглаженные прямоугольные импульсы, симметричные относительно аналоговой земли фильтров.

На Рисунок 3 показаны осциллограммы сигналов на выходах двух фильтров при частоте входного сигнала около 50 МГц. Если «перевернутый» сигнал на выходе COS не подходит для выбранного приложения, его можно инвертировать с помощью операционного усилителя, включенного на выходе

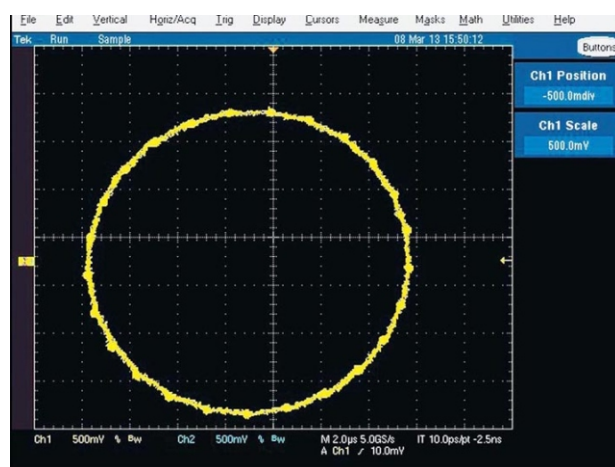


Рисунок 4. Фигура Лиссажу для двух выходов схемы указывает на соотношение фаз 89.1° .

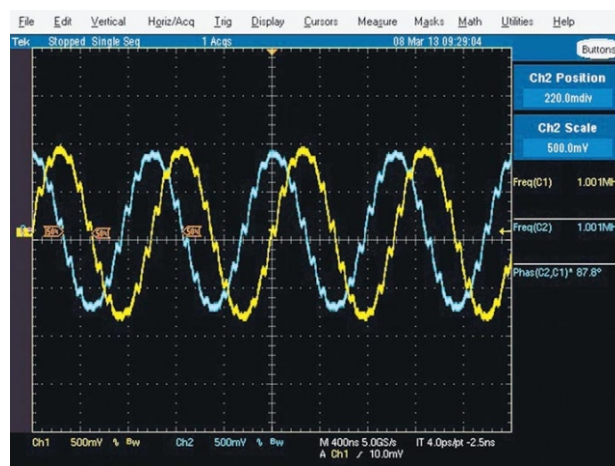


Рисунок 5. В первоначально предложенном варианте использован фильтр на коммутируемых конденсаторах MSHFS6, однако схема может работать и с более новой версией MSVHFS6, рассчитанной на напряжение питания 3.3 В. Осциллограмма показывает фазовые соотношения сигналов на временной оси.

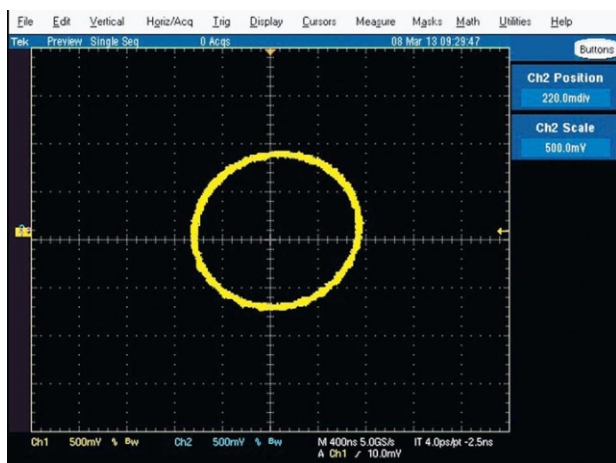


Рисунок 6. Фигура Лиссажу показывает соотношение фаз выходных сигналов схемы, в которой используются фильтры MSVHFS6 с напряжением питания 3.3 В.

фильтра COS или на выходе 13 счетчика 74HC390A.

Фигура Лиссажу для двух выходов схемы (Рисунок 4) указывает на соотношение фаз 89.1° между каналами SIN и COS. Анализатор нелинейных искажений Krohn-Hite

6900B с входным ФНЧ, необходимым для удаления составляющих синхросигнала и имеющим частоту среза 1 МГц, показал, что общий коэффициент нелинейных искажений сигнала на выходе SIN равен 0.1%.

Несмотря на то, что, согласно справочным данным, предельная рабочая частота микросхем 74HC390A и 74HC393A при напряжении питания 6 В равна 50 МГц, MSI и другие компании находят эту спецификацию чрезмерно скромной.

В рассматриваемом приложении счетчики могут работать на частоте 100 МГц, что позволит использовать более новую версию фильтров MSVHFS6 с частотой синхронизации 100 МГц и напряжением питания 3.3 В. Все, что требуется для такой замены – понизить напряжение питания до 3.3 В, 5-вольтовые микросхемы MSHFS6 заменить на MSVHFS6 и повысить входную частоту до 100 МГц. На Рисунках 5 и 6 выходные сигналы фильтров сравниваются во временной и фазо-частотной областях. **РЛ**

Драйвер для автоматизированных клапанов и других приложений, управляемый по биполярной токовой петле 20 мА

Clive Bolton

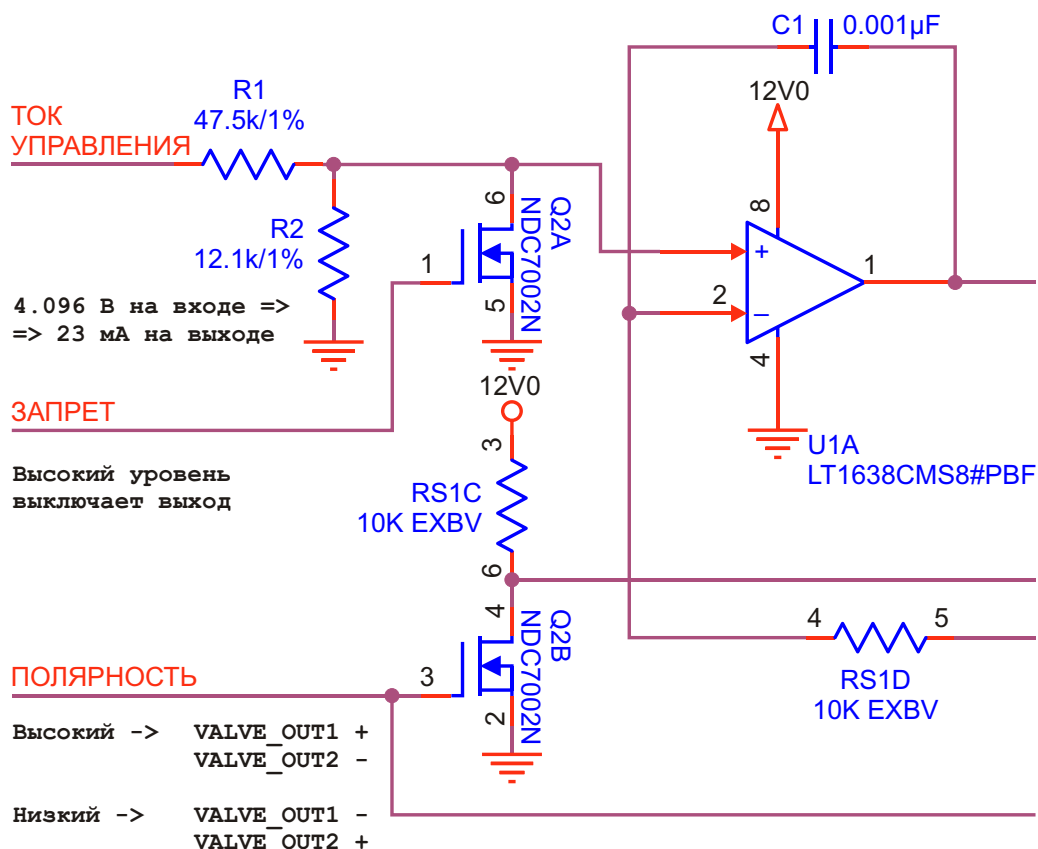
EDN

Токовые петли ± 20 мА часто используются для управления пневматическими или гидравлическими двунаправленными пропорциональными сервоклапанами в робототехнических приложениях большой мощности. Большинство формирователей тока способно отдавать лишь однополярный ток, а биполярным формирователям обычно требуется источник отрицательного напряжения.

Предлагаемая схема работает от единственного источника питания, использует

сдвоенные или счетверенные компоненты в миниатюрных корпусах и занимает очень мало места на печатной плате. Комплект из четырех драйверов вместе с разъемами можно разместить на площади менее 2 квадратных дюймов.

Противоположные выходы пар MOSFET Q1A/Q3B и Q1B/Q3A могут отдавать в нагрузку (в клапан) либо положительный, либо отрицательный ток. На резисторе датчика тока R3, включенном в цепь истоков выходных



транзисторов, формируется пропорциональное току напряжение обратной связи, позволяющее расширить рабочий диапазон Rail-to-Rail операционного усилителя U1. Элементы RS1D, C1 и U1A образуют интегрирующий усилитель, регулирующий ток транзисторов выходного каскада пропорционально напряжению, приложенному к входу ТОК УПРАВЛЕНИЯ.

Диапазон выходных токов I_{out} устанавливается резистивным делителем R1, R2 и сопротивлением R3 датчика тока:

$$I_{out} = \frac{V_{in} R_2}{R_3 R_1 R_2}.$$

Подача напряжения высокого уровня на вход ЗАПРЕТ включает транзистор Q2A и обнуляет входное напряжение интегратора U1A, в результате чего выходной ток становится равным нулю. При низком уровне напряжения на входе ПОЛЯРНОСТЬ тран-

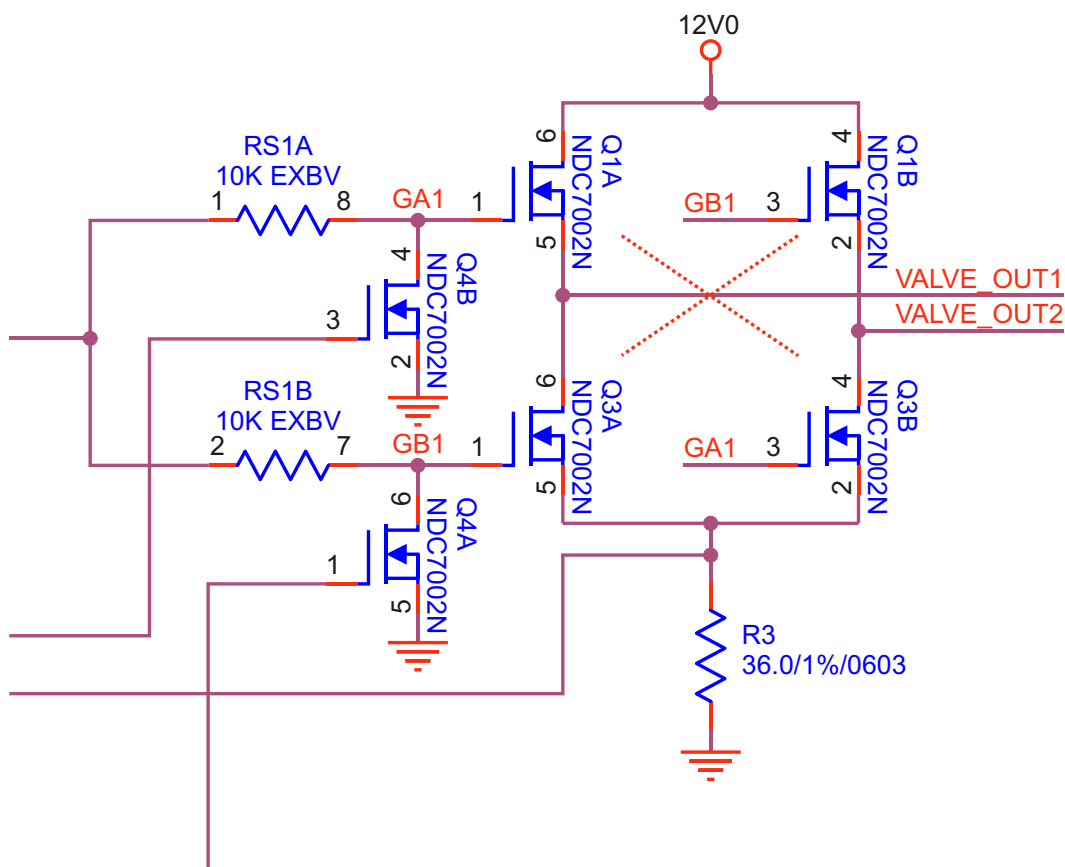
зистор Q4B открывается высоким напряжением на затворе, выключая Q1A и Q3B. Высокий уровень напряжения на входе ПОЛЯРНОСТЬ открывает Q4A, вследствие чего транзисторы Q1B и Q3A выключаются. Напряжение на затворе Q4B опускается, позволяя интегратору U1A управлять транзисторами Q1A и Q3B.

Выходное напряжение драйвера ограничено напряжением питания операционного усилителя. Его максимальное значение определяется выражением

$$V_{out_{U1}} = V_{th_{MOSFET}} + V_{R_{sense}}$$

12В	3В	20мА	36Ом
8.3В.			

В схеме использована резисторная сборка EXB-V8V103JV производства Panasonic (RS1). Все MOSFET – сдвоенные типа Fairchild NDC7002N. **РЛ**



Сдвоенный контроллер с временем реакции 2 мкс и КПД 92% при выходном напряжении 1.5 В

Mike Shriver, Linear Technology

Design Note 505

Введение

LTC3838 – это двухфазный понижающий двухканальный контроллер преобразователя напряжения с управляемым постоянным временем включенного состояния и обратной связью по минимальному току дросселя, обеспечивающий быстрый отклик на изменение нагрузки, высокую частоту переключения и малый коэффициент заполнения ШИМ. Микросхема поддерживает работу в диапазоне частот от 200 кГц до 2 МГц, а схема

ФАПЧ следит за постоянством частоты и может синхронизироваться от внешнего тактового сигнала. LTC3838 работает в широком диапазоне входных напряжений от 4.5 В до 38 В и может выдавать на выход от 0.6 В до 5.5 В.

Вход удаленного измерения напряжения V_{OUT1} обеспечивает точность стабилизации напряжения на нагрузке до 0.67% при разнице напряжений между локальной и удаленной шиной общего провода до ± 0.5 В и темпе-

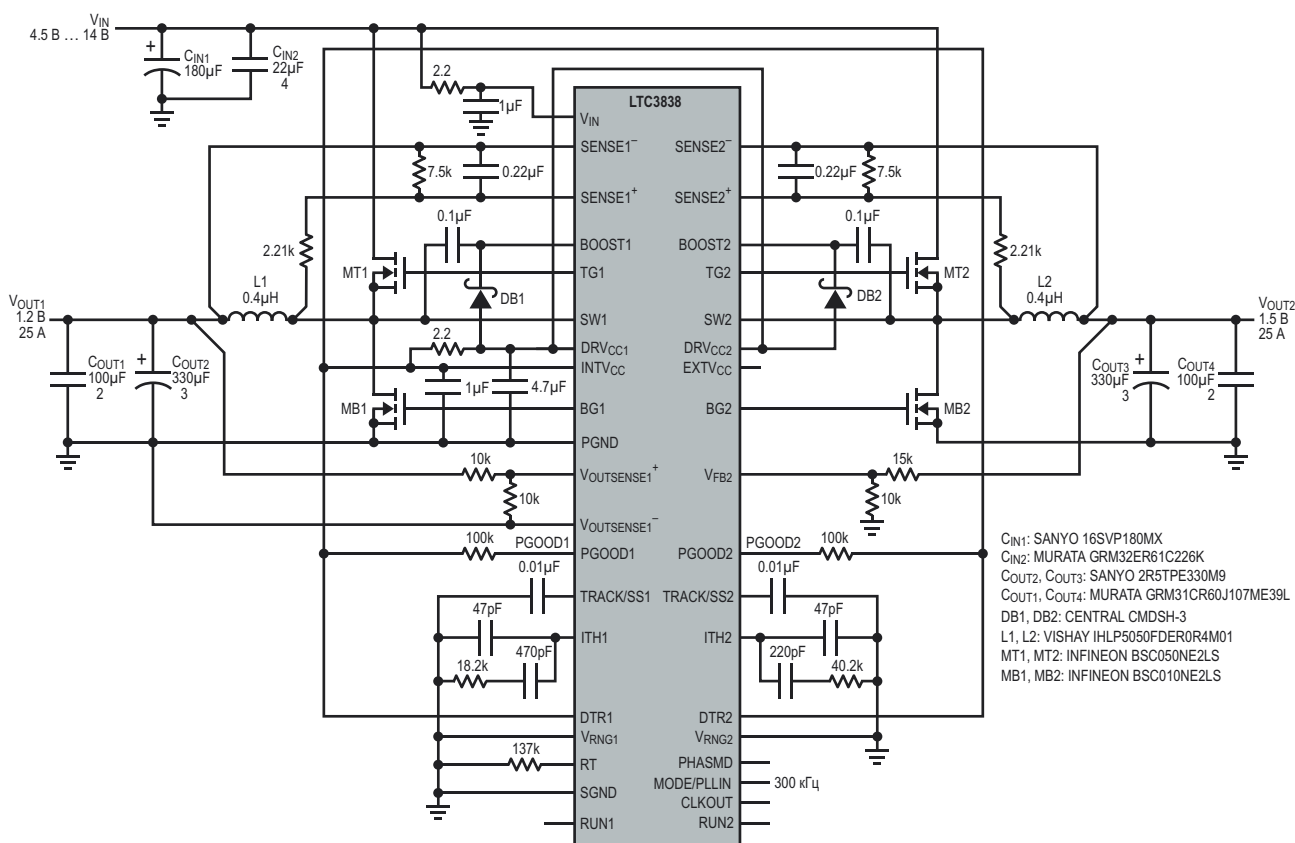


Рисунок 1. Понижающий преобразователь с двумя выходами 1.5 В/25 А и 1.2 В/25 А, работающий на частоте 300 кГц.

ратуре от 0 °С до +85 °С. Компараторы датчика тока могут измерять ток индуктивности двумя способами: либо с помощью шунта, повышающего точность измерений, либо непосредственным измерением падения напряжения на омическом сопротивлении индуктивности (DCR) в том случае, когда необходимо снизить потери и уменьшить размеры схемы.

Понижающий преобразователь 1.5 В/25 А и 1.2 В/25 А

На Рисунке 1 показан сдвоенный понижающий преобразователь напряжения с выходным током 25 А, синхронизируемый внешним сигналом частотой $F_{SW} = 300$ кГц. Архи-

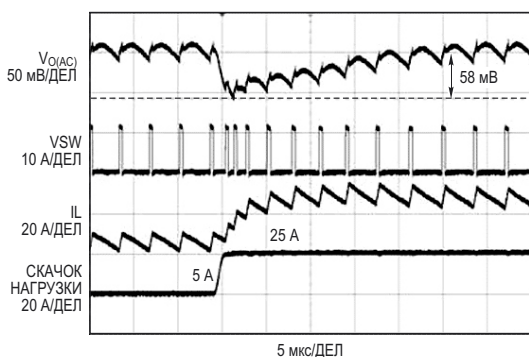


Рисунок 2. Скачок нагрузки от 20% до 100% на шине 1.2 В при $V_{IN} = 12$ В и $F_{SW} = 300$ кГц. (Принудительной режим непрерывной проводимости).

тектура с управляемым временем включенного состояния и обратной связью по минимальному току индуктивности позволяет временно сжимать коммутирующие импульсы при скачке тока нагрузки на выходе 1.2 В с 5 А

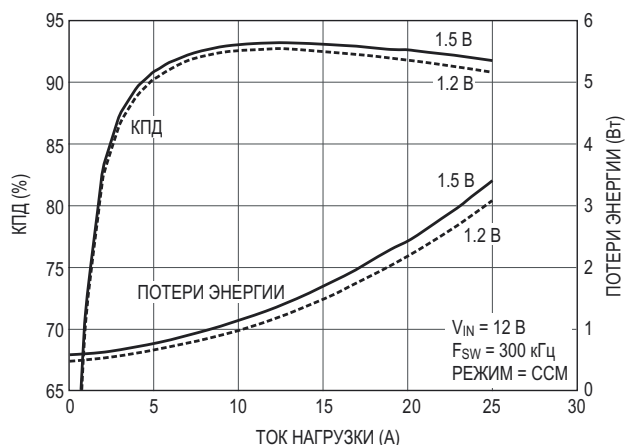


Рисунок 3. КПД и потери мощности в преобразователе 1.5 В/25 А и 1.2 В/25 А.

до 25 А, получая результирующий провал напряжения всего 59 мВ (Рисунок 2). Общий КПД для выходов 1.5 В и 1.2 В достигает 91.8% и 90.8%, соответственно, что видно из Рисунка 3. Высокая эффективность обеспечивается мощными драйверами затвора с оптимизированным мертвым временем и измерением напряжения на DCR.

Два канала работают со сдвигом фаз 180°, что позволяет использовать меньшие входные конденсаторы вследствие существенного снижения амплитуды пульсирующего через них тока. Для приложений с большим выходным током можно использовать технологию PolyPhase, когда две или более фаз объединяются, образуя один выход. В результате увеличивается скорость реакции на изменение нагрузки, снижаются емкости входных и выходных конденсаторов, и сокращается выделение тепла.

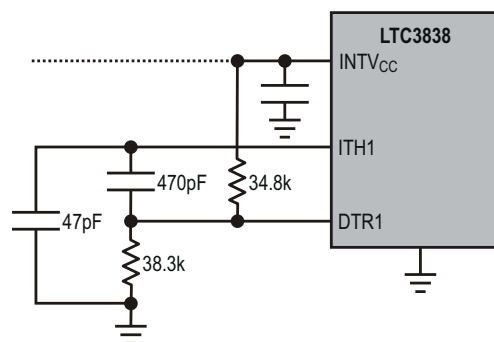


Рисунок 4а. Реализация функции обнаружения скачка нагрузки на шине 1.2 В.

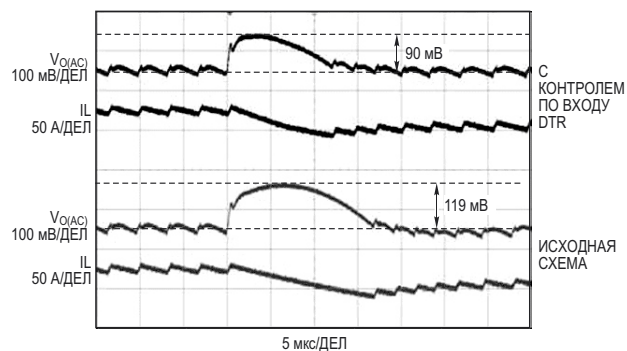


Рисунок 4б. Реакция схемы на скачок нагрузки от 20% до 100% на шине 1.2 В при включенной и выключенной функции обнаружения скачка. $V_{IN} = 12$ В, $F_{SW} = 300$ кГц. (Принудительной режим непрерывной проводимости).

Слежение за скачками нагрузки увеличивает скорость отклика

Главная инновационная особенность LTC3838 – это функция обнаружения скачкообразного изменения нагрузки. Вывод DTR косвенно контролирует выходное напряжение, отслеживая переменную составляющую сигнала на выводе ITH. Если выброс в полученном сигнале превышает порог, установленный разработчиком, то нижний ключ выключается. Это дает возможность току дросселя спадать более быстро, что снижает выброс на нагрузке. На Рисунке 4 видно снижение выброса на 32% при выходном напряжении 1.2 В. Очень хорошее улучшение при столь низком выходном напряжении.

Выводы

Двухканальный контроллер понижающего преобразователя напряжения LTC3838 иде-

ально подходит для приложений, где требуется быстрая реакция на изменения нагрузки, высокая частота переключения, высокая эффективность и точное выходное напряжение. Микросхема позволяет выбирать между принудительным режимом непрерывной проводимости для работы на постоянной частоте и режимом прерывистой проводимости с высокой эффективностью при небольшой нагрузке. В устройстве реализована функция плавного старта, контроль напряжения выходных шин, возможность программировать уровни ограничения тока, а также имеются индивидуальные для каждого канала выходы PGOOD (Питание в норме) и RUN (В работе). LTC3838 поставляются в корпусе QFN размером 5 × 7 мм или в 38-выводном корпусе TSSOP со сниженным тепловым сопротивлением. **РЛ**

Однопроводный интерфейс ЖК-индикатора

Noureddine Benabadji

EDN

Очень часто во встраиваемых системах используются алфавитно-цифровые ЖК-дисплеи, управляемые широко распространенными контроллерами, совместимыми с HD44780. Интерфейс дисплея содержит, по меньшей мере, 14 выводов:

- восемь линий данных,
- три линии управления (EN, WR, RS),
- две линии питания (V_{DD} , V_{SS}),
- одну линию управления контрастом (V_{RE}).

При работе в 8-битном режиме дисплею потребуются 10 линий ввода/вывода: (D0...D7, EN, RS); в 4-битном режиме их должно быть не менее шести: (D4...D7, EN, RS). Для последнего варианта, на первый взгляд, подошли бы 8-выводные микроконтроллеры PIC, однако из шести доступных выводов этого семейства один может использоваться только в качестве входа.

В EDN публиковалось множество описаний различных способов расширения количества линий ввода/вывода. [1] ... [3] Если к встраиваемой системе при недостатке свободных выводов потребуется подключить дополнительный ЖК-дисплей, вместо замены микроконтроллера новым, имеющим большее количество выводов, часто бывает лучше (с точки зрения цены и времени разработки) дополнить ЖК-модуль 8-выводным микроконтроллером PIC, и рассматривать получившуюся комбинацию как интеллектуальный дисплей.

Предлагаемая схема может быть полезной в любой системе, если при недостатке внешних выводов ее необходимо связать с

HD44780-совместимым дисплеем. При обмене данными по однопроводной последовательной линии используется упрощенный асинхронный протокол (8N1 со скоростью 2400 бит/с). Для схемы выбран 8-разрядный микроконтроллер PIC12F508, однако подойдет любой другой прибор семейства PIC12F, поскольку программный код занимает менее 256 слов.

Последовательный канал используется и как линия передачи команд/данных, и как линия питания, которое подается на шину V_{DD} через диод D1, и фильтруется конденсатором C1. Фильтром R2, C2 выходной сигнал порта GP5 расщепляется на два. Если длительность выходного импульса на этом выводе превышает постоянную времени R2 C2 = 56 мкс, вход RS принимает сигнал высокого уровня, и по спаду импульса GP5 данные записываются в контроллер HD44780.

Заметим, что для управления контрастом дисплея (вывод 3 индикатора) вместо традиционного потенциометра 10 кОм используется регулируемый источник тока LM334, обеспечивающий постоянство стекающего на землю тока 200 мкА. Это исключает необходимость ручной подстройки контраста, ухудшающегося, когда, по мере разряда батареи, начинает уменьшаться напряжение питания. Кроме того, такая схема позволяет сэкономить более 25% энергии. [4]

Снабженный полными комментариями исходный код на ассемблере находится в файлах **F508LCD.ASM** и **LCD2x16c.INC**. Основная программа выводит на экран двухсекундную заставку, а затем входит в беско-

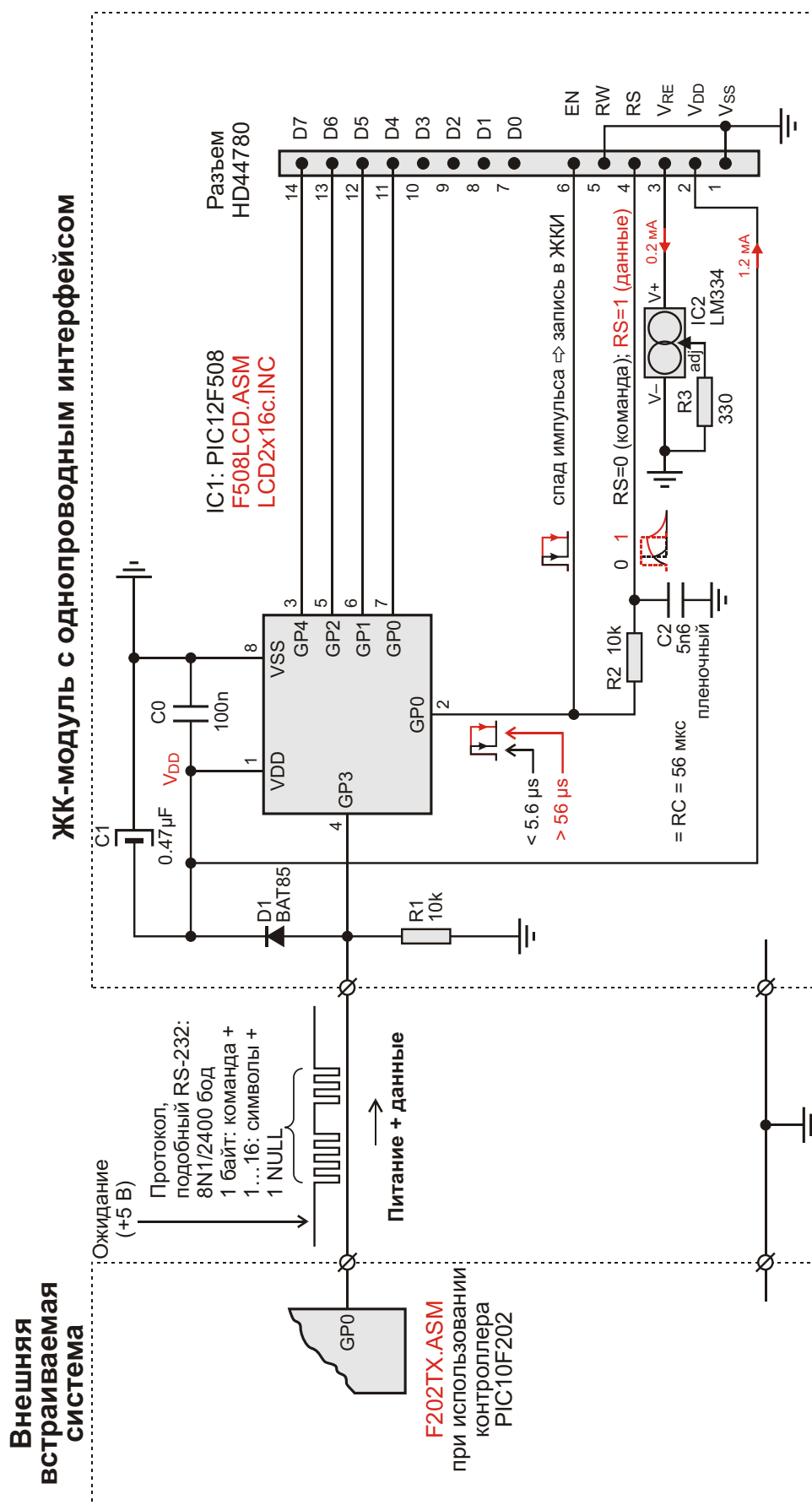


Рисунок 1. Дешевый ЖК-модуль с однопроводным интерфейсом для систем с ограниченным количеством внешних выводов.

нечный цикл ожидания команд для ЖК-индикатора, за каждой из которых могут следовать до 16 байт данных отображения, заканчивающихся символом ASCII «0». В файле **F202TX.ASM** содержится простой ассемблерный код для микроконтроллера PIC10F202, действие которого сводится лишь к выводу тестовой экранной заставки. **РЛ**

Ссылки

1. Squeeze extra outputs from a pin-limited microcontroller (EDN | August 4, 2005).
2. Microcontroller provides low-cost analog to digital conversion, drives seven-segment displays (EDN | May 10, 2007).
3. RC lowpass filter expands microcomputer's output port (EDN | June 21, 2007).
4. Contrast control for LCDs (Elektor Electronics |

Загрузки

Исходный код на ассемблере





РАДИОЛОЦМАН

Журнал для тех, кто интересуется электроникой

Скоро новые
тематические номера:

- ▶ **автоматизация**
- ▶ **автоэлектроника**
- ▶ **аккумуляторы и зарядные устройства**

Если Вам небезразличны эти темы
или Вы являетесь носителем
передовых знаний в других
областях электроники и готовы их
популяризировать -

приглашаем к сотрудничеству!