

Журнал для тех, кто интересуется электроникой



РАДИОЛОЦМАН

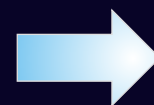
август 2011

MEMS-акселерометры – фантазии и реальность

**Теория эволюции Дарвина
и конструирование антенн**

**Ites продемонстрировала первый в мире
полностью органический микропроцессор**

**Схема драйвера светодиодов
для применения в архитектурной**



ОГЛАВЛЕНИЕ

ОТ РЕДАКТОРА

НОВОСТИ

Новая микросхема аудиостримера не имеет конкурентов по цене и потребляемой мощности	5
Freescale разработала прецизионный автономный датчик давления	6
Фотогальванические элементы на гибкой основе достигают максимума эффективности	7
Imec продемонстрировала первый в мире полностью органический микропроцессор	8
Cree запустила новую линейку ярко-синих светодиодов для светильников с «удаленным люминофором»	10
Cypress представила первые в мире 128-, 64- и 32-мегабитные маломощные микросхемы асинхронной статической памяти с 32-разрядной шиной данных	11
Atmel сообщила о внедрении USB интерфейса и прецизионной аналоговой периферии в микроконтроллеры семейства AVR XMEGA	12
Новые осциллографы Tektronix имеют полосу пропускания 33 ГГц и наивысшую в отрасли точность измерения	13

СТАТЬИ

MEMS-акселерометры – фантазии и реальность	15
Применение микросхем фирмы STM для экономичных усилителей звуковых частот	21
Основы формирования и обработки изображений	27
МНР – гибридные защитные устройства для больших токов	32
Теория эволюции Дарвина и конструирование антенн	34

СХЕМЫ

Простой драйвер для питания светодиодных светильников от сети переменного тока	39
Миниатюрный программатор USBTiny-MkII SLIM	41
Самодельная фрактальная WiFi антенна на основе решетки Серпинского	45
Компенсация падения напряжения на измерительном сопротивлении при измерении малых токов	47
Компенсация ошибок в четырехпроводной схеме измерений	49
Схема драйвера светодиодов для применения в архитектурной и интерьерной подсветке	51

Новая микросхема аудиостримера не имеет конкурентов по цене и потребляемой мощности



Nordic Semiconductor сообщила о начале поставок новой микросхемы nRF2460, предназначенной для трансляции потокового аудио. Не имеющая в своем классе конкурентов по потребляемой мощности и многим другим параметрам, микросхема оптимизирована для бюджетных моно (одноканальных) приложений с питанием от батарей. Такими приложениями, в первую очередь, могут быть радиомикрофоны (например, для домашних караоке и конференций), сабвуферы (домашние кинотеатры), беспроводные адаптеры музыкальных инструментов и игрушки.

Разработанная в тесной кооперации с компанией AKM Semiconductor, признанным авторитетом в области цифрового преобразования звука, микросхема nRF2460 предоставляет уникальную комбинацию кристально чистого несжатого звука на основе 16-битной ИКМ, малой задержки аудио (22 мс), способности проработать до 100 часов от двух батареек AAA, и низкой цены.

Работающая на частоте 2.4 ГГц в полосе 4 МГц радиосистема, в комбинации с оптимизированным протоколом скачкообразной пере-

стройки частоты и уникальным движком Службы контроля качества аудио, позволяет nRF2460 обеспечивать надежную связь, даже в сложной радиообстановке, при наличии других источников сигналов частоты 2.4 ГГц, таких как Wi-Fi и Bluetooth. В nRF2460 заложены алгоритмы интеллектуальной повторной передачи потерянных пакетов и минимизации слышимого эффекта от потерянных данных. Полосы пропускания 4 МГц оказывается вполне достаточно для поддержки дополнительного беспроводного контрольного канала, позволяющего пользователю управлять такими функциями, как «громкость» и «бесшумный режим».

nRF2460 поставляется в 36-выводном корпусе QFN размером 6 × 6 мм и может работать с недорогим кварцевым резонатором 16 МГц с точностью настройки ±50 ppm. Интерфейсы I²S, SPI и I²C обеспечивают бесшовное подключение к внешним АЦП, ЦАП и микроконтроллерам.

В настоящее время возможна поставка микросхем по цене \$1.50 в партиях 10 тыс. штук. Кроме того, за \$99 предлагается отладочный набор nRF2460-DK, совместимый с программной оболочкой Nordic nRFgo, позволяющий разработчикам быстро собирать и отлаживать прототипы своих беспроводных приложений, основанных на nRF2460.



Freescalе разработала прецизионный автономный датчик давления



Введение

Разработанный Freescale датчик давления Xtrinsic MPL3115A2 позволяет с исключительно высокой точностью измерять давление и высоту над уровнем моря с переменной частотой выдачи показаний до 128 Гц. Прибор отличается очень низкой потребляемой мощностью, наличием интеллектуальных функций, и может использоваться в мобильных устройствах, медицинских приборах и охран-ных системах без какой-либо дополнительной обработки данных.

Среди интеллектуальных функций Xtrinsic MPL3115A2 нужно отметить цифровой выход, два прерывания для автоматического выхода из «спящего» режима, детектирование минимального/максимального пороговых уровней и автономное управление выборкой данных. Необходимые функции управляющего контроллера могут быть сведены к минимуму, так как датчик давления может обрабатывать данные самостоятельно, значительно сокращая обмен данными с внешним процессором.

Xtrinsic MPL3115A2 демонстрирует уникальные характеристики, дающие пользователю совершенно новые возможности при низкой стоимости системы. Прибор отличается высочайшей точностью: разрешение составляет 30 см (дискретность измерений 20 бит), что позволяет считывать данные как в метрах, так и в Паскалях. Датчик давления имеет ряд встроенных функций и гибкий набор программируемых пользователем опций.

Забирая от батарей всего 8.5 мкА в режиме пониженного энергопотребления при частоте выборки 1 Гц, MPL3115A2 идеально подходит для мобильных приложений. FIFO на 32 выборки разгружает обмен с хост-процессором, а также управляет переходами в «спящий» режим и автоматическим включением.

Основные особенности

- Разрешение по высоте 30 см
- Разрешение по давлению 1.5 Па
- Прямое считывание данных без необходимости ввода компенсирующих поправок:
 - измерение давления с разрешением 20 бит (в Паскалях)
 - измерение высоты с разрешением 20 бит (в метрах)
 - измерение температуры с разрешением 12 бит (в °C)
- Встроенные интеллектуальные функции:
 - Перевод результатов в метры
 - Программируемые события
 - Два программируемых вывода прерываний для автоматического выхода из «спящего режима» и детектирования

минимального/максимального пороговых уровней

- Автономное управление выборкой данных
- Встроенный FIFO буфер выборок
- Управляемая частота выборки до 128 Гц
- Цифровой интерфейс I²C с быстродействием до 400 кГц
- Низкий ток потребления:
 - режим покоя: 2 мкА
 - режим пониженного энергопотребления: 8.5 мкА при частоте выборки 1 Гц
- Напряжение питания интерфейса ввода/вывода от 1.6 до 3.6 В
- Напряжение питания датчика от 1.95 до 3.6 В
- Низкопрофильный корпус LGA с габаритами 3 5 1.1 мм

Преимущества

- Высочайшая точность измерения давления и высоты
- Гибкое управление частотой выборки
- Очень низкая потребляемая мощность
- Уникальные интеллектуальные функции
- Не требуется обработка данных
- Гибкое переключение формата выходных данных: метры или Паскали
- Простая разработка приложений и легкая интеграция в конструкцию



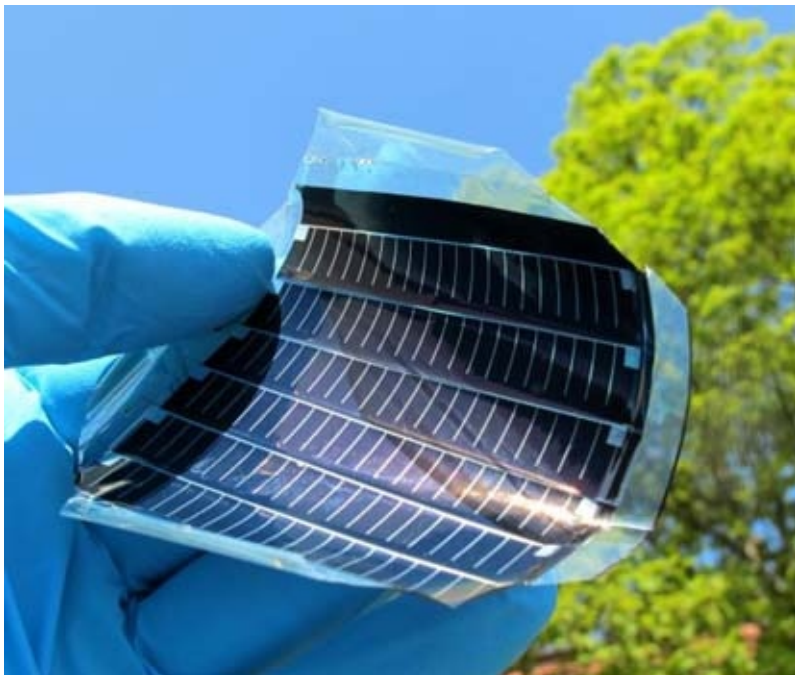
Фотогальванические элементы на гибкой основе достигают максимума эффективности

Paul O'Shea

Расположенный в Дюбендорфе (Dübendorf), Швейцария, научно-исследовательский институт материаловедения и технологии развития (EMPA) продемонстрировал фотоэлектрический преобразователь с КПД 13.8% на основе Каптона (Kapton) – бесцветной полиимидной пленки, выпускаемой фирмой Дюпон (DuPont). Таким образом, институт побил свой собственный предыдущий рекорд, составлявший 12.6%, и приближается к рекордным показателям преобразователей на стекле. В настоящее время Дюпон разрабатывает технологию использования Каптона в качестве гибкой подложки для тонкопленочных фотоэлектрических преобразователей из теллурида кадмия (CdTe). Пленка приблизительно в 100 раз тоньше и в 200 раз легче стекла, чаще всего используемого в производстве фотогальванических элементов.

CdTe – это соединение металла кадмия и полупроводника теллура, в соотношении 1:1. Ширина запрещенной зоны CdTe около 1.5 эВ, что очень близко к оптимуму для преобразователей солнечной энергии в электрическую. Кроме того, материал обладает исключительной химической и температурной стойкостью. Характеристики поглощения CdTe делают его превосходным кандидатом на использование в фотоэлектрических приложениях. Технологии осаждения материалов на пленку очень

просты и могут быть использованы в массовом производстве.



Полностью монолитно интегрированный, гибкий, состоящий из 6 ячеек, солнечный модуль, основанный на теллуриде кадмия (CdTe)

ЕМРА вовлечена в исследования и разработку высокоэффективных тонкопленочных солнечных элементов, с акцентом на новые концепции, призванные улучшить характеристики солнечных батарей, упростить процессы производства и усовершенствовать структуру следующих поколений приборов. Фирмой выполнена революционная работа по разработке и оптимизации процесса низкотемпературного осаждения (менее 450 °C) для основанных на CdTe высокоэффективных солнечных элементов на стеклянных подложках (КПД 15.6%) и полимерных пленках (КПД 12.6%). И вот, теперь, созданы элементы на Каптоне с КПД 13.8%. Использование полиимидной пленки Каптон позволит создавать легкие и гибкие модули солнечных батарей.

Переход от жестких систем из CdTe на основе стекла к гибким конструкциям на пленочной основе сулит значительные преимущества. В производственном процессе могут использоваться хорошо отработанные, высокоскоростные и дешевые технологии непрерывного переноса на рулонные материалы. Новые пленки сделают фотоэлектрические модули намного более тонкими и легкими, более простыми в обращении и дешевыми в монтаже. Подобные модули найдут применение во множестве приложений, включая фотогальванические системы, интегрированные в конструкцию зданий.

Imec продемонстрировала первый в мире полностью органический микропроцессор

Исследовательский центр Imec и компания TNO в сотрудничестве с Polymer Vision продемонстрировали первый в мире работающий вариант 8-разрядного органического микропроцессора, состоящего из 4 тысяч транзисторов, помещенных непосредственно на тонкую гибкую пластиковую пленку. Использование недорогого органического (пластикового) материала вместо дорогого кремния открывает дверь в новую нишу приложений по типу «умная» упаковка, «умная» одежда, гибкие дисплеи и т.п.

Органический микропроцессор состоит из двух тонких пленок толщиной 25 мкм. Одна из пленок содержит арифметико-логическое устройство (АЛУ) с 3381 транзисторами и зани-

мает площадь 1.96 см × 1.72 см. Вторая пленка, содержащая коды инструкций, состоит из 612 транзисторов на площади 0.72 см × 0.64 см. Схемы были изготовлены путем нанесения чередующихся слоев органического материала (пентацен и изоляторы) и металла (для межсоединений) на гибкой подложке.

Микропроцессор работает при напряжении питания от 10 до 20 В на максимальной частоте 6 Гц. Типовое значение потребляемой мощности при напряжении питания 10 В – 92 мкВт.

Невзирая на то, что новый органический микропроцессор представляет собой самый

медленный микропроцессор в мире, он демонстрирует огромный прогресс, как, в свое время, микропроцессор Intel 4004. Когда компания Intel запустила свой 4-битный микропроцессор в 1971 году, он имел 2300 транзисторов и мог применяться для самых простых вычислений. В то время никто не ожидал, что это предвестник начала цифровой эры. Теперь Intel изготавливает 64-разрядные микропроцессоры с миллиардами транзисторов, которые могут выполнять сложные операции на высочайшей скорости с минимальным энергопотреблением.

Маловероятно, что органические микропроцессоры вызовут сопоставимую революцию, но демонстрация такого представителя показывает, что недорогие органические схемы могут быть реальной альтернативой дорогим полупроводниковым устройствам на основе кремния. Органические схемы и приборы никогда не смогут превзойти обычные полупроводники по скорости и вычислительной мощности, зато имеют множество других преимуществ: они гибкие и могут быть просто нанесены на большую поверхность с минимальной затратой средств.

Органические микропроцессоры могут найти применение в качестве упаковочных материалов, информационных и рекламных носителей. В более долгосрочной перспективе можно представить себе недорогую смарт-упаковку для лекарственных средств, которая будет указывать, когда наступает время очередного приема препарата, или же упаковку, подтверждающую подлинность и свежесть товара. Коробка печенья из супермаркета сможет сообщить, сколько печенья вы уже съели и, соответственно, сколько калорий потребовали.



Срее запустила новую линейку ярко — синих светодиодов для светильников с «удаленным люминофором»

Michelle Murray, Cree, Inc.

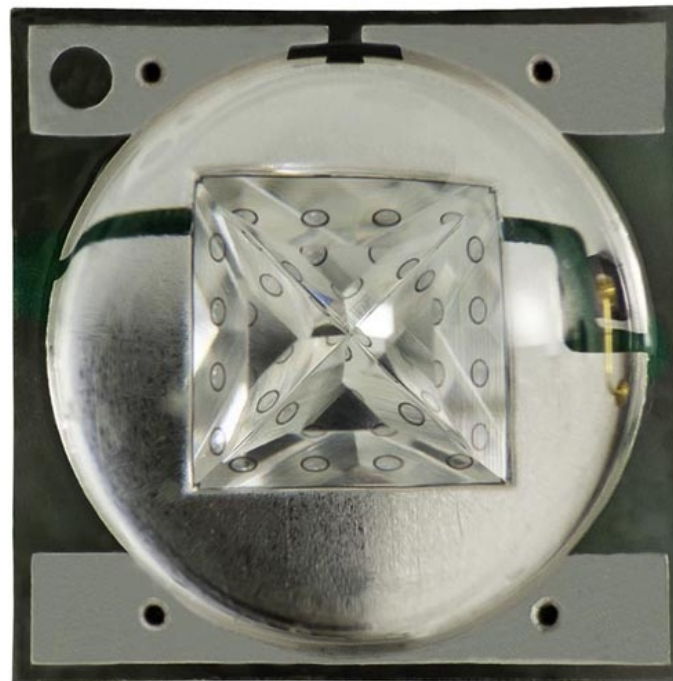
Срее объявила о коммерческой доступности новой серии ярко синих светодиодов XLamp® XT-E Royal Blue, оптимизированных для использования в осветительных приборах с «удаленным люминофором» и в других сходных приложениях. Обладающие самой узкой на сегодняшний день спектральной характеристикой, в совокупности с наивысшей яркостью, приборы XLamp XT-E упрощают создание конструкций по технологии «удаленного фосфора» и снижают системные затраты.

Помимо этого, Срее запустила программу лицензирования патентов, открывающую третьим фирмам доступ к передовым технологиям Срее в области компонентов, использующих «удаленный фосфор». Программа должна стать двигателем кардинальных изменений в производстве светодиодных источников света, дав возможность изготовителям осветительных приборов использовать в своих изделиях такие устройства, как XLamp XT-E Royal Blue.

Созданные на основе испытанной технологии Direct Attach™ фирмы Cree, позволяющей, по сравнению с другими технологиями, создавать самые яркие светодиоды с самыми низкими значениями прямого напряжения и теплового сопротивления, XT-E Royal Blue имеют длину волны излучения до 525 нм при токе 350 мА и температуре 85 °С. По желанию

заказчика XT-E Royal Blue могут поставляться разбравочными на группы по длине волны с шагом 2.5 нм, что позволит добиваться более точного соответствия желаемому цвету свечения.

XLamp XT-E Royal Blue LED запущены в серийное производство.

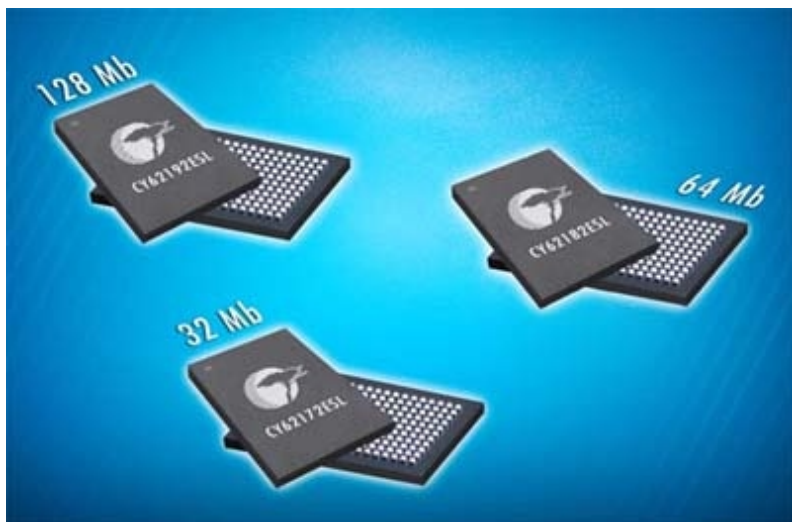


Технология «удаленного фосфора»

Технология «удаленного фосфора», чаще всего, использует излучатели синего цвета свечения, способные, как считается, обеспечить максимальную эффективность. Излучающий белый свет люминофор наносится на внутреннюю поверхность вторичной оптики или рассеивателя. Сторонники этой технологии полагают, что такие конструкции могут повысить эффективность источников света на 30% по сравнению с традиционными приборами, в которых люминофор наносится непосредственно на поверхность кристалла светодиода.

Сypress представила первые в мире 128–, 64– и 32–мегабитные маломощные микросхемы асинхронной статической памяти с 32–разрядной шиной данных

Cypress Semiconductor представила 128-, 64- и 32-мегабитные микросхемы асинхронной статической памяти (Asynchronous SRAM) семейства MoBL с 32-битной шиной данных. Новые приборы расширяют портфолио микросхем SRAM, включающее высококачественные синхронные, асинхронные и микро-мощные устройства. Новые микросхемы предназначены для использования в телекоммуникационном оборудовании, компьютерах, периферийных устройствах, а также, в потребительской, медицинской и военной аппаратуре. Микросхемы позволят улучшить производительность систем, основанных на современных 32-разрядных ЦСП и ПЛИС.



В перечне микросхем SRAM, выпускаемых Cypress, есть приборы емкостью от 4 кбит до

128 Мбит. Новые микросхемы семейства MoBL объемом 128 Мбит (CY62192ESL), 64 Мбит (CY62182ESL) и 32 Мбит (CY62172ESL) имеют ширину шины данных 32 бита, время выборки 55 нс и могут работать при напряжении питания от 1.7 до 5.5. Эти малопотребляющие асинхронные SRAM изготавливаются по 90-нм КМОП технологии R95 фирмы Cypress и упаковываются в удовлетворяющие требованиям директивы RoHS 119-выводные корпуса BGA с габаритами 14.0 22.0 2.4 мм.

«В приложениях, требующих передачи большого объема данных между SRAM и контроллером, включая видео, аудио и игровые приложения, пропускная способность является ключевым фактором», – сказал Сунил Тэмаран (Sunil Thamaran), старший управляющий подразделения асинхронной памяти Cypress. – «Представляя эти новые 32-разрядные устройства, Cypress демонстрирует свое стремление к постоянному развитию и совершенствованию в этом сегменте рынка. А теперь мы приступаем к разработке новой линейки приборов асинхронной памяти на основе 65-нм технологии, что позволит еще более снизить потребление мощности и добавить расширенные функции, включая схему коррекции ошибок».

Atmel сообщила о внедрении USB интерфейса и прецизионной аналоговой периферии в микроконтроллеры семейства AVR XMEGA

Atmel, лидер в разработке микроконтроллеров, предлагает обновленное семейство 8/16-разрядных микроконтроллеров AVR XMEGA с увеличенной пропускной способностью, самым низким в отрасли энергопотреблением и высокой интеграцией, позволяющей снизить стоимость конечного продукта

Компания Atmel сообщила о включении дополнительных уникальных возможностей в микроконтроллеры семейства AVR XMEGA, имеющих самое низкое энергопотребление в отрасли – 100 нА. Новые микроконтроллеры семейства AVR XMEGA имеют полноскоростной USB интерфейс, быструю и прецизионную аналоговую систему, контроллер прямого доступа к памяти и инновационную систему событий, позволяющей существенно повы-

сить производительность в реальном времени и пропускную способность при минимальной загрузке центрального процессора. Микроконтроллеры позволяют снизить стоимость конечной системы, благодаря высокой интеграции, поддержке сенсорного интерфейса и низкому потреблению.

В состав семейства вошли следующие устройства:

- ATxmega16A4U,
- ATxmega32A4U,
- ATxmega64A3U,
- ATxmega128A3U,
- ATxmega192A3U,
- ATxmega256A3U,
- ATxmega256A3BU.

Отличительные особенности:

- Встроенная прецизионная аналоговая периферия – 12-битный АЦП с усилителем входного сигнала и быстродействием 4 MSPS. Быстрый 12-битный ЦАП с мощным выходным каскадом, наряду с другими аналоговыми функциями, позволяющий сократить количество внешних компонентов.
- Работа в реальном времени – система событий микроконтроллера облегчает передачу данных и сигналов между периферийными блоками со 100% предсказуемостью времени ответа. С целью разгрузки центрального процессора, вся периферия может использовать прямой доступ к памяти.
- Технология Atmel picoPower – микроконтроллеры сохраняют работоспособность при напряжении питания 1.6 В; ток потребления 500 нА с активными часами реального времени.

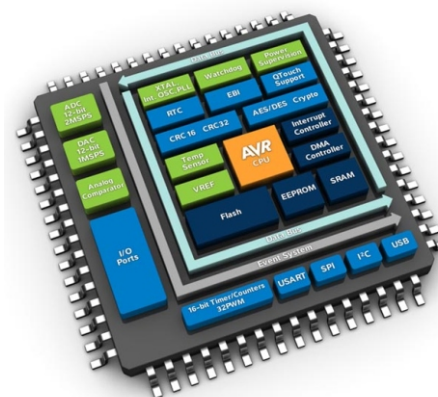


- Высокая интеграция – новые AVR XMEGA содержат модули шифрования AES и DES, до 32-каналов ШИМ, 8 модулей UART, 4 канала интерфейса TWI (I2C) и 4 канала интерфейса SPI, модуль генерирования контрольной суммы и многое другое.
- Подключение по USB интерфейсу – микроконтроллеры поддерживают полноскоростной режим USB, причем, без внешнего кварцевого резонатора, 31 конечную точку и специальную мультипакетную функцию, которая позволяет увеличить скорость передачи данных без загрузки центрального процессора.
- Программные библиотеки AVR – полный комплект программных библиотек драйверов и стеков коммуникационных протоколов позволяют сократить время на разработку устройств.
- Библиотеки Atmel QTouch – программные библиотеки поддержки сенсорного интерфейса позволяют реализовать надежный сенсорный интерфейс (кнопки, слайдеры, колесики).

В новые микроконтроллеры интегрирован полноскоростной USB интерфейс с уникальными функциями, позволяющими сократить количество внешних компонентов и увеличить скорость обмена данными. Наличие в микроконтроллерах AVR XMEGA прецизионного внутреннего генератора позволяет разработчикам не использовать внешний кварцевый резонатор, традиционно требующийся для полноскоростного USB. Компания предоставляет бесплатное ПО для всех классов общих устройств USB в пакете AVR Software Framework.

Все микроконтроллеры имеют встроенную

прецизионную аналоговую периферию. Два 12-битных АЦП имеют программируемый усилитель входного сигнала, что избавляет от необходимости использовать внешние усилители. АЦП сохраняет работоспособность при напряжении питания 1.6 В. Два 12-битных ЦАП могут использоваться в системах, где требуется прецизионный аналоговый выход. Имеются встроенные драйверы, позволяющие управлять мощной нагрузкой без использования внешних драйверов.



Новые осциллографы Tektronix имеют полосу пропускания 33 ГГц и наивысшую в отрасли точность измерения

Dan Romanchik

Эти приборы обеспечивает наивысшую в отрасли точность измерений при исследовании высокоскоростных оптических, радиочастотных и последовательных каналов передачи данных на скоростях до 20 ГГц и более.

Чтобы создать осциллограф со столь высокими характеристиками, Tektronix использовала технологический опыт фирмы IBM в области изготовления SiGe приборов, объединив на

одном кристалле СВЧ транзисторы и стандартные КМОП схемы. Такая комбинация позволила получить самое малое в отрасли время нарастания и самый низкий уровень шума.

Новые осциллографы побили множество рекордов:

- Частота выборки в реальном времени 100 Гвыб/с в 2-канальном и 50 Гвыб/с в 4-канальном режиме при аналоговой полосе пропускания 33 ГГц.
- Лучшее в отрасли время нарастания, позволяющее измерять параметры сигналов с временем нарастания менее 20 пс.
- Лучшая в отрасли чувствительность – 62.5 мВ на экран (6.25 мВ/дел) для наблюдения сигналов с малой амплитудой, в частности, LVDS.

В новых осциллографах усовершенствованы возможности обработки данных с помощью процедуры DataStore. В сочетании со средствами сторонних разработчиков, такими, как языки MATLAB или Microsoft.NET, пользователи теперь имеют возможность подключать алгоритмы обработки осциллограмм непосредственно к приложениям осциллографа и системы отображения. Tektronix ожидает, что это повысит производительность труда при использовании осциллографов в режимах с подключаемыми пользовательскими фильтрами.

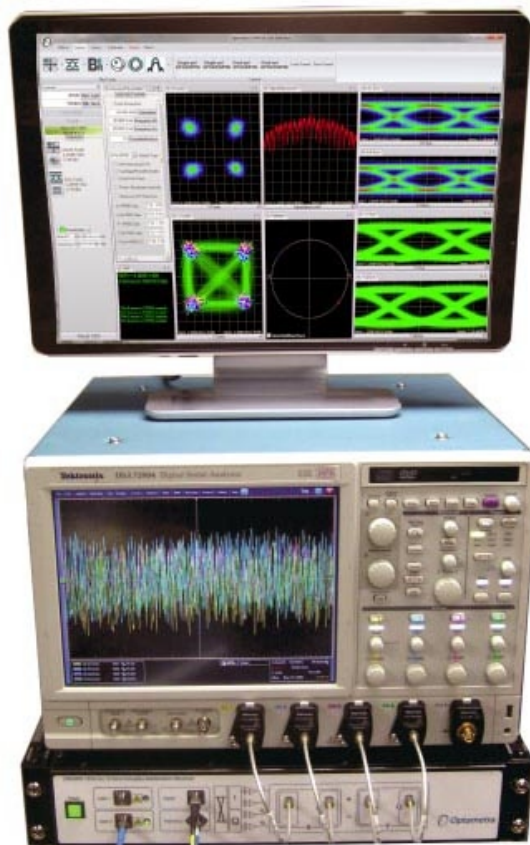
Для подачи сигналов на вход осциллографа

Tektronix предлагает каналный интерфейс TekConnect™ с полосой пропускания 33 МГц, позволяющий использовать адаптеры 2.92 мм и высококачественные пробники малогабаритными головками для гибкого и надежного подсоединения к исследуемой схеме.

Одной из областей применения новых осциллографов является конструирование ПЛИС. Так, например, в последние поколения ПЛИС, изготавливаемые по 28-нм технологии, Altera интегрирует трансиверы со скоростью обмена 28 Гбит/с. Осциллографы предоставляют разработчикам инструмент точных исследований этих трансиверов при проверке проектов.

По мнению Tektronix, осциллографы будут полезны и разработчикам волоконно-оптических систем. DPO/DSA70000D в 4-канальном режиме обеспечивает точность, достаточную для анализа сигналов с PM-QPSK модуляцией. Для визуализации и измерения оптических сигналов с PM-QPSK, QAM16 или иными видами сложной модуляции, в осциллографах серии 70000D используется Когерентный Анализатор Световых Сигналов фирмы Optametra, которая недавно была приобретена Tektronix.

Массовые поставки осциллографов моделей DPO/DSA70000D начнутся с 4 кв. 2011 г. Будут доступны две модели с полосой пропускания 33 ГГц – DPO73304D и DSA73304D, и две модели с полосой пропускания 25 ГГц – DPO72504D и DSA72504D. Рекомендуемая производителем розничная цена начинается от \$202,000.



MEMS-акселерометры – фантазии и реальность

Harvey Weinberg, Analog Devices



Как специалисты по применению компактных, дешевых и чувствительных к гравитации iMEMS акселерометров ADI, мы слышали множество креативных идей о том, как можно использовать акселерометры в пользовательских приложениях, но иногда эти предложения нарушают законы физики! Здесь мы оценим некоторые из идей, от возможных до неосуществимых, по следующей шкале:

- **Реальность** – реальное приложение, которое действительно работает на сегодняшний день и используется в производстве.
- **Фантастика** – приложение, которое может стать возможным при значительном усовершенствовании технологии.
- **Утопия** – практическая реализация приложения, по нашему мнению, нарушает законы физики.

Балансировка загрузки стиральной машины



Несбалансированная загрузка в течение цикла высокоскоростного вращения стиральной машины является причиной тряски и, если машина не закреплена, то она может даже начать «ходить» по полу. Акселерометр улавливает ускорение во время цикла вращения. Если присутствует разбаланс, стиральная машина перераспределит нагрузку, подергивая барабан назад и вперед, и далее пока загрузка не сбалансируется.

Реальность. Лучший баланс загрузки позволяет достичь более высокой скорости вращения, что позволяет выжимать большее количество воды из одежды, делая процесс сушки более энергоэффективным – а это соответствует тенденции нашего времени. Кроме того, меньше механических элементов требуется для торможения барабана, что делает общую систему легче и дешевле. Такая эксплуатация продляет время жизни трансмиссии и подшипников, так как на двигатель действуют меньшие пиковые нагрузки.

Это приложение используется в производстве.

Мониторинг состояния установок



Во многих отраслях промышленности замена и ремонт машинного оборудования производятся в соответствии с графиком планово-предупредительных ремонтов. Это особенно важно в приложениях, для которых недопустим незапланированный простой. Преждевременный ремонт оборудования со значительным сроком службы часто обходится в миллионы долларов. Установка акселерометров на подшипниках или другом вращающемся оборудовании, поможет увеличить срок службы без риска внезапного сбоя. Улавлива-

емая акселерометром вибрация подшипников или другого вращающегося оборудования позволяет определить их состояние.

Реальность. Анализ характера вибрации подшипников для определения их состояния – хорошо обоснованный и используемый в промышленности метод эксплуатации оборудования, но для точности измерения необходим широкий рабочий частотный диапазон. До появления ADXL001 стоимость акселерометров и связанной с ними аппаратуры преобразования сигналов была слишком высока. Сейчас его широкая полоса частот (22 кГц) и встроенная схема преобразования сигнала делает ADXL001 идеальным решением для низкочастотного обслуживания подшипников.

Автоматическое выравнивание.



Акселерометры измеряют абсолютный наклон объекта, такого как большая машина или дом на колесах. Микроконтроллер, используя информацию об угле наклона, автоматически выравнивает объект.

Между реальностью и фантастикой (в зависимости от приложения). Самовыравнивание – очень требовательное приложение, так как для него требуется абсолютная точность. Поверхностные микромеханические акселерометры имеют впечатляющее разрешение, но измерение абсолютного наклона с большой точностью (лучше, чем 1°) требует такой тем-

пературной стабильности, и таких характеристик гистерезиса, какие для сегодняшних поверхностных микромеханических акселерометров еще недостижимы. В приложениях с более скромным температурным диапазоном высокая стабильность акселерометра, такого как ADXL2035, будет вполне приемлема. Приложениям, требующим точность до $\pm 5^\circ$ в широком температурном диапазоне, он так же подойдет. Тем не менее, более точное выравнивание в широком диапазоне температур требует внешней температурной компенсации. Хотя, даже с внешней температурной компенсацией трудно достичь абсолютной точности лучше, чем $\pm 0.5^\circ$.

Некоторые подобные приложения уже применяются в промышленности.

Пользовательский интерфейс для мобильных телефонов.



Акселерометры позволяют микроконтроллеру распознавать движения пользователя для осуществления управления мобильным устройством одной рукой.

Реальность. Экраны мобильных телефонов «съедают» большую часть доступной для управления

площади. Использование акселерометров для реализации функции взаимодействия с пользователем позволяет изготовителям

мобильных телефонов добавить такие «бескнопочные» функции, как касание/двойное касание (имитация щелчка/двойного щелчка мышью), поворот дисплея, прокрутка посредством наклона и контроль звонка, с учетом ориентации в пространстве – это лишь немногие функции. Кроме того, изготовители мобильных телефонов могут использовать акселерометры для повышения точности и практичности функций навигации и других новых приложений.

Подобные приложения уже имеются в промышленности.

Персональная навигация



В этом приложении положение определяется благодаря точному расчету траектории (двойной интеграл от ускорения по времени определяет фактическое местоположение).

Утопия. Для долгосрочных результатов интегрирования характерна большая ошибка измерений, вызванная накоплением маленьких ошибок измерения ускорения. Двойное интегрирование усугубляет ошибку. Без переустановки фактического местоположения время от времени, накопленная ошибка будет огромной. Это аналогично построению интегратора простым подключением конденсатора к выводам операционного усилителя. Даже, если

точность акселерометров возрастет в десять или сто раз, по сравнению с доступной на сегодняшний день, накапливаемая ошибка будет абсолютно недопустимой.

Акселерометры могут использоваться совместно с системами GPS навигации, в те периоды, когда сигналы GPS ненадолго отсутствуют. Короткие периоды интегрирования (минута или около того) могут дать удовлетворительные результаты, а продуманные алгоритмы помогут обеспечивать хорошую точность, используя альтернативные методы. При ходьбе, например, тело перемещается вверх и вниз с каждым шагом. Акселерометры могут использоваться при создании очень точных шагомеров, способных измерять пройденное расстояние с точностью $\pm 1\%$.

Лыжное крепление



Акселерометр измеряет суммарную энергию удара и принимает решение о том, должно ли крепление быть раскрыто.

Фантастика. Механические лыжные крепления сильно эволюционировали, но ограничены в функциональности. Результат измерения удара, испытанного

лыжником, определяет, должны ли крепления раскрыться. Интеллектуальные системы помогут принимать во внимание возможности и физиологию каждого отдельного человека. Это практическое приложение с акселерометром, но текущее состояние аккумуляторных технологий делает его непрактичным. Небольшие, легкие батареи, способные работать при низких температурах, в конечном счете, сделают это приложение реальным.

Сервоуправление сабвуфером



Акселерометр монтируется на конусе сабвуфера, обеспечивая позиционную обратную связь к системе автоматической компенсации искажений.

Реальность. Несколько активных сабвуферов с сервоуправлением уже имеется на рынке. Сервоконтроль способен

существенно уменьшить гармонические искажения и сжатие мощности. Сервоуправление может, так же, с помощью электроники уменьшить добротность системы динамики/корпус, позволяя использовать меньшие корпуса. ADXL193 – маленький и легкий, его масса, добавленная к конусу динамика не изменяет сколько-нибудь существенным образом общие акустические характеристики.

Глушение шумов автомобиля



Акселерометр измеряет низкочастотную вибрацию в салоне; активная система подавления шумов компенсирует ее, используя динамики стереосистемы.

Утопия. Хотя акселерометр без проблем способен улавливать вибрацию в салоне, подавление шума является процессом, зависимым от фазы. Конечно, мы можем устранить шум в одном определенном месте (например, вокруг головы водителя), но он, вероятно, возрастет при этом в других местах.

Автомобильная сигнализация



Акселерометр почувствует, если машина будет подниматься домкратом или эвакуатором, и включит сигнализацию.

Реальность. Один из наиболее популярных методов угона автомобиля – это кража его с помощью эвакуатора. Стандартные автосигнализации не защищают от этого. Вибродатчик не может измерять изменения угла наклона, а системы отключения зажигания бесполезны. Этому приложению дает преимуще-

ство высокая разрешающая способность ADXL213. Если акселерометр контролирует изменение наклона больше чем на 0.5° в минуту, сработает сигнализация, которая, надо надеяться, отпугнет вора. Необходима хорошая стабильность по температуре, так как никто не хочет, чтобы его сигнализация сработала из-за изменения погоды, что делает высокую стабильность ADXL213 идеальным выбором.

Это приложение уже имеется на рынке автомобильных противоугонных систем.

Нейромускульная стимуляция



Это приложение поможет людям, потерявшим контроль над их ослабленными мышцами ног, ходить, благодаря стимуляции мышц в нужные моменты времени.

Реальность. При хождении стопа, как правило, поднимается, когда голень перемещается вперед и затем опускается при движении голени назад. Акселерометр носится где-нибудь на более слабой ноге или ступне, где он чувствует положение голени. Подходящие мускулы электрически стимулируются, для того чтобы, согнуть ступню так, как необходимо. Это классический

пример того, как микромеханические акселерометры могут помочь людям. Более ранние модели использовали жидкостные датчики наклона или движущийся шарикоподшипник (выполняющий роль переключателя), чтобы определить положение ноги. Жидкостные датчики наклона имели проблемы из-за плескания жидкости, так что было возможно только медленное хождение. Шарикоподшипниковые переключатели легко сбивались при хождении по холмам. Акселерометр измеряет различие между передней и задней поверхностью ноги, так что холмы не сбивают систему и никакой проблемы плескания жидкости не существует. Низкое энергопотребление акселерометра позволяет системе работать от небольшой литиевой батареи, что делает полную систему малогабаритной.

Подобные системы уже производятся.

Заключение

Благодаря своей высокой чувствительности, маленькому размеру, низкой стоимости, прочному корпусу и способностью измерять как статические, так и динамические силы, поверхностные микромеханические акселерометры могут быть использованы в огромном числе приложений, даже в тех, для которых никогда не предусматривались. Воображение разработчиков, кажется, будет единственным

ограничивающим фактором в области возможных применений, но иногда разработчики становятся слишком мечтательны! И хотя характеристики акселерометров постоянно улучшаются, способствуя появлению новых приложений, будет целесообразным оставаться в стороне от «решений», нарушающих законы физики.

Применение микросхем фирмы STM для экономичных усилителей звуковых частот



Юрий Петропавловский

Микросхемы для экономичных усилителей (ЭУ) звуковых частот выпускают многие изготовители полупроводниковых приборов. В их каталогах они позиционируются для применения в плоскпанельных телевизорах, DVD ресиверах, мобильных телефонах и «гаджетах», автомобильной аппаратуре, в беспроводных акустических системах и т.п. Под ЭУ здесь понимаются усилители, работающие в различных импульсных или специальных режимах (G, H) и обеспечивающие высокую эффективность (КПД). Чтобы выяснить реальную картину применимости ЭУ в серийной аппаратуре ведущих производителей автором была проанализирована техническая документация нескольких десятков стационарных CD/DVD/SACD ресиверов, в том числе из комплектов домашних кинотеатров, в обзор вошла аппаратура разработки 2002-2008 гг. В результате анализа выяснилось, что ЭУ в данной категории аппаратуры активно применяют фирмы JVC, LG, PHILIPS, SAMSUNG, SONY и некоторые другие. В сделанной выборке моделей аппаратуры ЭУ базируются в основном на микросхемах фирм NXP, STM, TI, в ряде современных CD/DVD/SACD ресиверах SONY

используются собственные микросхемы цифровых усилителей (CXD9702, 9750, 9774, 9775, 9833 и др.).

Компания STM выпускает микросхемы для ЭУ трёх групп:

- усилители класса D с напряжением питания меньше 5 В (TS2007, TS2012, TS4961, TS4962 и др.);
- усилители класса D с напряжением питания больше 5 В (TDA7480-7482, 90, 91);
- цифровые усилители (STA500, 505, 506, 508, 515...518 и др.).

Рассмотрим параметры и особенности применения некоторых из перечисленных микросхем.

Микросхема TDA7491 разработки 2008г выпускается в 4-х исполнениях: HV, LP, MV, P, все исполнения выполнены в специализированных корпусах PowerSSO-36 и предназначены для использования в ЖК телевизорах и мониторах. Микросхема TDA7491HV является вдвоенным мостовым усилителем класса D с выходной мощностью 20 Вт + 20 Вт. TDA7491LP – также усилитель класса D с выходной мощностью 5 Вт+5 Вт. TDA7491MV –

мостовой моно усилитель с Рвых 25 Вт. TDA7491P – сдвоенный мостовой усилитель с Рвых 10 Вт + 10 Вт. Схема включения и нуме-

рация выводов исполнений HV, LP, P приведена на Рис. 1. Перечислим назначения выводов микросхем этих исполнений:

2, 3 и 16, 17	Положительные выходы ШИМ сигналов правого и левого каналов
8,9 и 10, 11	Отрицательные выходы ШИМ сигналов правого и левого каналов
6, 7 и 12, 13	Напряжения питания правого и левого каналов
19, 26	Выходы внутренних стабилизаторов напряжения 3.3 В
20	Вход включения микросхемы в дежурный режим
21	Вход включения режима блокировки
22, 23 и 32, 33	Дифференциальные входы (подаются звуковые аналоговые сигналы)
24	Вывод для подключения времязадающей цепи внутреннего генератора
25	Вход для подключения внешнего тактового генератора
30, 31	Входы установки коэффициента усиления микросхемы

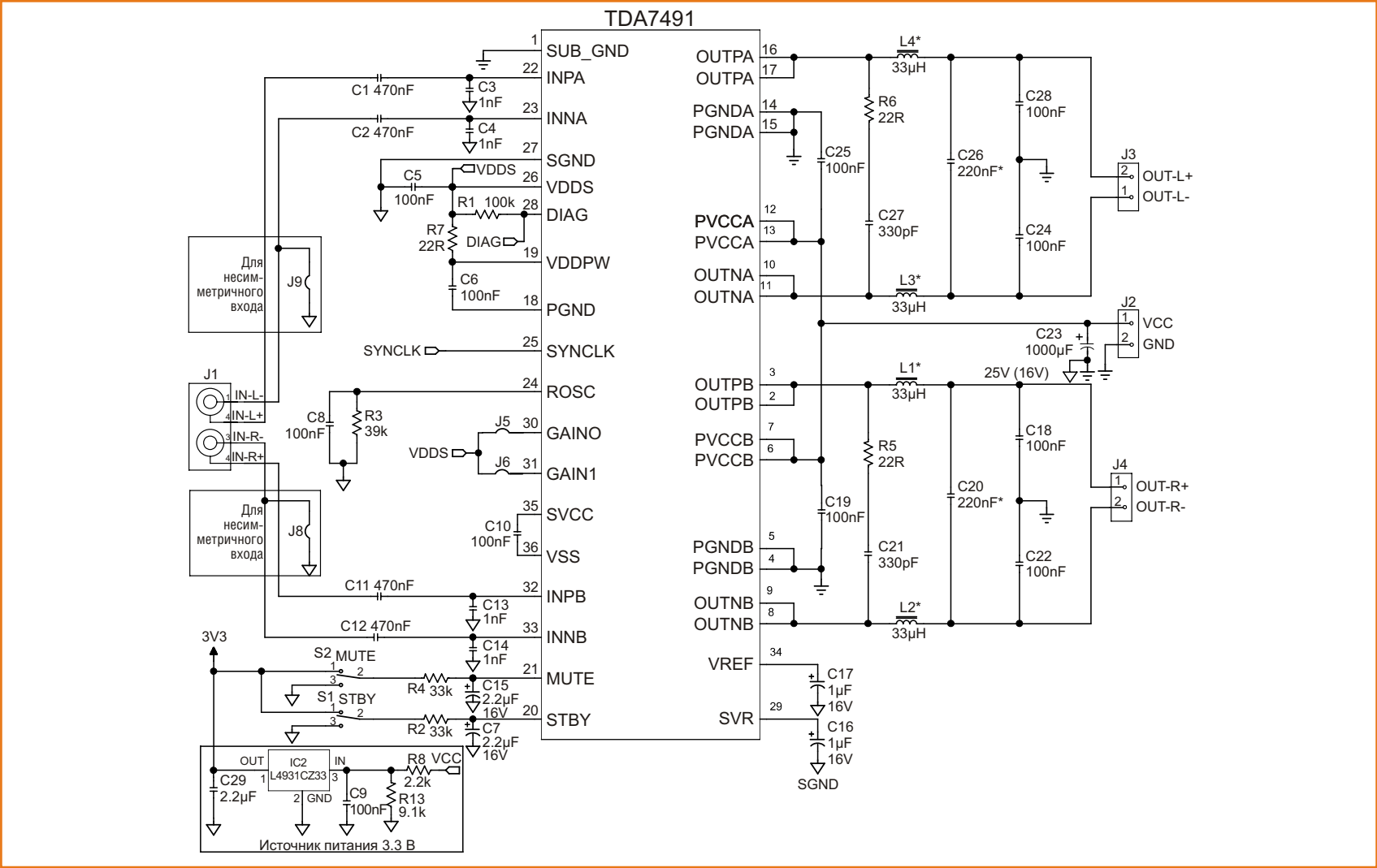


Рисунок 1. Типовая схема включения микросхемы TDA7491P.

Основные параметры исполнения HV:

- выходная мощность – 20 Вт + 20 Вт при КНИ=10%, напряжении питания 18 В на нагрузке сопротивлением 8 Ом;
- диапазон напряжений питания – (5...18) В,
- эффективность не менее 90%;
- ток потребления:
 - на холостом ходу – не более 35 мА,
 - в дежурном режиме – не более 5 мА;
- сопротивление каналов открытых выходных полевых транзисторов ($R_{DS(on)}$) – 0.2 Ом;
- КНИ (THD) – 0.1% при $P_{вых} = 1$ Вт;
- коэффициенты усиления (переключаемые) – 18, 24, 28, 30 дБ;
- уровень шума, приведённый к входу – 25 мкВ в полосе 22 Гц...22 кГц;
- подавление флюктуаций источника питания (SVRR) – 50 дБ;
- частота внутреннего тактового генератора – (290...330) кГц.

Коэффициент нелинейных искажений микросхемы резко увеличивается при превышении определённого уровня выходной мощности сигнала, на Рис. 2 приведена зависимость КНИ + шум от $P_{вых}$ при напряжении питания 18 В на нагрузке 8 Ом и частоте сигнала 1 кГц.

При проектировании ЭУ, рассчитанных на другие сопротивления нагрузки необходимо изменять параметры выходных фильтров L1...L4, C20, C26:

- $R_{нагр.} = 4$ Ом – 15 мкГн/0.47 мкФ,
- $R_{нагр.} = 6$ Ом – 22 мкГн/0.22 мкФ,
- $R_{нагр.} = 16$ Ом – 68 мкГн/0.22 мкФ.

Установка режимов блокировки (Mute), рабочего (Play) и дежурного (Standby) производится сигналами управления лог. «0», «1» на выводах 20, 21:

- «0»/любое – Standby,
- «1»/ «0» – Mute,
- «1» / «1» – Play (уровень лог. «1» – 3.3 В).

Частота внутреннего тактового генератора может быть изменена и определяется форму-

лой $f_{SW} = 10^6 / (64R3 + 440)$ кГц, ($R3$ в кОм).

Отличающиеся параметры исполнения LP:

- выходная мощность – 5 Вт + 5 Вт при КНИ=10%, напряжении питания 9 В на нагрузке 8 Ом;
- диапазон питающих напряжений – (5...14) В.

Исполнение P:

- выходная мощность – 10 Вт + 10 Вт при КНИ=10%, напряжении питания 11 В на нагрузке 6 Ом;

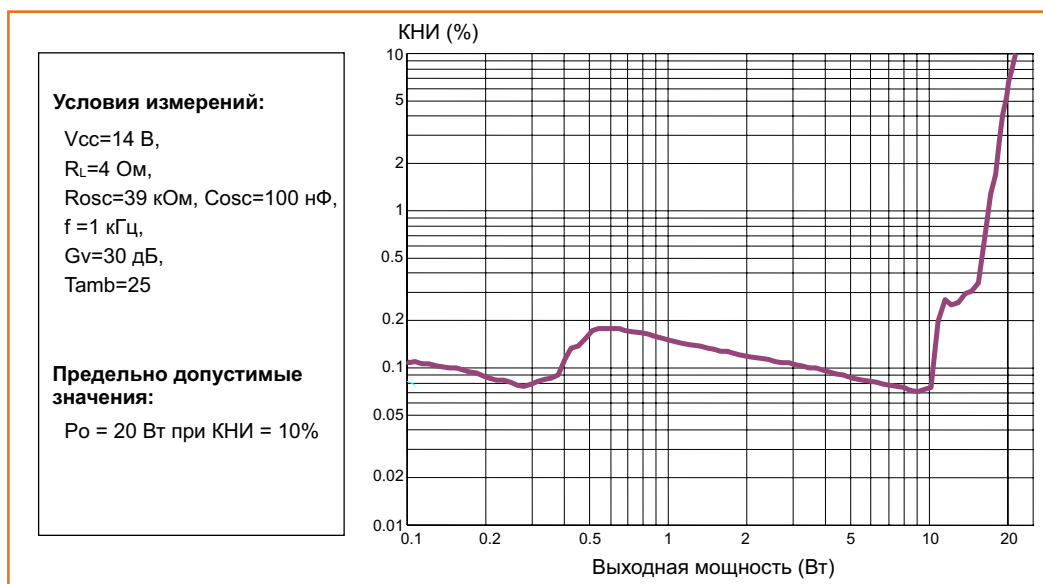


Рисунок 2. Зависимость КНИ от выходной мощности на частоте 1 кГц.

- диапазон питающих напряжений – (5...18) В;

Цифровые усилители STM фактически являются мощными импульсными усилителями ШИМ сигналов, термин Digital Amplifiers используется для обозначения того факта, что использование таких усилителей в системах, выполненных по технологии DDX обеспечивает полностью цифровую структуру устройств «от входа до выхода». В CD/DVD ресиверах, выполненных по технологии DDX, обработка цифровых звуковых сигналов осуществляется без использования ЦАП, цифровые сигналы с DSP процессора проигрывателя дисков поступают на преобразователь «цифра/ШИМ» (нередко находящийся в том же DSP). Возможна подача на усилители внешних цифровых и аналоговых звуковых сигналов (через АЦП).

Задачей цифровых ЭУ является усиление мощности ШИМ сигналов подаваемых, на громкоговорители.

В серийной бытовой аппаратуре ряда ведущих производителей весьма широко используются цифровые микросхемы компании STM для ЭУ STA505, 506, 508, выполненные по одной структурной схеме и в одинаковых корпусах PowerSSO36 (отличия касаются в основном выходной мощности микросхем).

Рассмотрим особенности применения и параметры более современных микросхем STA516B (разработка 2007 г), также выполненных в корпусах PowerSSO36.

Включение микросхемы по схеме Dual BTL приведено на Рис. 3.

Назначения выводов микросхемы:

2,3, 8,9 и 10,11, 16,17	Мостовые выходы левого и правого каналов
4,7, 12, 15	Выводы для подачи напряжения питания
21, 22	Выход стабилизатора +5 В
23	Вход для установки каскадов в состояние лог. «1»
24	Вход установки конфигурации схемы
25	Вход включения дежурного режима
26	Вход установки высокого сопротивления выходных полевых транзисторов
29, 30 и 31, 32	Дифференциальные входы

Микросхема может быть использована в трёх режимах:

- Quad SE (4 канала),
- Dual BTL (2 канала),
- Single BTL (один канал)

Основные параметры микросхемы:

- сопротивление сток/исток открытых ключевых транзисторов ($R_{DS(on)}$) – не более 0.24 Ом;

- выходная мощность:

- в конфигурации SE 160 Вт + 160 Вт при КНИ=10%, напряжении питания 50 В на нагрузке 8 Ом;
- в конфигурации BTL 320 Вт при КНИ=10% при напряжении 50 В на нагрузке 4 Ом;

- напряжение питания ($V_{CC1/2}$) – (10...52) В;

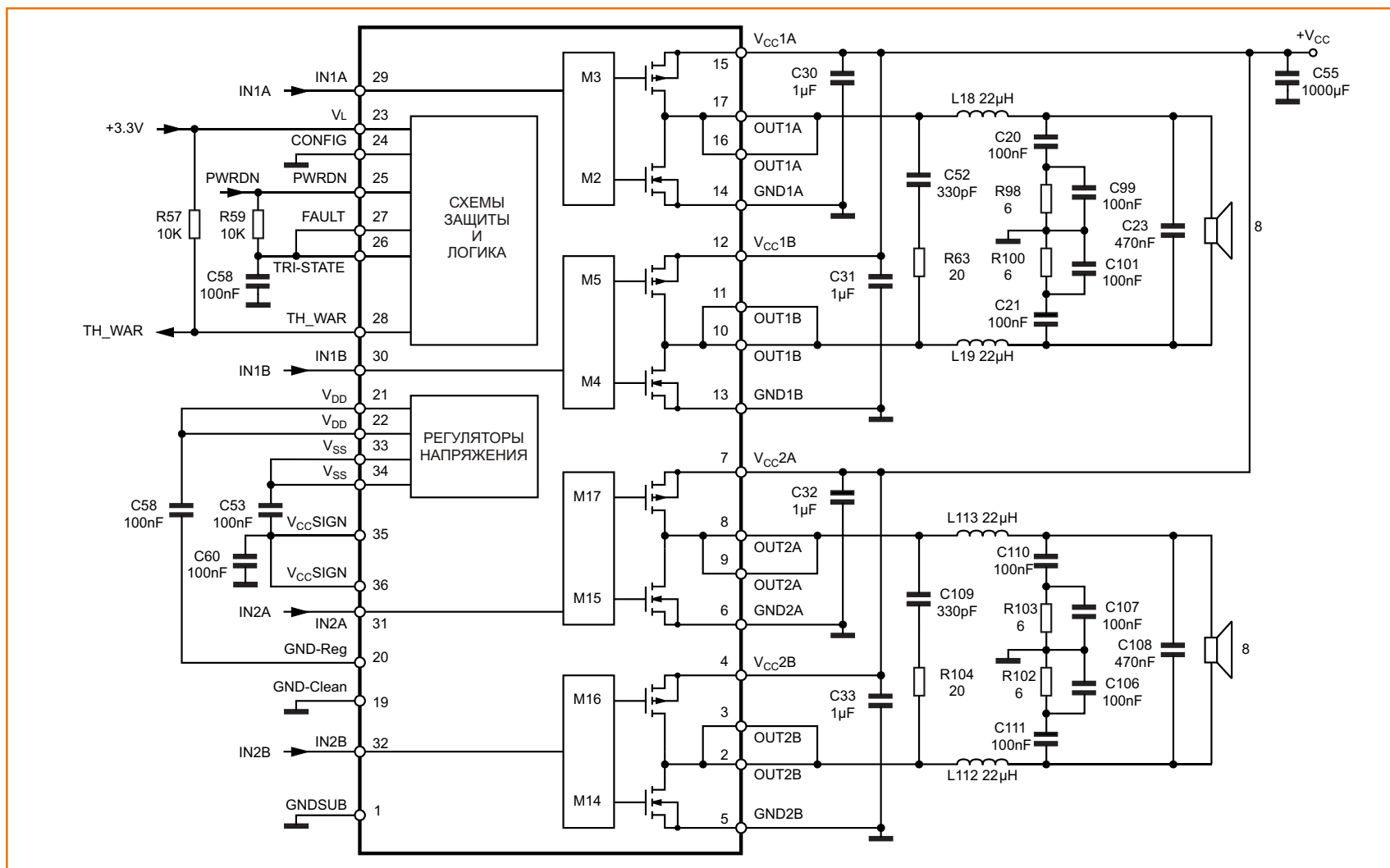


Рисунок 3. Включение микросхемы STA516B по схеме Dual BTL.

- максимальный ток стока ключевых транзисторов 6 А;
- время включения/выключения (t_R , t_F) – не более 25 нс;
- время задержки включения/выключения ($t_{D ON}/t_{D OFF}$) – не более 100 нс;
- минимальная длительность выходных импульсов – (25...40) нс.

Отличия микросхемы STA517B:

- выходная мощность:
 - в конфигурации SE 175 Вт + 175 Вт при КНИ=10%, напряжении питания 54 В на нагрузке 8 Ом,

- в конфигурации Single BTL – 350 Вт при КНИ=10%, напряжении питания 54 В на нагрузке 4 Ом;

- напряжение питания (10...56) В.

Отличия микросхемы STA515:

- выходная мощность:
 - 20 Вт 4 канала при напряжении питания 26 В на нагрузке 4 Ом;
 - 40 Вт + 40 Вт (26 В, 8 Ом);
 - моно – 60 Вт (32 В, 8 Ом) при КНИ=10%;
- напряжение питания – (10...36)В;

- максимальный ток стока выходных полевых транзисторов 3 А.

При проектировании ЭУ на микросхемах STM серии STA... необходимо тщательно

выбирать напряжение питания и величину максимальной выходной мощности усилителей, с целью недопущения резкого роста искажений (см. Рис. 2).

Использованные термины и сокращения

DDX – Direct Digital Amplification, технология цифрового воспроизведения звука без линейных аналоговых звеньев, разработана фирмой Arogee Technology, Inc. Основные отличия усилителей DDX от усилителей класса D: на входы усилителей DDX подаются импульсные ШИМ сигналы (на ЭУ класса D подаются аналоговые звуковые сигналы); выходные каскады ЭУ DDX работают в мостовом режиме BD, что обеспечивает импульсное демпфирование подвижной системы громкоговорителей (Damped Ternary Modulation). В промежутках между информационными импульсами выходные каскады замыкают звуковые катушки малым сопротивлением Rds ON открытых выходных полевых транзисторов.

SE (Single-ended)

– усилитель с несимметричным выходом.

BTL (Bridge-tied load)

– усилитель с мостовым подключением нагрузки.

Основы формирования и обработки изображений

Brian Dipert, Principal, Sierra Media

Получающие все большее распространение полупроводниковые формователи изображений, находят применение в цифровых фото- и видеокамерах, мобильных телефонах и планшетных ПК, ноутбуках и многофункциональных компьютерах, а так же в автономных дисплеях, периферийных устройствах, игровых консолях и других системах. Они пытаются имитировать способности захвата и обработки фотонов сетчаткой человеческого глаза (Рисунок 1).

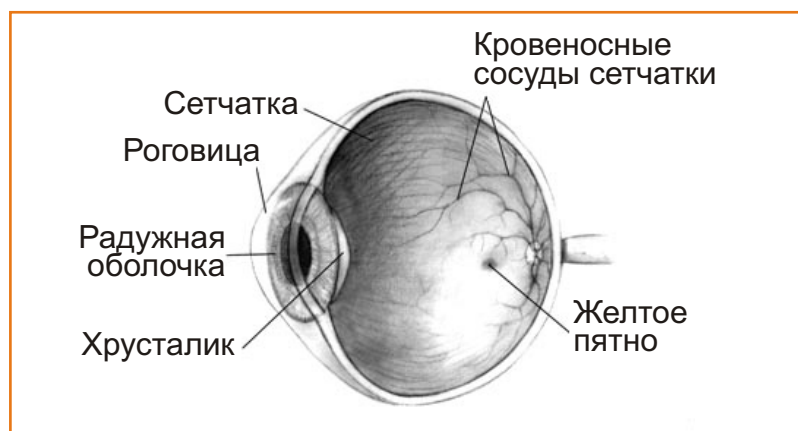


Рисунок 1.

При этом светочувствительная ткань сетчатки объединяет в себе два набора клеток зрительных рецепторов: палочки для полутонового измерения яркости и колбочки для восприятия цвета. В противоположность глазу,

датчики изображения основаны на едином массиве фотодиодов и связанной с ним электронной схемы, чувствительных ко всему видимому спектру частот. Традиционно, изготовители датчиков и связанных с ними процессоров обработки информации устраняли этот функциональный разрыв путем размещения перед пикселями датчика многоцветного массива фильтров. Самая распространенная комбинация фильтров, так называемый фильтр Байера, названный по имени его изобретателя Брайса Байера (Bryce E. Bayer) из компании Eastman Kodak, использует цветофильтры красного, зеленого и синего цветов, с удвоенным количеством зеленых элементов (по сравнению с двумя другими цветами), вследствие

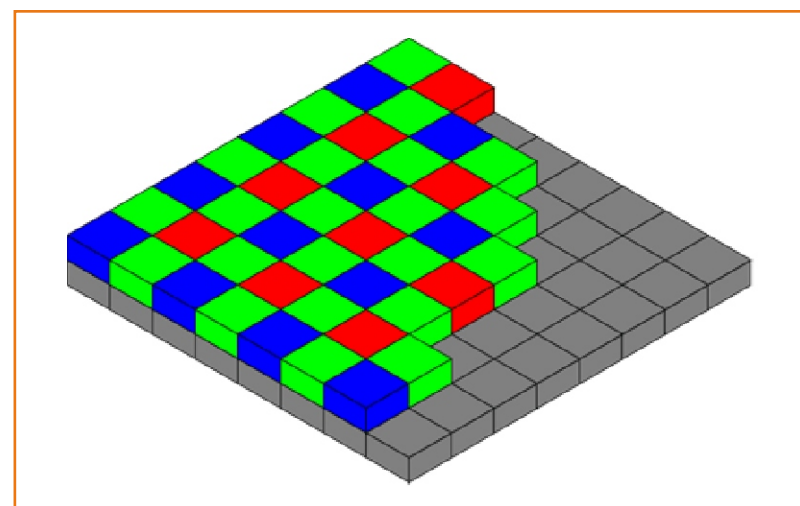


Рисунок 2.

большей чувствительности человеческого глаза к зеленой составляющей спектра (Рисунок 2).

Обработка изображения после захвата включает в себя интерполяцию приближения информации о полном спектре отдельного пикселя, выполняемую на основе спектральных данных, полученных каждым пикселем и окружающими его соседями. В более поздних разработках Kodak и других компаний добавлена некоторая часть широкополосных фильтров, меняющих разрешающую способность в условиях низкой освещенности, и еще несколько датчиков, вместо использования СМΥК субтрактивных цветофильтров. Датчик изображения X3, разработанный Foveon (в настоящее время принадлежащий Sigma), вместо этого, базируется на меняющейся глубине поглощения различных световых частот внутри полупроводникового основания с последовательно расположенными фотодиодами, захватывающими красный, зеленый и синий участки спектра в пределах размеров поверхности каждого пикселя (Рисунок 3).

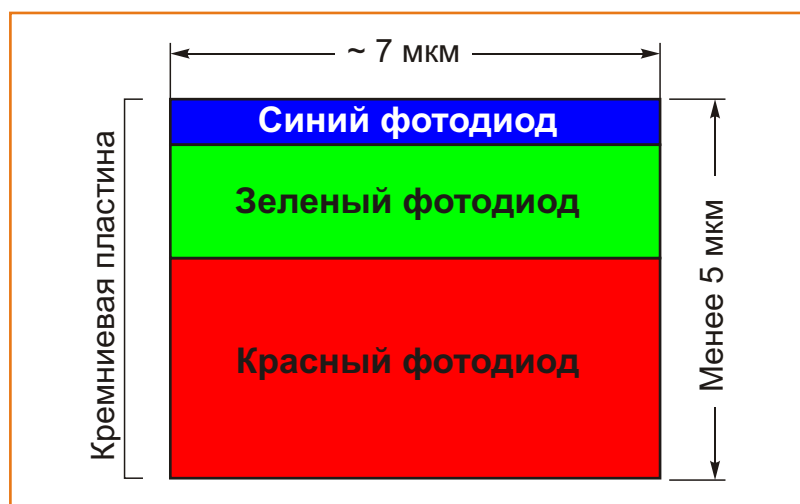


Рисунок 3.

Вплоть до недавнего времени, самыми распространенными были датчики изображе-

ния на основе приборов с зарядовой связью (ПЗС).

ПЗС до сих пор находят применение в приложениях с ультравысоким разрешением в условиях сверхслабой освещенности, таких как астрофотография. Однако они требуют специальных технологий обработки полупроводников, которая не только значительно дороже обычной КМОП альтернативы, но и ограничивает возможности схем, которые могут быть интегрированы на кристалл после датчика.

По существу, быстрое распространение КМОП сенсоров началось после того, как их разрешение достигло требуемых значений, а массовое производство стало экономически эффективным. Так Wikipedia кратко отмечает:

APS (APS – сенсоры с активными пикселями) системы позволяют решать проблемы скорости и масштабируемости сенсоров с пассивными пикселями. Как правило, они потребляют меньше энергии, чем ПЗС, имеют меньшее запаздывание изображения и требуют меньших производственных мощностей. В отличие от ПЗС, APS могут совмещать функции датчика и системы обработки изображения в одной интегральной схеме. КМОП типы APS датчиков, как правило, подходят для приложений, которым важна компоновка, управление питанием и аппаратная обработка данных.

Расположение пикселей КМОП сенсоров допускает одновременный произвольный поиск и считывание данных. Датчики обычно выпускаются в вариантах конфигурации схемы по четыре, три и два транзистора на пиксель (Рисунки 4а, 4б, 5).

При больших размерах пикселей часто требуется установка перед сенсором фильтров подавления шумов, выполняющих

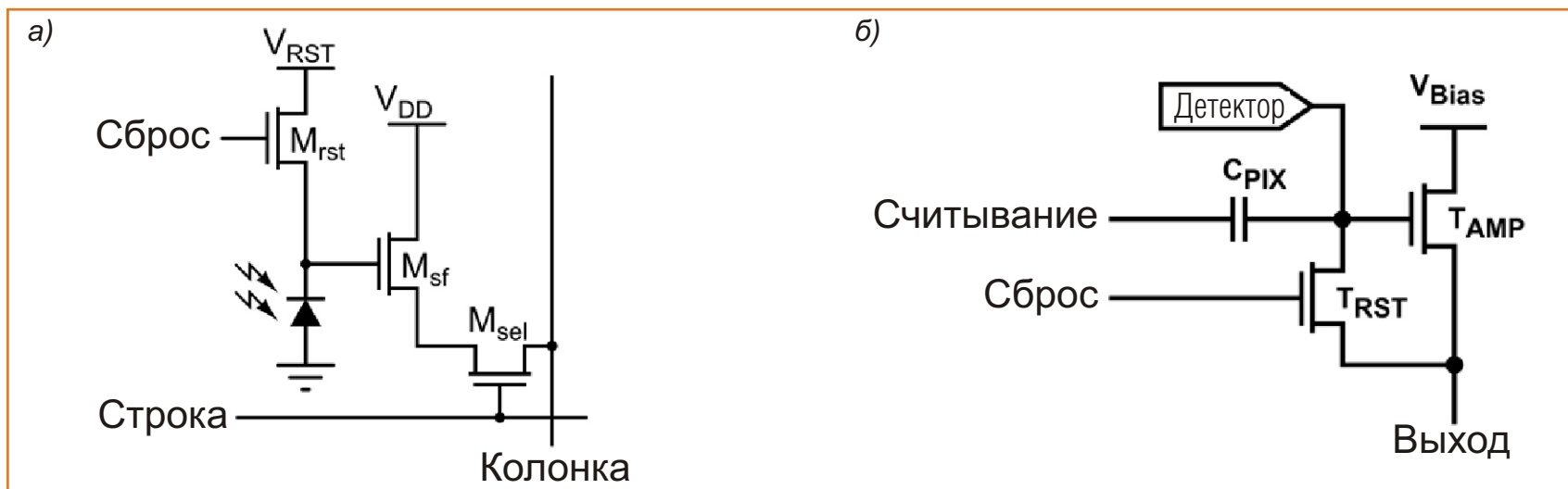


Рисунок 4.

роль, аналогичную их эквивалентам в обработке аудио сигналов: они немного «размывают» изображение, захваченное датчиком, для того чтобы компенсировать его за пределами оптически разрешенной спектральной чувствительности намного выше частоты Найквиста $1/(2 \cdot \text{расстояния между пикселями})$. Эффект наложения сигналов часто проявляется в виде муара на границах участка изображения, содержащего высокочастотные повторения, как например оконная решетка и плотно структурированные узоры. Альтернативные структуры пикселей, такие как ранее упомянутые датчики Foveon, в меньшей степени, чем в случае с обычными датчиками,

нуждаются в снижающей разрешающую способность сглаживании, так как их отдельные пиксели уменьшаются в размерах.

В соответствии с законом Мура, размеры пикселей постоянно уменьшаются, делая возможным с течением времени увеличение эффективного разрешения. При этом, однако, уменьшается чувствительность датчика при низкой освещенности, вследствие снижения способности каждого пикселя собирать достаточное количество фотонов в заданный промежуток времени. Этот нежелательный компромисс особенно очевиден в устройствах с низким уровнем заполнения, где фотодиод занимает лишь небольшую часть площади каждого пикселя.

Для частичной компенсации этого нежелательного эффекта производители часто ставят над поверхностью пикселей массивы микролинз (Рисунки 6а и 6б).

«Загибая» лучи света, падающие на датчик, каждая микролинза позволяет связанному с ней фотодиоду захватить как можно больше информации.

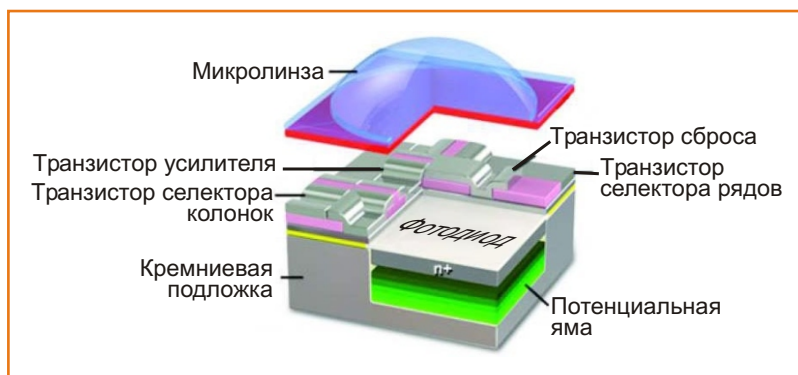


Рисунок 5.

Обработка изображения после его захвата является настолько же важным фактором в поддержании возможностей камеры в условиях низкой освещенности, как и, привлекательное для большинства потребителей, увеличение числа пикселей. Ключом к возможностям алгоритма обработки является различие между полезным сигналом и нежелательным шумом, и последующее усиление первого и игнорирование (или подавление) последнего. Компенсация недостаточной освещенности является одним из наиболее важных аспектов обработки изображения процессором, чему способствуют, отчасти, различные режимы работы, поддерживаемые современными камерами: «спорт», который уделяет первостепенное внимание высоким скоростям затвора; «пейзаж», в котором акцент делается на длительной глубине выдержки; «снег», компенсирующий яркие фоны и т. д. Но, даже в наиболее часто используемом режиме «автоматически», пользователи все-таки ожидают высоких результатов, что требует, например, от процессора обработки изображений выжать максимум выдержки, когда он обнаружит высокую скорость движения в кадре (например, маленьких детей и т. п.).

На процессор обработки изображений так же возложена задача управления светодиодной вспышкой и различными функциями объектива, такими как апертура, оптическое увеличение и фокус. Традиционные схемы автофокусировки, как и в случае с экспозицией, основывались на точечно-, центрально-взвешенных и полноэкранных алгоритмах усреднения. Появившиеся совсем недавно, камеры способны распознавать человеческие

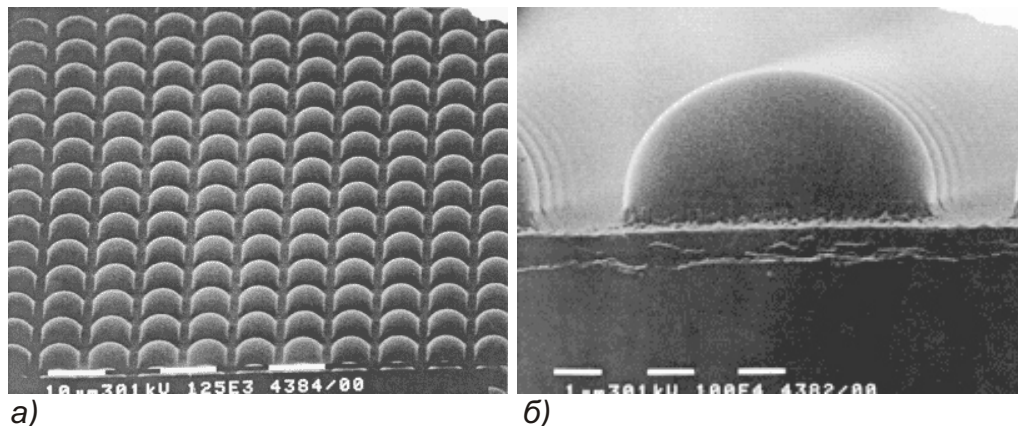


Рисунок 6.

лица в пределах кадра и устанавливать точку фокусировки на эти участки. А продвинутые камеры выходят за рамки идентификации лиц для решения более сложных задач распознавания: ожидание до срабатывания затвора пока объект в кадре улыбается, например.

Так называемая функция «цифрового увеличения» пытается проработать возможности оптического увеличения усечением части области, воспринимаемой датчиком, и интерполяцией между «фактическими» пикселями для создания желаемого конечного разрешения. Дополнительные режимы преобразования, рассматриваемые многими пользователями как желательные, включают преобразование в старинные тона сепия, а также, создание черно-белых и HDR (HDR – расширенный динамический диапазон) версий путем автоматического сочетания последовательностей изображений, полученных при различных настройках параметров экспозиции.

При линейном увеличении разрешения сенсора объем обрабатываемой информации должен возрастать экспоненциально, чтобы обеспечивать необходимые выдержки и интервалы между снимками. Это крайне неблагоприятно сказывается на времени рабо-

ты батарей, но, к счастью, многие алгоритмы обработки могут быть распараллелены.

После завершения обработки изображение должно быть сжато с потерями и записано во флеш-память или другое устройство для хранения данных. И конечно, требования к обработке возрастают, если камера переводится из режима захвата единственного изображения в режим видеозаписи стандартного или высокого качества.

Прошло 30 лет с представления компанией Mavica в августе 1981 года электронной фотокамеры, записывающей изображения на MiniDisc. Тем не менее, развитие технологии и темпы революции не ослабевают. Одним из последних примеров является достижение компании Lytro, которая успешно продемонстрировала в июне 2011 года прототип своей камеры, не требующей фокусировки.

В камере Lytro особым образом скомбинированы избыточные группы пикселей и массивы микролинз, благодаря чему матрица фик-



Рисунок 7.

сирует не только цвет и интенсивность, но и направление (фазу) каждого пучка света. Изменяя углы микролинз, расположенных в непосредственной близости от пикселей, схема Lytro, за счет избыточного эффективного разрешения сенсора, создает множество сохраненных копий каждого пикселя с различными точками фокусирования (что означает множество вариантов снимка). В дальнейшем владелец камеры может выбрать требуемый снимок (Рисунок 7).

МНР – гибридные защитные устройства для больших токов

Стремительно развивающийся рынок Li-ion аккумуляторов с большим разрядным током, используемых в электроинструментах, электровелосипедах, резервных источниках питания и многом другом оборудовании, породил потребность в недорогих защитных устройствах, способных удерживать токи не менее 30 А при напряжении 30 В и более. Для удовлетворения этой потребности фирмой TE Connectivity, входящей в корпорацию Tyco Electronics, было разработано новое гибридное устройство, представляющее собой параллельное соединение биметаллического защитного размыкателя и полимерного самовосстанавливающегося предохранителя (PPTC – polymeric positive temperature coefficient). Получившийся в результате прибор, названный МНР (Metal Hybrid PPTC), защищает от превышения тока, и, кроме того, благодаря низкому сопротивлению PPTC, препятствует дугообразованию на контактах размыкателя.

Преимущества МНР

- Заполняет рыночную нишу защитных устройств на токи от 30 А и напряжение 30 В.
- Обеспечивает самовосстанавливающуюся защиту Li-ion аккумуляторов от превышения тока и короткого замыкания.
- Помогает защищать Li-ion ячейки от ускоренного старения или выхода из строя



вследствие превышения допустимого тока.

- Подавление дугообразования. Благодаря низкому сопротивлению PPTC, шунтирующего размыкатель, исключается подгорание или спекание контактов.

Особенности

- Ток удержания 30 А.
- Рабочее напряжение до 36 В DC, максимальный ток 100 А.
- Низкое, в сравнении с другими размыкателями, сопротивление (< 2 мОм).
- Устойчивость к сильным вибрациям и внешним нагрузкам.

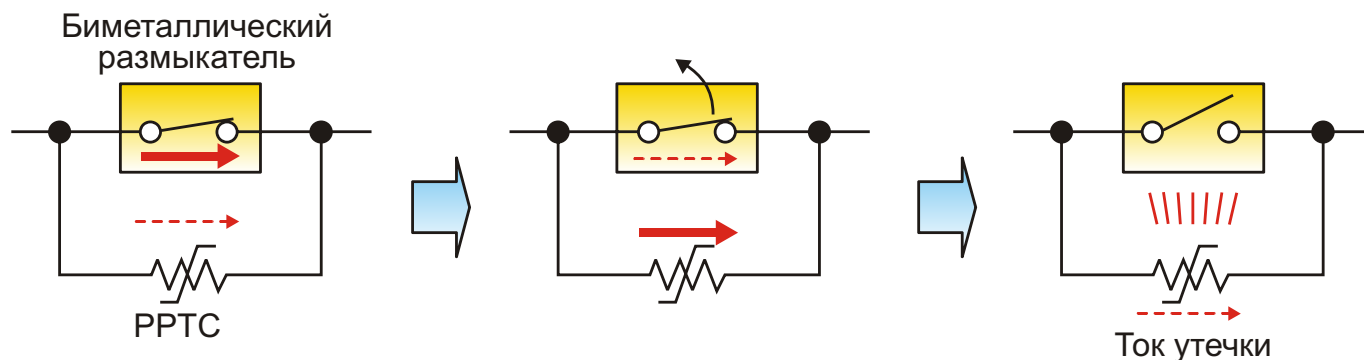
- Легко размещается между цилиндрическими аккумуляторами типоразмера 18650.

Применение

- Батареи Li-ion аккумуляторов для приложений с большим током потребления:
 - Аккумуляторные электроинструменты
 - Электровелосипеды
 - Бесперебойные источники питания (UPS)
 - Медицинское оборудование
- Устройства защиты электродвигателей

Принцип действия

В нормальном режиме ток протекает через биметаллический контакт, так как его сопротивление очень мало. При возникновении нештатной ситуации, такой, например, как блокировка ротора электроинструмента, возрастающий ток нагревает и стремится разомкнуть биметаллический контакт, вследствие чего его контактное сопротивление увеличивается. Ток начинает перераспределяться в имеющий более низкое сопротивление PPTC, препятствуя возникновению дуги. Одновременно PPTC продолжает подогревать биметаллический нагреватель, удерживая его в разомкнутом состоянии.



Нормальный режим.

Сопротивление контактов меньше сопротивления PPTC

Давление контактов уменьшается. Сопротивление контактов растет.

Сопротивление дуги больше или равно сопротивлению PPTC

Удержание до выхода из аварийного режима

Теория эволюции Дарвина и конструирование антенн

Среди множества проектов NASA, объединенных общим названием New Millennium (Новое тысячелетие), особое место занимает космическая миссия Space Technology 5 (ST5).

Целью миссии была отработка ряда технологических, научных и организационных решений для использования в будущих космических экспериментах.

В рамках этой программы в марте 2006 года NASA запустила трио экспериментальных спутников, чтобы посмотреть, на что способна эта тройка, получившая неофициальное название «бакены».



Рисунок 1. Спутник ST5 в сборочном цехе.

Поскольку каждый из спутников с полной заправкой топливом весил всего лишь 55 фунтов (25 кг) и имел размер не больше торта (Рисунок 1), для выведения на орбиту всех трех аппаратов использовалась небольшая крыла-



Рисунок 2. Запуск крылатой ракеты «Пегас» со спутниками ST5 с борта самолета-носителя L-1011.

тая ракета-носитель «Пегас», запускаемая с борта самолета L-1011 (Рисунок 2). После того, как ракета была поднята на высоту 12 км, последовательным включением трех маршевых ступеней за 10 минут она доставила в кос-

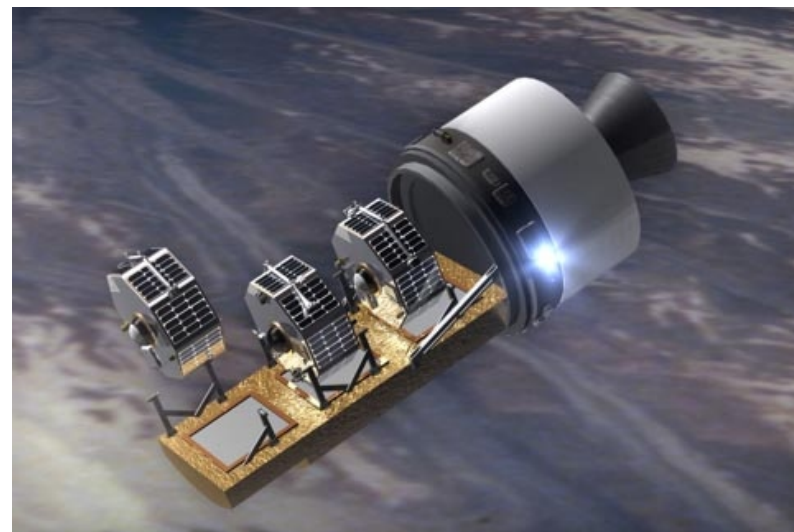


Рисунок 3. Специализированная платформа ракеты «Пегас» со спутниками ST5.

мос специализированную платформу с установленными на ней спутниками (Рисунок 3), вслед за чем, с интервалом 3 минуты, спутники были выведены на заданную эллиптическую орбиту высотой от 300 до 4570 км (Рисунок 4).

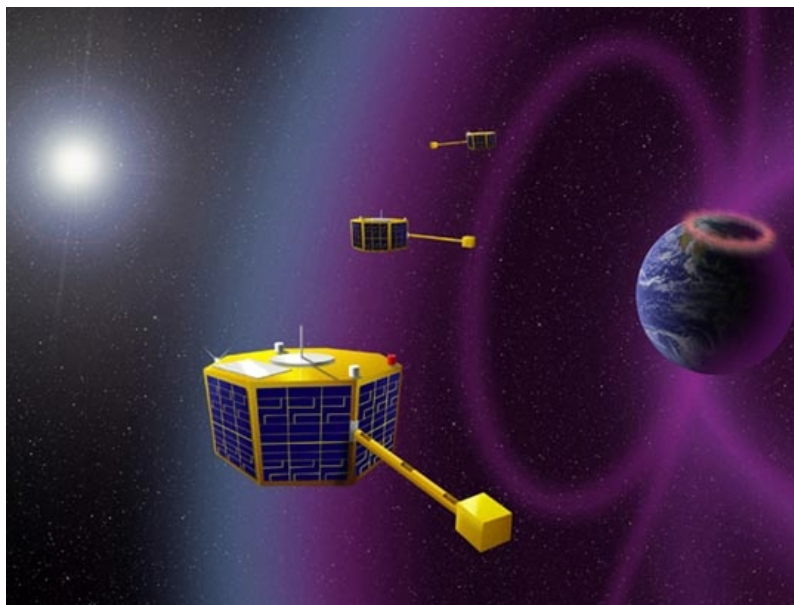


Рисунок 4. Спутники ST5 на околоземной орбите (рисунок NASA).

90-дневный полет позволил испытать целый ряд технических новинок, среди которых выделялись миниатюрные магнитометры, высокоэффективные солнечные батареи и чрезвычайно странные на вид, но исключительно эффективные микроантенны (Рисунок 5).

Научная цель миссии заключалась в измерении магнитосферы Земли с помощью трех микроспутников. Для связи с наземными станциями слежения каждый спутник был снабжен двумя антеннами X-диапазона. Имеющая необычную структуру антенна разрабатывалась таким образом, чтобы удовлетворить полному перечню предъявляемых требований. Прежде всего, антенна должна была иметь широкую диаграмму направленности, круговую поляри-



Рисунок 5. Антенна X-диапазона для миссии NASA Space Technology 5.

зацию и неизменный импеданс в широкой полосе частот. Для сравнения, при традиционном подходе, для выполнения поставленной задачи пришлось бы использовать спиральную или квадрифилярную антенну.

Ручная разработка и оптимизация антенн – занятие долгое и трудоемкое, весьма дорогостоящее, требующее от конструкторов значительных знаний и опыта.

Ученые из группы Эволюционных систем одного из исследовательских центров NASA разработали компьютерную программу, отби-



Рисунок 6. Стойка с компьютерами, на которых выполнялось конструирование антенны ST5.



Рисунок 7. *Этапы эволюции антенны.*

рающую наиболее совершенные конструкции из множества сгенерированных образцов, и использующую их в качестве прототипов (родителей) для конструирования (развития) следующего поколения антенн.

Программа, использующая эволюционные алгоритмы, выполнялась на тридцати пяти компьютерах, объединенных в сеть (Рисунок 6). Конструирование антенны ST5 началось со случайно выбранной конфигурации, последовательно улучшавшейся в процессе эволюции. За десять часов, которые потребовались

кластеру компьютеров, чтобы завершить работу, было сгенерировано несколько сотен тысяч вариантов антенны (Рисунок 7).

В результате, был создан ряд образцов антенн, самые удачные из которых получили названия и были рекомендованы к установке на спутники. Образцы таких антенн показаны на Рисунке 8. (Используемая для сравнения монета в $\frac{1}{4}$ доллара имеет диаметр 25 мм).

Окончательный выбор был сделан в пользу антенны ST5-33-142-7, показанной на Рисунке 9.

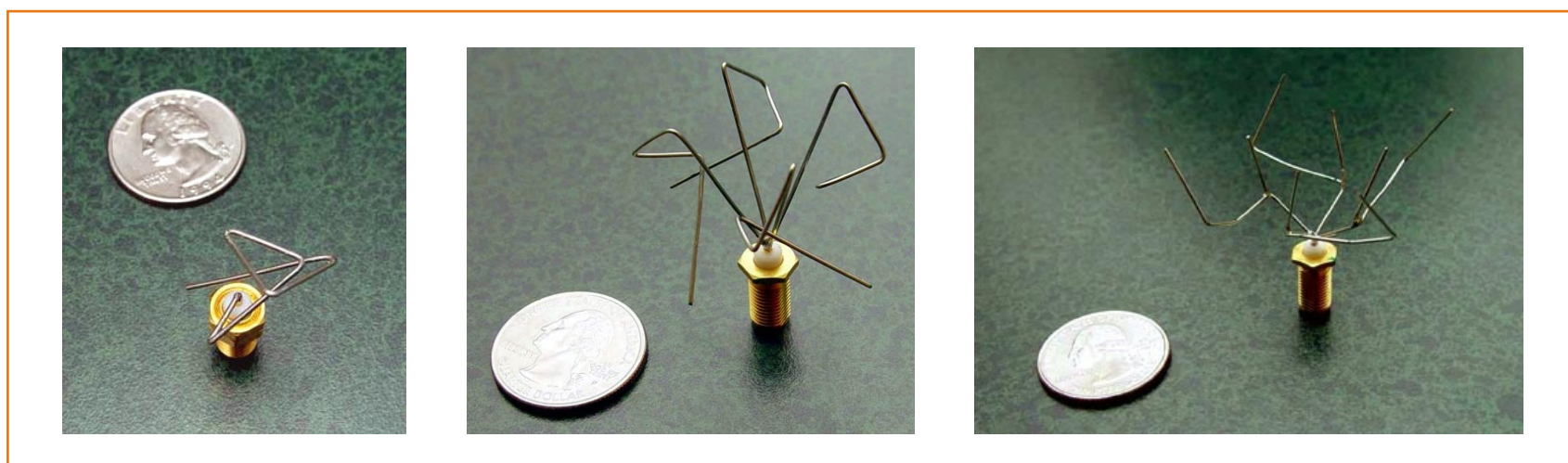


Рисунок 8. *Антенны ST5-104-07 (слева), ST5-4W-03 (в центре) и ST5-3-10 (справа).*

Техническим заданием на антенны предусматривались следующие значения основных параметров:

Частота передачи		8470 МГц
Частота приема		7209.125 МГц
КСВ	на частоте передачи	< 1.2 : 1
	на частоте приема	< 1.5 : 1
Диаграмма направленности		0 dBiC, 40° 80°, 0° 360°
Поляризация		Круговая
Входной импеданс		50 Ом
Диаметр		< 15.24 см
Высота		< 15.24 см
Масса антенны		< 165 г

Как видно из Рисунка 9, в части габаритов и массы, параметры разработанной антенны оказались на порядок лучше требований технического задания, сформулированного инженерами NASA на основании объективных требований и субъективного личного опыта разработки «классических» антенн.

Остальные характеристики антенны также превосходили все ожидания. Для сравнения, можно взглянуть на Рисунок 10, на котором, приведенные к общему масштабу, изображены диаграммы направленности в плоскости для обычной спиральной квадрифилярной антенны и антенны ST5-33-142-7.



Рисунок 9. Антенна ST5-33-142-7.

Разработанные для миссии ST5 антенны называются эволюционными. Эволюционные антенны – это антенны, полностью или частично сконструированные методами компьютерного проектирования с использованием алгоритмов, имитирующих процессы эволюции по Дарвину. Первые эволюционные антенны появились в середине 90-х годов прошлого века вследствие работ Michielssen, Altshuler, Linden, Haupt, и Rahmat-Samii. В большинстве случаев для разработки эволюционных антенн используются генетические алгоритмы.

Сконструированная антенна ST5-33-142-7 имеет совершенно парадоксальный внешний вид, однако, отличается исключительной функциональной эффективностью.

Во-первых, к этой антенне нужно подводить меньшую мощность. Усиление антенны

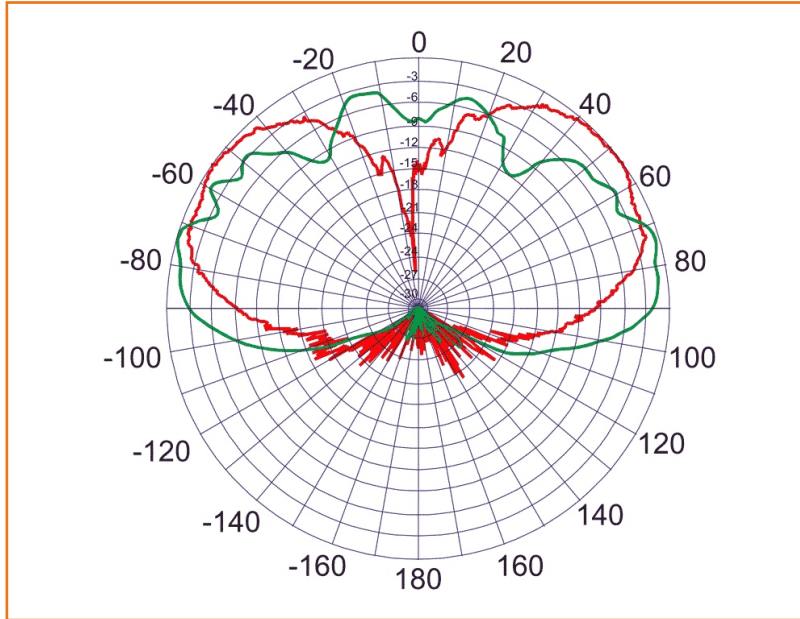


Рисунок 10. Сравнение диаграмм направленности:
спиральной квадрифилярной антенны (—) и антенны, разработанной для миссии ST5 (—).

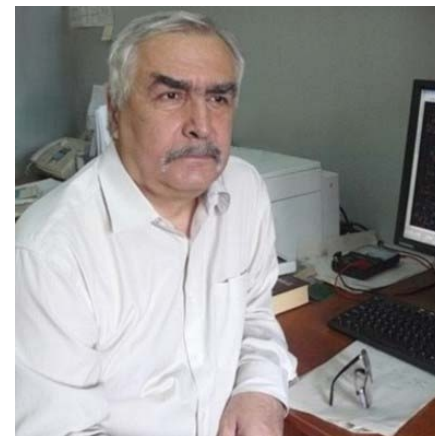
ST5-33-142-7 достигает 2...4 дБ в широком диапазоне углов возвышения. Это расширяет диапазон углов, в котором может обеспечиваться максимальная пропускная способность канала передачи данных. Кроме того, антенна забирает меньше мощности от солнечных батарей и аккумуляторов.

Во-вторых, эволюционная антенна не нуждается ни в согласующих, ни в фазирующих цепях, исключая целых два этапа из процесса конструирования и изготовления антенны. Для согласования с антенной может использоваться простейшая линия передачи, хотя, как показывают результаты моделирования, никакой необходимости в ней нет.

В-третьих, эволюционная антенна создает более однородную область покрытия, так как диаграмма направленности в направлении, представляющем наибольший интерес (между 40° и 80°), имеет гладкую форму с очень незначительными неровностями. Это обеспечивает надежную устойчивую работу при изменениях угла возвышения относительно земной поверхности.

Технология эволюционного синтеза имеет большой потенциал для того, чтобы разрабатывать антенны лучше, дешевле и быстрее, чем раньше. Подтверждение тому – три спутника стартовавшей 22 марта 2006 года миссии ST5, на которых отправились в космос первые в мире искусственно развитые объекты.

Простой драйвер для питания светодиодных светильников от сети переменного тока



В. Грошев

Как-то до меня дошли сведения, что за примитивный драйвер в пластмассовой заливной эпоксидным компаундом коробочке для питания мощных светодиодов требуется заплатить примерно 300 руб. Это меня возмутило, и я решил, что сделаю такое устройство бесплатно. Не потому, что у меня нет упомянутой суммы, а поскольку, по моему мнению, электроника должна быть простой и стоить соответственно.

Для этого мне потребовались испорченное китайское зарядное устройство и вышедшая из строя энергосберегающая газоразрядная лампа мощностью 26 Вт. От зарядного устройства использовалась только плата, выпрямительные диоды типа 1N4007 и один маломощный транзистор n-p-n типа (аналог BC337). А из преобразователя газоразрядной лампы были извлечены силовой дроссель, конденсатор фильтра (8.2 мкФ 400В) и один мощный транзистор в корпусе TO220 (судя по

всему, аналог MJE13005). Можно было поискать в обоих устройствах и другие компоненты, однако поскольку их поиск стоил бы больше, чем они сами, другие компоненты использованы из имеющихся запасов.

Схема устройства приведена на Рис.1.

Нетрудно заметить, что по своей структуре драйвер сродни китайским зарядным устрой-

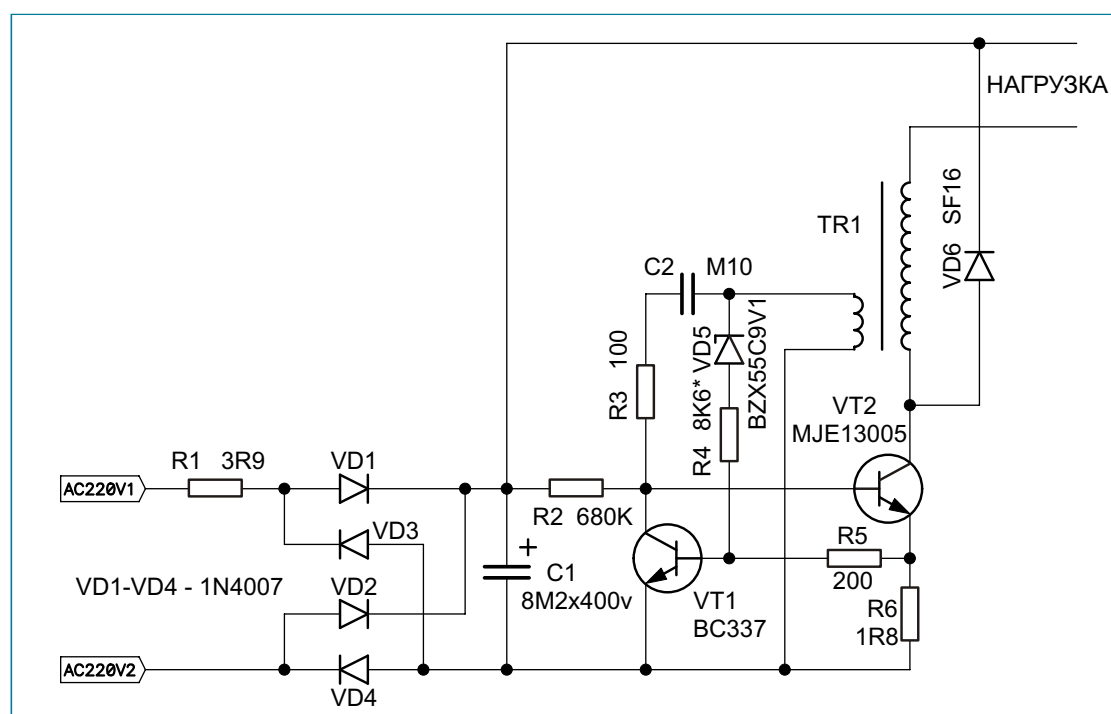


Рисунок 1.

йствам, но существенно проще своих родственников. Именно поэтому можно использовать соответствующую плату. Дроссель, переделанный в трансформатор, на плате не поместился, поэтому он размещен вне печатной платы на удлиняющих проводниках.

Уникальной особенностью этого устройства является наличие цепи регулирования R4, VD5, которая позволяет обеспечить практически постоянную силу света при изменении напряжения в сети в пределах 120...240 В. Указанные параметры гарантируются при питании 8 – 10 белых светодиодов.

Дроссель преобразован в трансформатор без разборки – просто вокруг основной обмотки в имеющихся промежутках между ней и боковыми кернами сердечника намотаны 20 витков МГТФ сечением 0.04 мм². Для определенности сообщу, что собственная обмотка дросселя содержит примерно 300 витков, ее индуктивность составляет 2.5 мГн. Сердечник – примерно соответствует Ш5 5 из феррита Ф2000НМ, причем наверняка предусмотрен зазор. R1 имеет мощность 1 Вт, а R3, R6 – 0.5 Вт.

В первую очередь хочу предупредить – устройство не обеспечивает гальваническую развязку от сети, поэтому при испытаниях не следует забывать о безопасности.

Первое включение устройства необходимо осуществлять через ЛАТР, используя в качестве нагрузки 10-ваттный резистор 75...100 Ом, зашунтированный конденсатором 47 мкФ 100 В. Если при увеличении напряжения от нуля до 30 В устройство не генерирует, его следует немедленно отключить и поменять местами

выводы любой из обмоток. После проверки наличия генерации следует подать полное напряжение и проконтролировать величину тока через нагрузку, замерив на ней напряжение и воспользовавшись законом Ома. Если полученное значение тока не устраивает, следует соответствующим образом изменить номинал резистора R6. Однако не рекомендую увеличивать величину тока сверх 0.35 А, поскольку возможно насыщение сердечника используемого дросселя и, как следствие, возможен чрезмерный нагрев ключевого транзистора. На всякий случай последовательно с группой светодиодов следует включить плавкий предохранитель, рассчитанный на 0.5 А. Количество светодиодов, которые можно питать от этого устройства, рекомендуется устанавливать в пределах от 5 до 20 шт., включенных последовательно.

Общая розничная стоимость всех примененных компонентов, кроме дросселя, преобразованного в трансформатор, по сведениям из Интернета может составлять не более 20 руб.

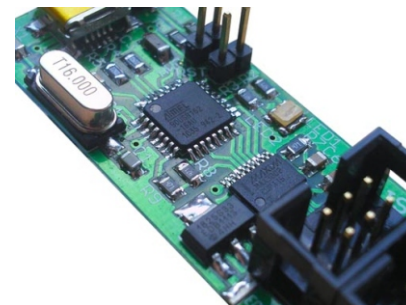
Дроссель, видимо, также стоит достаточно дешево, поскольку он является одним из примерно 30 компонентов энергосберегающей лампы, цена которой не превышает 140 руб. Допустим, что он стоит 50 руб., а стоимость печатной платы размерами 4 4 см при небольшой партии составляет 20 руб. Тогда все затраты составят около 90 руб.

Так что если из 300 рублей оставить себе 100 за труды, остаются еще 110, на которые можно купить несколько пластмассовых коробочек и целую упаковку эпоксидного клея.

Миниатюрный программатор USBTiny-MkII SLIM

Пaweł Kisielewski

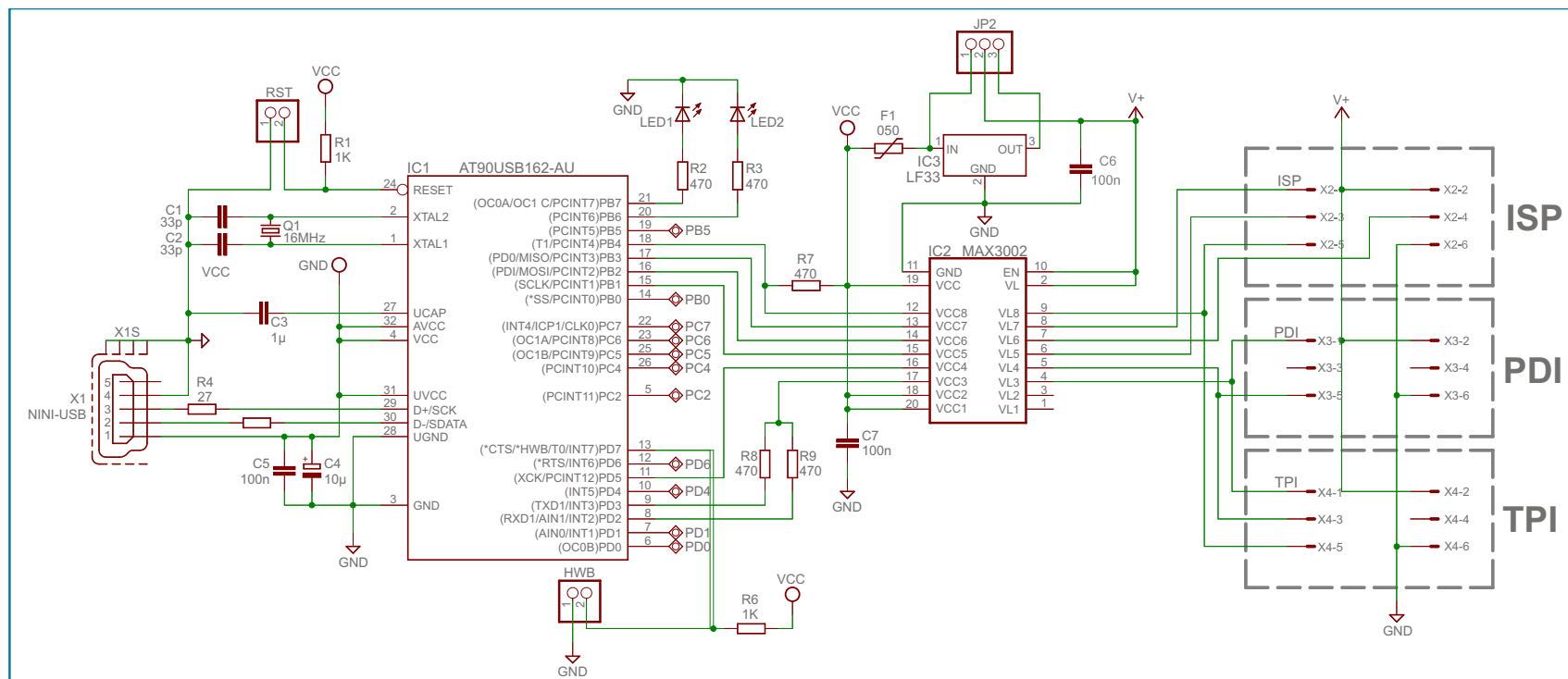
(diy.elektroda.eu)



USBTiny-MkII SLIM – программатор-клон AVRISP-MKII, поддерживающий все микроконтроллеры семейства Attiny, Atmega и Xmega. Программатор имеет три интерфейса программирования: ISP (внутрисистемное программирование), PDI (интерфейс программирования и отладки), и TPI (Tiny Programming Interface, используется для программирования Low-end микроконтроллеров Atmel серий ATtiny4, ATtiny5, ATtiny9, ATtiny10, ATtiny20, ATtiny40). Подключается непосредственно к интерфейсу USB, что позволяет просто и быстро обновлять прошивку программатора. Рабо-

та с программатором поддерживается в среде AVR Studio, он может использовать утилиту AvrDude.

За основу конструкции программатора взят проект LUFA (Lightweight USB Framework for AVR), представляющий собой завершённый USB стек с открытым исходным кодом для микроконтроллеров Atmel AVR со встроенным USB интерфейсом AT90USBxxx и ATMEGAxxUx, а также конструкции USBTiny-MKII и USBTiny MKII PL. Сердцем программатора является микроконтроллер AT90USB162,



Принципиальная схема программатора USBTiny-MkII SLIM

обеспечивающий высокую скорость программирования.

В отличие от представленных конструкций, в которых для конвертирования логических уровней интерфейсов применяется микросхема GTL2003, в нашем программаторе используется микросхема MAX3002 – 8-канальный транслятор уровней. Такая конструкция позволяет программировать целевые микроконтроллеры с напряжением питания меньше 5 В. Однако, в связи с этим, потребовалось внести изменения в ПО программатора.

На схеме видно, что кроме микроконтроллера AT90USB162 и микросхемы MAX3002, имеется регулятор напряжения 3.3 В, светодиоды статуса, конфигурационные переключики и коннекторы интерфейсов программирования.

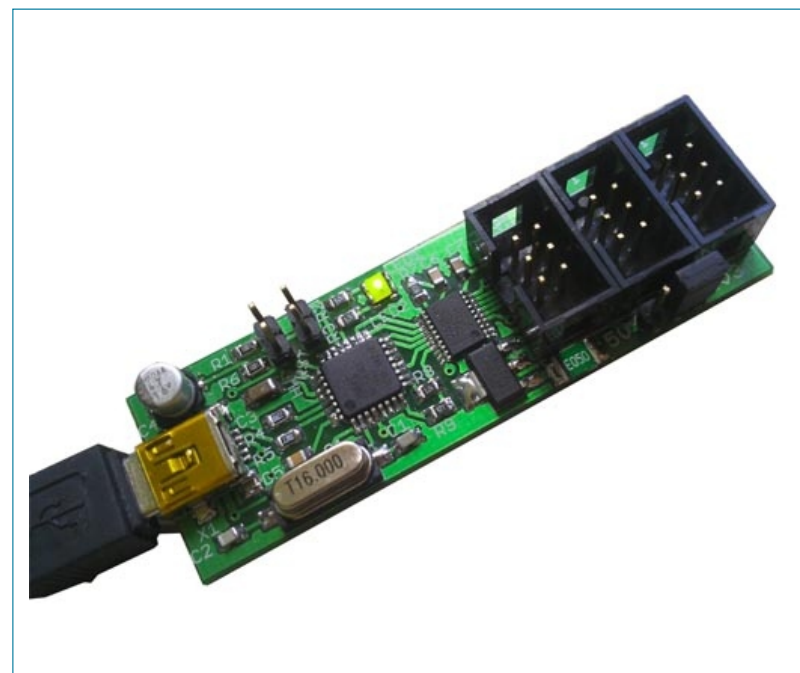
Регулятор напряжения с низким падением напряжения (LDO) MCP1825S-3302ED с выходным напряжением 3.3 В используется для питания целевого микроконтроллера (конечно, если целевой микроконтроллер имеет напряжение питания 3.3 В). Возможно использование любого другого регулятора напряжения, например LF33. Переключика (джампер) JP2 предназначена для выбора напряжения питания целевого микроконтроллера: замыканием контактов 1 и 2 устанавливается напряжение питания целевого микроконтроллера 5 В, замыканием контактов 2 и 3 – 3.3 В. Если JP2 полностью отключен, то схема преобразователя уровней остается обесточенной и пользователь может подать напряжение для питания этой части от внешнего устройства с целевым микроконтроллером.

Следует отметить, что текущая версия программатора не позволяет программировать целевой микроконтроллер по интерфейсу ISP, если линии интерфейса подключены к

какой-либо нагрузке на целевой плате (сопротивление более 22 кОм для подтягивающих к «+» питания резисторов, или сопротивление более 10 кОм для подтягивающих к «–» питания).

Джамперы HWB и RST используются для активизации внутреннего загрузчика микроконтроллера с целью обновления прошивки программатора по интерфейсу USB.

Печатная плата разработана с учетом возможности изготовления ее в домашних условиях, и позволяет использовать данный программатор в качестве отладочной платы для микроконтроллеров со встроенным интерфейсом USB. На фотографии ниже видны контактные площадки, подключенные к свободным линиям ввода/вывода микроконтроллера, что позволяет пользователям использовать их при разработке различного рода USB приложений.



Вид печатной платы программатора

Принципиальная схема и рисунок печатной платы (Eagle 5.10, PDF), две версии HEX файла для прошивки микроконтроллера, исходный код (WinAVR версия 110528)



После сборки аппаратной части программатора и проверки монтажа можно подключить его к интерфейсу USB персонального компьютера.

После подключения операционная система выдаст сообщение, что к компьютеру подключено новое устройство, именуемое «AT90USB162 DFU».

Далее нам потребуется программное обеспечение от компании Atmel для программирования микроконтроллеров со встроенным интерфейсом USB – программа FLIP. Необходимо скачать и установить на компьютер данную программу. После этого необходимо установить DFU драйверы, которые находятся в папке «Atmel Flip usb». После инсталляции драйверов запускаем программу Flip, в появившемся окне кликаем на иконку «**Chip**» (Select a Target Device) и выбираем из списка микроконтроллер AT90USB162, затем кликаем на иконку с изображением USB кабеля (Select a Communication Medium), выбираем интерфейс USB и в появившемся окне нажимаем кнопку «**Open**». Программа FLIP должна теперь определить целевой микроконтроллер (в данном случае микроконтроллер программатора). Если этого не произошло и появилось сообщение об ошибке, то необходимо проверить монтаж, переустановить драйверы или подключить программатор к другому порту USB.

Если микроконтроллер новый, после подключения к USB он стартует автоматически в режиме загрузчика. Если необходимо обно-

вить прошивку программатора, то необходимо замкнуть джампер HWB и подать сигнал сброса на микроконтроллер, замкнув перемычку RST. Микроконтроллер запустится в режиме загрузчика, после чего джампер можно разомкнуть.

Пользователи могут внести свои изменения в исходный код программы микроконтроллера, для компиляции потребуется версия WinAVR 2010-01-10. При компиляции сначала выполняем команду **make clean**, и затем **make all**. Однако, на этом этапе можно выбрать, с каким программным обеспечением будет использоваться программатор (AVR Studio или AvrDude), и, если будет использоваться AvrDude, в make-файле необходимо включить следующую строку:

```
CDEFS += -DLIBUSB_DRIVER_COMPAT
```

Следующий шаг – программирование микроконтроллера программатора. Для этого необходимо открыть в FLIP нужный HEX-файл (см. секцию загрузок выше) и нажать кнопку RUN. При этом должны быть установлены «галочки» **Erase, Program, Verify**. Программирование пройдет очень быстро, и после этого необходимо выполнить переподключение программатора к порту USB, или произвести сброс микроконтроллера (перемычка RST), об удачном запуске будут свидетельствовать два включенных светодиода.

Программатор определится операционной системой как LUFA AVRISP MkII CLONE, и теперь необходимо установить соответствующую

щие драйверы. Если программатор будет использоваться в среде AVR Studio, то драйверы устанавливаются из папки «AtmelAVRToolsusb».

Если же программатор будет использоваться с AvrDude, то необходимо установить драйвер библиотеки **LIBUSB**. Файлы архива следует распаковать, запустить приложение **inf-wizard**, выбрать наш программатор из списка, сохранить созданный файл и нажать кнопку install now. Можно, также, использовать Windows-инсталлятор.

После установки соответствующих драйверов светодиод LED1 должен светиться, это означает, что программатор готов к работе.

В среде AVR Studio необходимо кликнуть на кнопку «**Con**» (или **Tools – Program AVR – Connect...**). В диалоговом окне из списка выбрать программатор AVRISP mkII и нажать кнопку Connect.

В AvrDude потребуется изменить тип используемого программатора при помощи командной строки:

```
-c avrisp2 -P usb
```

или

```
-c avrispmkII -P usb.
```

Самодельная фрактальная WiFi антенна на основе решетки Серпинского

Andrew Hazelden

Мне приходилось слышать кое-что о фрактальных антеннах, и я решил на практике узнать, что это такое, сделав собственную антенну. К числу преимуществ подобных



Рисунок 1. Самодельная фрактальная WiFi антенна на основе решетки Серпинского.

антенн, согласно литературным источникам, относятся многополосность и способность пропускать большую мощность при небольших габаритах. Я выбрал для себя вариант фрактальной антенны, основанной на решетке Серпинского (Sierpinski Gasket).

Имейте ввиду, что эта антенна – всего лишь мой первый опыт, макет. Для того, чтобы довести ее «до ума», необходимо потратить еще много времени и сил.

Я создавал свою антенну (Рис. 1) для совместной работы с роутером Linksys 802.11g. Почитав публикации по теме, я понял, что у меня получилась антенна с характеристиками, близкими к характеристикам самодельной биквадратной антенны. С ее помощью мне удалось добиться устойчивой связи WiFi на расстоянии 0.5 км на неровной местности с большим количеством деревьев. Не сомневаюсь, что полученный результат далеко не самый лучший. Есть еще множество возможностей для усовершенствования антенны с помощью дальнейших испытаний и компьютерного моделирования.

Изготовление антенны

Антенна изготавливается из двухстороннего фольгированного стеклотекстолита классическим методом, с помощью лазерного принтера (Рис. 2). С одной стороны вытравливается решетка Серпинского, с другой оставляется сплошной металлизированный слой.

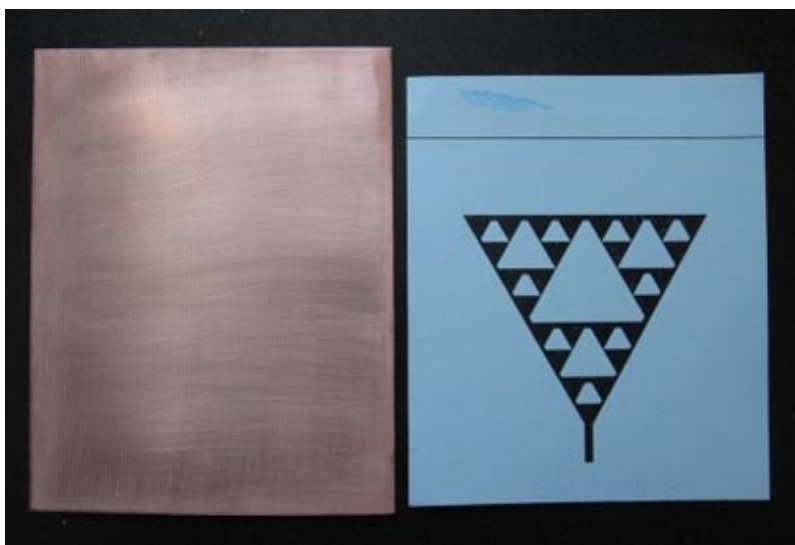


Рисунок 2. Антенна изготавливается из двухстороннего фольгированного стеклотекстолита с помощью лазерного принтера.

После изготовления антенны в ней сверлится отверстие и распаивается патч-корд (Рис. 3). Центральная жила припаивается к антенне, оплетка – к обратной стороне, т.е., к «земляному» слою.

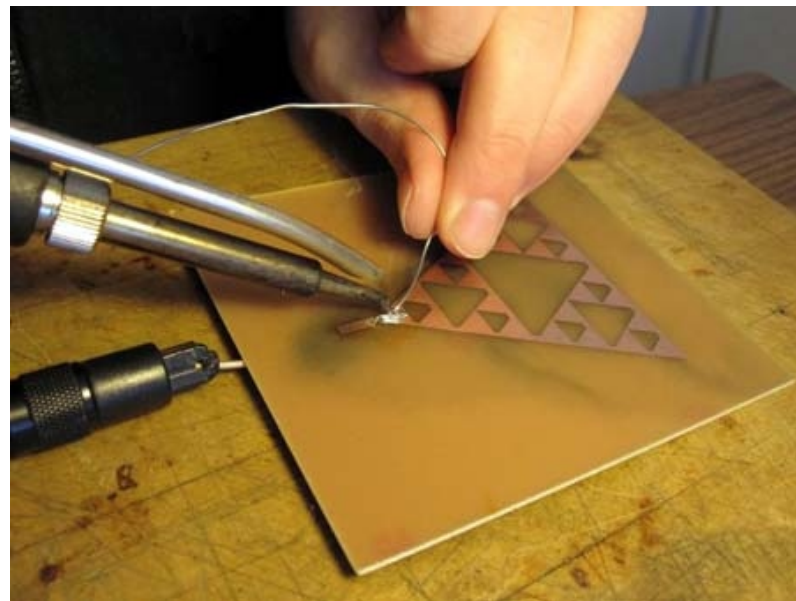


Рисунок 3. Распайка патч-корда.

Загрузки

Топология решетки Серпинского в формате PDF



Компенсация падения напряжения на измерительном сопротивлении при измерении малых токов

Maciej Kokot, Польша

В большинстве случаев, для измерения тока вы преобразуете его в пропорциональное напряжение, а затем это напряжение измеряете. Используются два типичных метода такого преобразования, схемы которых показаны на Рисунке 1. Первый метод предполагает включение измерительного резистора R_P последовательно с цепью протекания тока, и использование дифференциального усилителя IC_1 для измерения результирующего падения напряжения (Рисунок 1а). Второй метод использует широко известный способ преобразования тока в напряжение, когда измеряе-

мый ток из выхода инвертирующего ОУ IC_1 течет через резистор обратной связи (Рисунок 1б).

В первом варианте через входную и выходную клеммы протекает один и тот же ток, но на измерительном резисторе R_P падает значительное напряжение. Во втором варианте падение напряжения имеет порядок от десятков микровольт до милливольт, в зависимости от качества ОУ IC_1 , однако измеряемый ток, втекая через входную клемму, не возвращается в схему. Такое решение может использоваться лишь для измерения токов, текущих в землю.

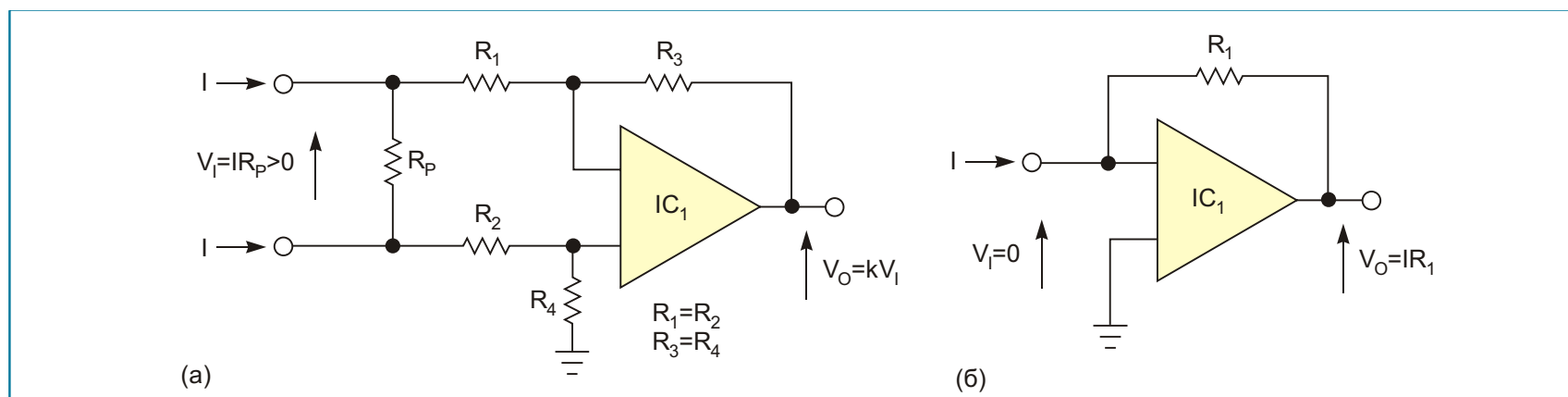


Рисунок 1. В первом методе преобразования тока в пропорциональное напряжение вы включаете измерительный резистор R_P последовательно с протекающим током и используете дифференциальный усилитель IC_1 для измерения результирующего падения напряжения (а). Во втором методе вытекающий из выхода инвертирующего усилителя IC_1 входной ток протекает через резистор обратной связи (б).

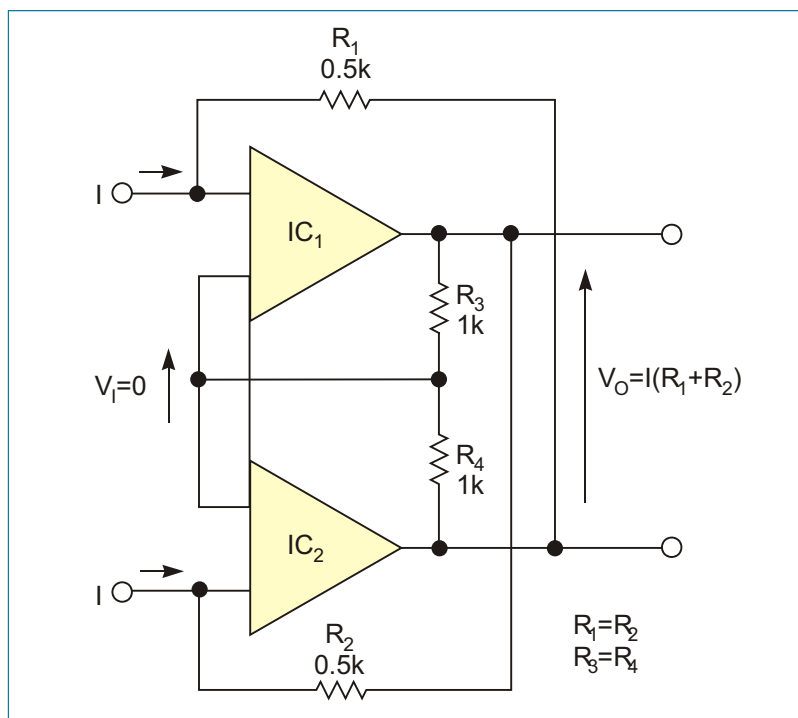


Рисунок 2. Такой метод преобразования тока в напряжение позволяет сделать измеритель с нулевым падением напряжения.

Схема, показанная на Рисунке 2, работает примерно так же, как схема на Рисунке 1б, в том смысле, что входной измеряемый ток вытекает из выхода ОУ. Однако выход второго ОУ возвращает ток в исследуемую цепь.

Как видно из Рисунка 2, входной ток I через резистор R_1 течет на выход микросхемы IC_2 ,

уменьшающий напряжение на величину $I R_1$ относительно входной клеммы. Это напряжение равно среднему значению выходных напряжений операционных усилителей, которые устанавливаются через инвертирующие входы усилителей, подключенные к средней точке резисторов R_3 и R_4 . В результате, напряжение на выходе IC_1 должно увеличиться на величину $I R_2$ относительно инвертирующих входов и, находящегося под тем же потенциалом, неинвертирующего входа IC_2 . Этот ток, вытекая из IC_1 , возвращается в измеряемую цепь через R_2 . Если $R_1 = R_2$, выходной ток будет равен входному. Поскольку выходы ОУ поддерживают одинаковые напряжения на своих входах, для измеряемой цепи сопротивление измерителя, фактически, будет нулевым.

У схемы на Рисунке 2 нет недостатков, присущих схемам на Рисунке 1. Ток, текущий в первую клемму, вытекает из второй, и падение напряжения, практически, равно нулю. В худшем случае, оно равно удвоенному напряжению смещения усилителей. Такую схему можно использовать для измерений в любых цепях, не оказывая никакого влияния на распределение в них токов и напряжений.

Компенсация ошибок в четырехпроводной схеме измерений

Septimiu Pop u Ioan Ciascai, Румыния

Датчики, использующие два резистивных элемента и четыре провода, применяются в системах мониторинга давления. При возрастании давления сопротивление одного резистора увеличивается, а другого уменьшается. Для точного измерения давления требуется компенсация падения напряжения, обусловленного сопротивлением проводов, в особен-

ности, если длина проводов достигает десятков метров. Описанный ниже метод компенсации основывается на допущении равенства сопротивлений проводов:

$$R_{L1} = R_{L2} = R_{L3} = R_{L4} = R_L \text{ (Рисунок 1).}$$

Микроконтроллер или компьютер могут рассчитать сопротивление чувствительных элементов, используя результаты измерений разности напряжений на резисторах датчика R_{S1} и R_{S2} . Сопротивления R_A , R_{REF} , R_B и сопротивления датчика ограничивают ток через R_{S1} и R_{S2} . Для измерения напряжения на элементах датчика используется АЦП AD7705 фирмы Analog Devices, имеющий три псевдодифференциальных канала с разрешением 16 бит. В описываемой схеме АЦП работает в буферизованном режиме, когда входной ток не превышает 1 нА. В этом режиме АЦП может обрабатывать сигналы от источников с большим внутренним сопротивлением, но абсолютное входное напряжение должно быть не меньше 50 мВ относительно шины «земля», и быть меньше напряжения питания, по крайней мере, на 1.5 В. Резистор R_B служит в качестве источника синфазного смещения входа.

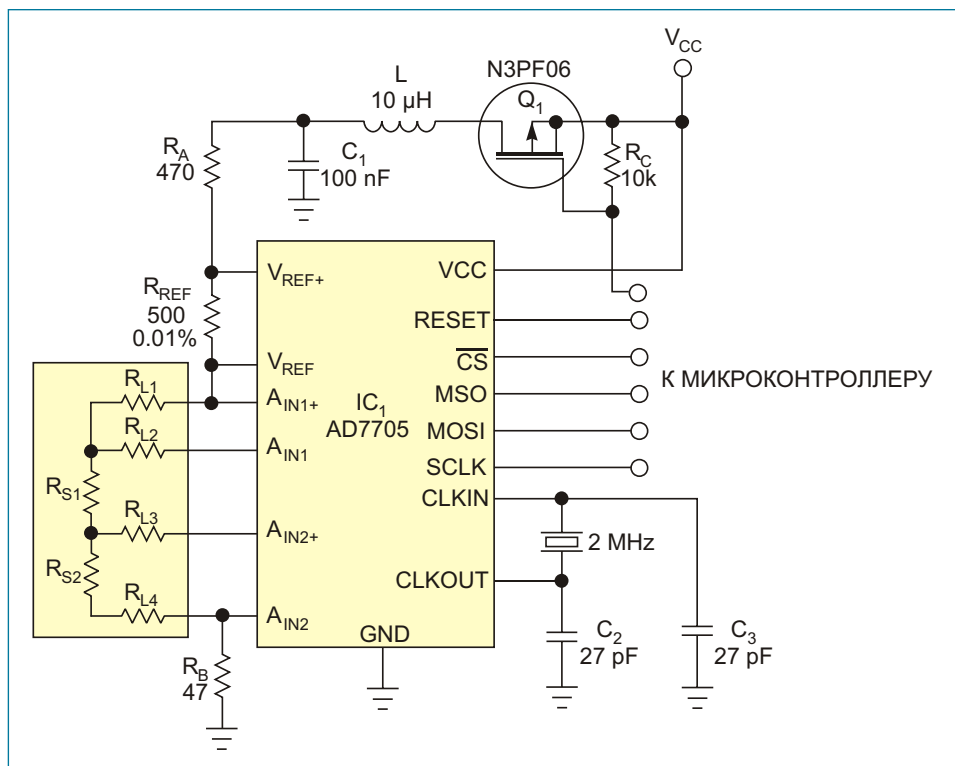


Рисунок 1. Схема измеряет напряжения в трех точках, а микроконтроллер вычисляет значение давления.

Результаты измерений зависят от номинала опорного резистора R_{REF} . Для достижения высокой точности R_{REF} должен иметь точность 0.01% и низкий температурный коэффициент. Для исключения саморазогрева датчика, он должен питаться импульсным током через транзистор Q_1 , с длительностью импульса, контролируемой программно.

AD7705 производит выборку данных по трем каналам. Датчики подключаются непосредственно к входам AD7705, сигналы на которых измеряются последовательно во времени. Поскольку все элементы датчика возбуждаются одним и тем же током, программа может вычислить входное напряжение каждого элемента в следующей последовательности:

- на основании измерения A_{IN1+} , A_{IN1-} вычисляется R_L ;
- на основании измерения A_{IN2+} , A_{IN2-} вычисляется $R_{S2} + R_L$;
- на основании измерения A_{IN1-} , A_{IN2-} вычисляется $R_{S1} + R_{S2} + R_L$.

Затем вычитанием вычисляются сопротивления R_{S1} и R_{S2} . Для измерения слабых сигналов микросхема AD7705 имеет встроенный усилитель с программируемым коэффициентом усиления. Кроме того, для компенсации ошибок усиления и смещения, микросхема имеет опции внутренней и системной калибровки.

Результат измерения давления зависит как от соотношения резисторов, так и от температуры:

$$P = F \frac{R_{S1}}{R_{S2}}, T$$

Параметр T – это поправочный коэффициент, учитывающий температурную зависимость резистивных датчиков:

$$T = F R_{S1} R_{S2}$$

Схема драйвера светодиодов для применения в архитектурной и интерьерной подсветке

Steve Sheard, On Semiconductor

Как известно, светодиоды более эффективны, чем лампы накаливания и имеют длительный срок службы (в 100 раз больше чем у ламп накаливания), но для их питания требуются специализированные драйверы, которые не допускают превышения значений рабочих параметров светодиодов. Основной пара-

метр относительно прост: необходимо обеспечить постоянный ток через светодиоды, не превышающий максимального значения.

Традиционные источники питания поддерживают неизменное выходное напряжение при изменении тока нагрузки. Резистор, включенный последовательно со светодиодами,

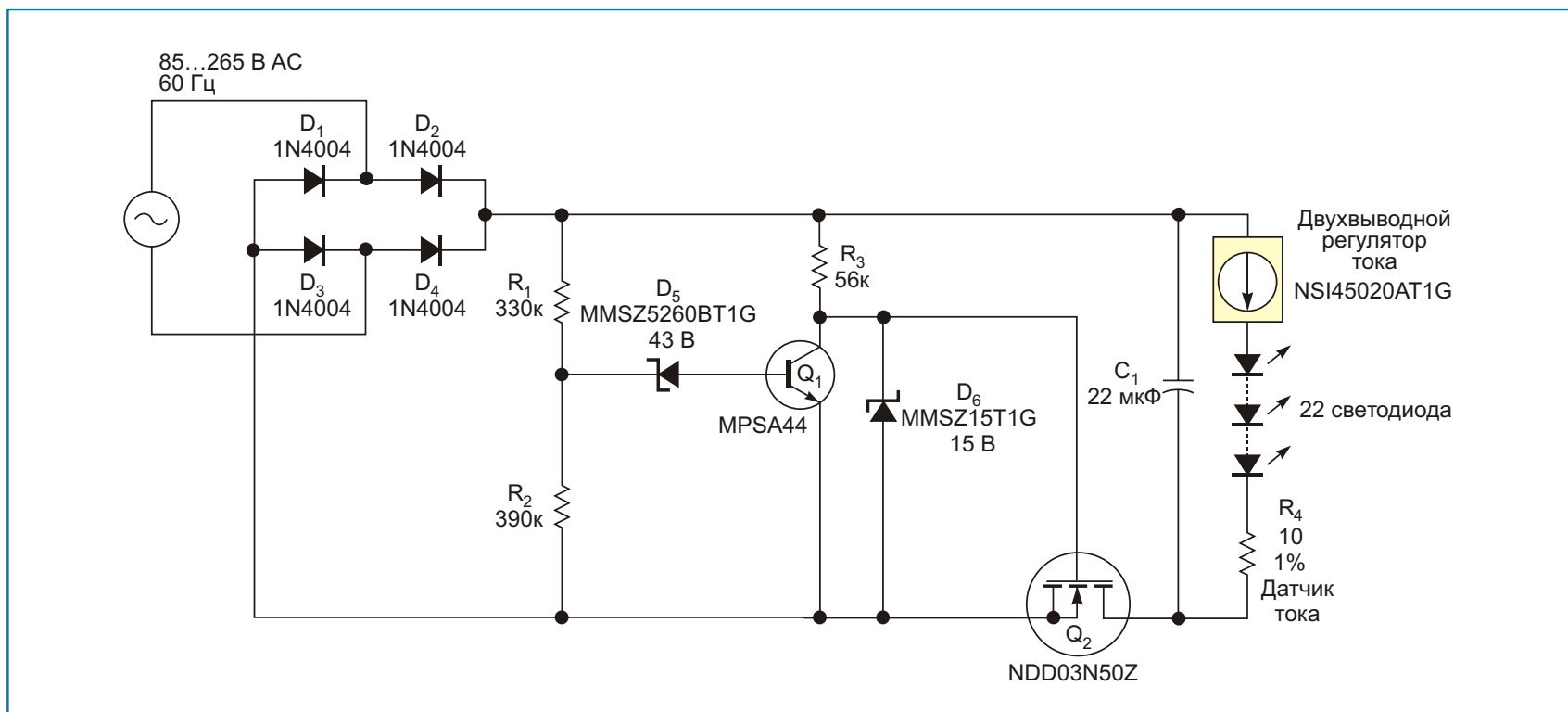


Рисунок 1. Схема для питания цепочки светодиодов постоянным током от электросети с широким диапазоном переменного напряжения.

ограничивает ток. Подобная конструкция предполагает, что значение напряжения на светодиодах известно и не меняется при изменении температуры самого светодиода. К сожалению, прямое падение напряжения светодиода меняется в зависимости от температуры, и производители светодиодов, обычно, производят отбор светодиодов по прямому падению напряжения, что позволяет изготовителям осветительных приборов разрабатывать оборудование с учетом данного параметра при фиксированной температуре. Схемы, в которых используются разные светодиоды (не отсортированные по прямому падению напряжения), экономят время производителей светодиодов, и в результате, их стоимость снижается. Кроме того, светодиоды имеют отрицательный температурный коэффициент прямого падения напряжения, который может вызвать в схеме температурную нестабильность, что требует от разработчиков внедрения самозащиты в проекты электронных схем.

Идеальный подход при управлении светодиодами это схема, которая отслеживает значение тока и поддерживает его постоянным. Прямое падение напряжения светодиода в такой схеме не играет роли, становится ненужным отбор светодиодов по величине этого параметра, а также исключается эффект отрицательного температурного коэффициента прямого падения напряжения светодиода. Эти схемы могут быть сложными импульсными преобразователями или простыми линейными регуляторами с обратной связью. Сложные импульсные преобразователи идеальны для осветительных приложений высокой мощности, например для систем уличного освещения.

Простые, экономичные и надежные гибридные схемы находят применение в системах архитектурной и интерьерной подсветки.

Они могут уступать по эффективности сложным импульсным регуляторам, но их дешевизна и простота изготовления делают их привлекательными. Кроме того, данные схемы имеют универсальную спецификацию по напряжению питания: переменное напряжение от 85 В до 250 В с частотой 50 или 60 Гц.

Схема на Рисунке 1 включает в себя выпрямительный мост, чоппер и регулятор тока. Двухполупериодный мост собран на диодах D_1 , D_2 , D_3 , D_4 и питает схему чоппера. MOSFET транзистор Q_2 сразу включается и конденсатор C_1 начинает заряжаться.

Резисторы R_1 и R_2 образуют делитель напряжения. Когда напряжение на катоде стабилитрона D_5 достигает уровня 43.5 В, стабилитрон включается, что приводит к открыванию транзистора Q_1 и закрыванию транзистора Q_2 . Стабилитрон D_6 предназначен для защиты затвора транзистора Q_2 .

Напряжение на конденсаторе C_1 остается на уровне 80...90 В. Заряженный конденсатор питает регулятор постоянного тока NSI45020AT1G и линейку светодиодов. В данном примере используются 22 светодиода, включенных последовательно. Последовательно со светодиодами включен резистор R_4 для измерения протекающего через светодиоды тока.

NSI45020AT1G – это компактный, двухвыводной регулятор тока для управления маломощными светодиодами. Устройство выполнено в корпусе SOD-123, обеспечивает в цепи стабильный ток 20 мА, не требует дополнительных внешних компонентов. Простое и надежное устройство позволяет создавать недорогие решения для управления светодиодами. Регулятор включается последовательно

в цепь светодиодов, работает с максимальным рабочим напряжением 45 В, обеспечивает ток в цепи 20 мА с точностью $\pm 10\%$, имеет встроенную ESD защиту, рабочий температурный диапазон от -55 до $+150$ °С. Для обеспечения тока в цепи больше 20 мА нужно включить параллельно несколько регуляторов (2

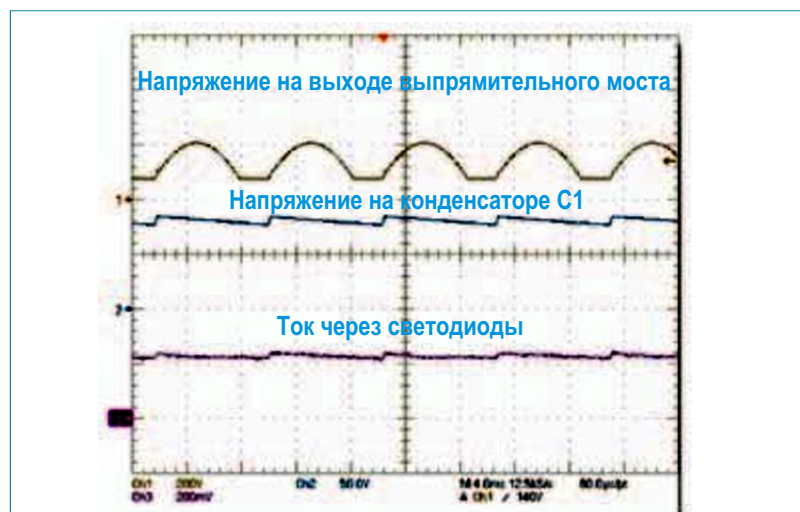


Рисунок 2. Когда напряжение с выпрямительного моста поднимается выше уровня 80 В, схема чоппера ограничивает напряжение для схемы регулятора.

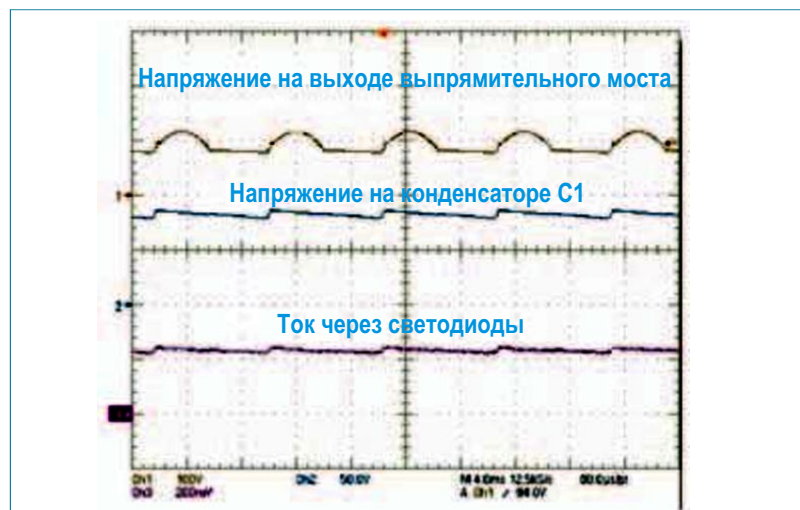


Рисунок 3. При напряжении 85 В схема продолжает работать, удерживая транзистор Q₁ открытым более длительный период времени.

регулятора — ток 40 мА, 3 регулятора — ток 60 мА и т.д.).

На Рисунке 2 изображены осциллограммы напряжения в различных точках схемы при питании ее переменным напряжением 150 В. Верхняя линия отображает выход выпрямительного моста. Средняя соответствует напряжению на конденсаторе C₁. На нижней линии — напряжение на резисторе датчика тока R₄, пропорциональное току через цепочку светодиодов. Осциллограммы наглядно показывают, что при входном напряжении выше 80 В включается схема чоппера и начинает ограничивать напряжение для схемы регулятора.

На Рисунке 3 изображены осциллограммы при питающем переменном напряжении 85 В.

На Рисунке 4 осциллограммы, снятые при напряжении питания 265 В.

Проведя анализ осциллограмм, можно отметить, что схема обладает достаточным запасом, позволяющим Q₁ оставаться включенным в течение более длительного периода

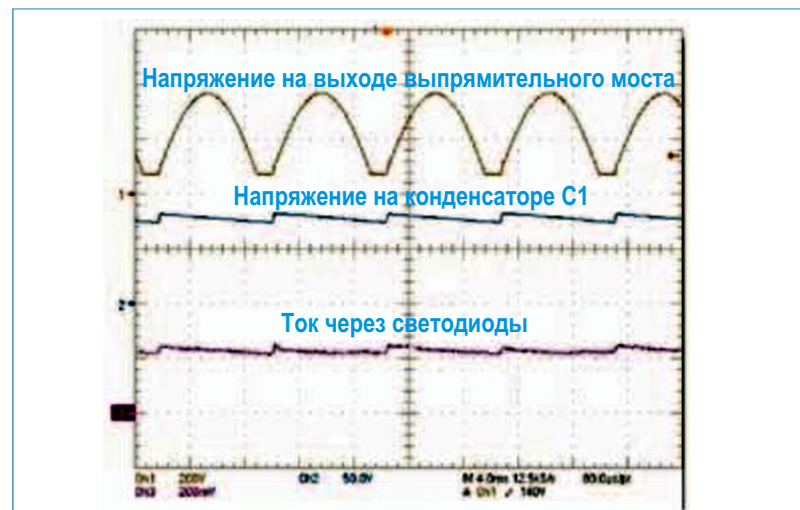


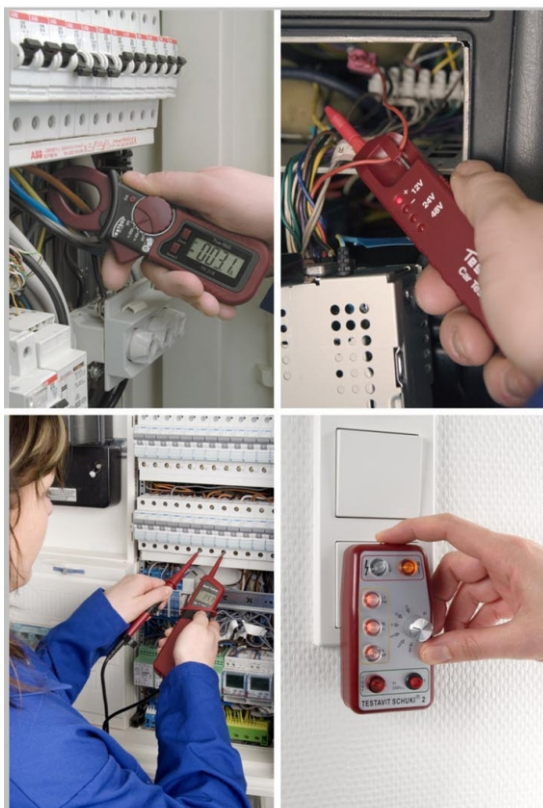
Рисунок 4. При напряжении 265 В схема получает достаточно энергии, чтобы удерживать конденсатор C₁ заряженным во время периодов выключенного состояния.

да, во время которого полностью заряжается C_1 . Ток светодиодов начинает падать только при снижении входного напряжения до 54 В.

Рисунок 4 иллюстрирует работу схемы при входном напряжении 265 ВАС. Верхняя линия показывает, что транзистор Q_1 из-за высокого входного напряжения включается на небольшое время, однако, средняя линия демонстрирует, что схема, тем не менее, получает достаточно энергии, чтобы удерживать конденсатор C_1 заряженным и поддерживать ток через све-

диоды. При напряжении 265 В схема получает достаточно энергии, чтобы удерживать конденсатор C_1 заряженным во время циклов выключенного состояния.

Возможно применение схемы с различным количеством светодиодов, однако стоит учитывать параметры регулятора постоянного тока, а также потребуется подобрать значения C_1 , R_1 и R_2 . Двухвыводные регуляторы выпускаются на токи до 160 мА.



**ПРОФЕССИОНАЛЬНОЕ
КОНТРОЛЬНО-ИЗМЕРИТЕЛЬНОЕ
ОБОРУДОВАНИЕ**

ДИСТРИБЬЮТОР В РОССИИ
www.decima.ru



**ПРОФЕССИОНАЛЬНЫЙ
РУЧНОЙ ИНСТРУМЕНТ
ДЛЯ РАЗДЕЛКИ КАБЕЛЯ
И СНЯТИЯ ИЗОЛЯЦИИ**

ДИСТРИБЬЮТОР В РОССИИ
www.decima.ru



Сделано в Германии

**КЛЕММЫ, РАЗЪЕМЫ
МОДУЛИ ВВОДА-ВЫВОДА,
АКСЕССУАРЫ**

ДИСТРИБЬЮТОР В РОССИИ
www.decima.ru

ДЛЯ ЗАМЕТОК

1. www.decima.ru - Системы видеонаблюдения, клеммы WAGO, измерительное оборудование Testboy, ручной инструмент Jokari.

2. www.datasheet.ru - Поиск даташитов от Google (только сайты производителей!)

3. www.rlostan.ru/comp/shop.html - Цены: от транзистора до осциллографа, прайс-листы лучших дистрибьюторов.

4. www.rlostan.ru/pr/ - Описания и сравнение параметров большой базы измерительного оборудования.

ДЛЯ ЗАМЕТОК

Журнал РАДИОЛОЦМАН

Главный редактор:

А. Николаев

Над номером работали:

В. Колесник
С. Муратчаев
А. Николаев
А. Ридель

Обложка:

А. Кравчук

Директор:

С. Муратчаев

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

rlocman@rlocman.ru

+7 (495) 721-72-14

www.rlocman.ru

август 2011

ОГЛАВЛЕНИЕ

НОВОСТИ

Новая микросхема аудиостримера не имеет конкурентов по цене и потребляемой мощности	5
Freescale разработала прецизионный автономный датчик давления	6
Фотогальванические элементы на гибкой основе достигают максимума эффективности	7
Imec продемонстрировала первый в мире полностью органический микропроцессор	8
Cree запустила новую линейку ярко-синих светодиодов для светильников с «удаленным люминофором»	10
Cypress представила первые в мире 128-, 64- и 32-мегабитные маломощные микросхемы асинхронной статической памяти с 32-разрядной шиной данных	11
Atmel сообщила о внедрении USB интерфейса и прецизионной аналоговой периферии в микроконтроллеры семейства AVR XMEGA	12
Новые осциллографы Tektronix имеют полосу пропускания 33 ГГц и наивысшую в отрасли точность измерения	13

СТАТЬИ

MEMS-акселерометры – фантазии и реальность	15
Применение микросхем фирмы STM для экономичных усилителей звуковых частот	21
Основы формирования и обработки изображений	27
MHP – гибридные защитные устройства для больших токов	32
Теория эволюции Дарвина и конструирование антенн	34

СХЕМЫ

Простой драйвер для питания светодиодных светильников от сети переменного тока	39
Миниатюрный программатор USBTiny-MkII SLIM	41
Самодельная фрактальная WiFi антенна на основе решетки Серпинского	45
Компенсация падения напряжения на измерительном сопротивлении при измерении малых токов	47
Компенсация ошибок в четырехпроводной схеме измерений	49
Схема драйвера светодиодов для применения в архитектурной и интерьерной подсветке	51