

Журнал для тех, кто интересуется электроникой

РАДИОЛОЦМАН

Февраль 2014 (33)

24 Новая технология управления моментом переключения твердотельных реле

ГУН на основе микросхемы источника опорного напряжения TL431

46 Как сделать простой, но точный генератор розового шума

ЧЕМ ОТЛИЧАЮТСЯ
ДЕШЕВЫЕ МУЛЬТИМЕТРЫ
ОТ ПРОМЫШЛЕННЫХ

48

19

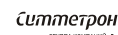
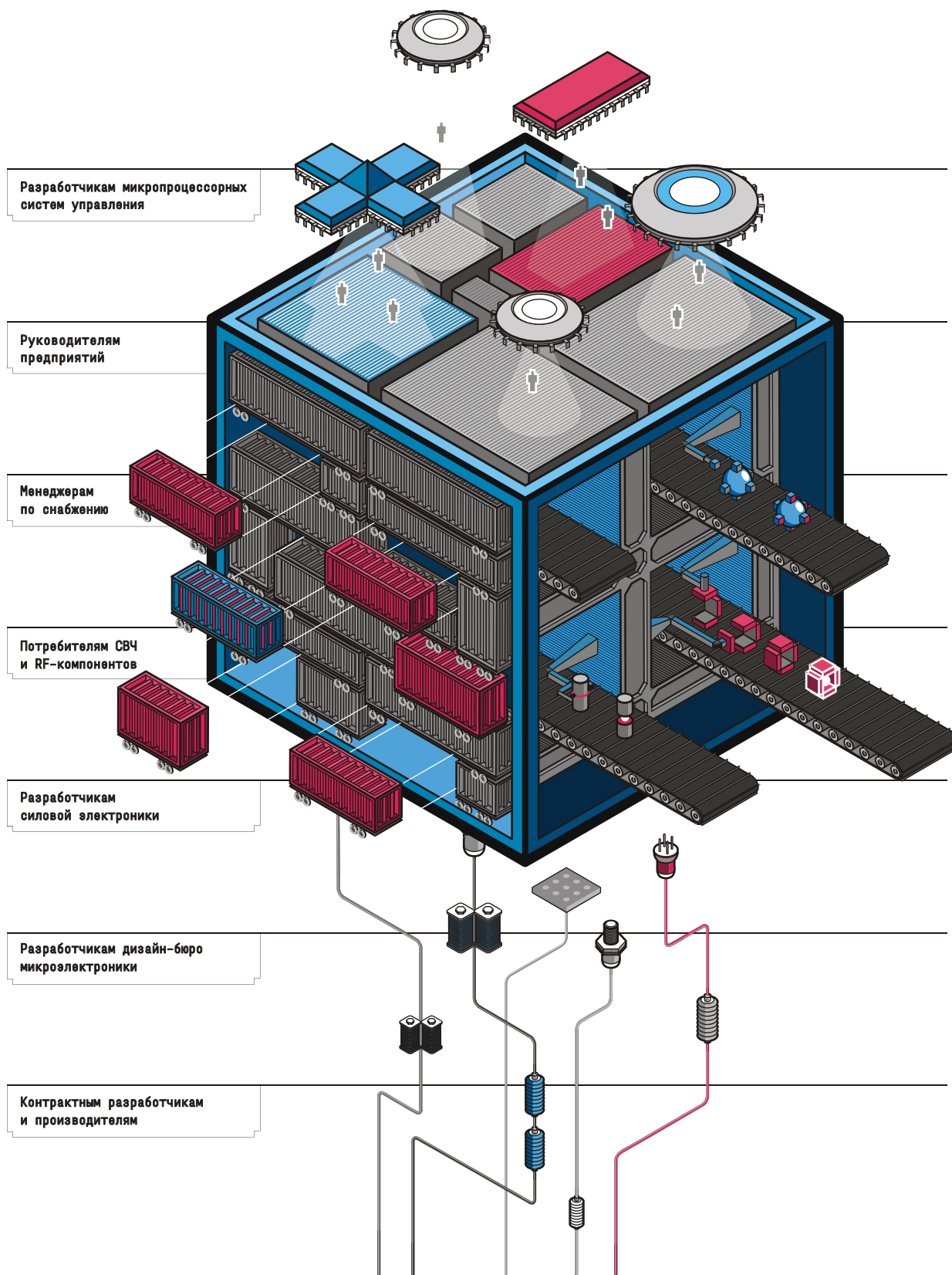


НОВАЯ ЭЛЕКТРОНИКА / РОССИЯ

25-27 МАРТА 2014

МОСКВА
ЭКСПОЦЕНТР
НА КРАСНОЙ ПРЕСНЕ

главная российская выставка электронных компонентов и модулей



Главный редактор:

А. Николаев

Над номером работали:

В. Колесник

В. Копать

И. Краснолобов

С. Муратчаев

А. Николаев

Н. Радунцева

М. Русских

Обложка:

А. Кравчук

Директор:

С. Муратчаев

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

rlocman@rlocman.ru

+7 (495) 721-72-14

www.rlocman.ru

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

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

Мнения авторов не всегда отражают точку зрения редакции.

Оформление
бесплатной подписки:

www.rlocman.ru/magazine

Новости

- 4 Высоковольтные MOSFET STMicroelectronics становятся меньше, тоньше и надежнее
- 4 Vishay разработала сверхпрецизионные выводные фольговые резисторы для аудио приложений
- 6 Telit представила самый миниатюрный на рынке сотовый модуль
- 7 Analog Devices выпустила 16-битный ЦАП с лучшими в отрасли характеристиками и самыми миниатюрными корпусами
- 8 ZMDI расширяет линейку DC/DC преобразователей миниатюрной микросхемой с высоким КПД и выходным током до 12 А
- 8 IAR Systems упрощает разработку и отладку встроенных приложений, основанных на конечных автоматах
- 9 Cree создала новые матрицы светодиодов с беспрецедентной плотностью светового потока
- 10 Миниатюрная антенна Taoglas FXP75 Atom в приложениях 2.4 ГГц втрое эффективнее ЧИП антенн
- 11 Littelfuse выпустила первый 277-вольтный предохранитель, сертифицированный по нормам UL913
- 12 Exar анонсировала семейство самых маломощных в отрасли приемопередатчиков RS-485/RS-422 повышенной надежности
- 13 Texas Instruments представляет самый миниатюрный DC/DC преобразователь 12 В/750 мА
- 14 Epson представляет новые «всечастотные» программируемые VCXO
- 15 Elmos представляет самую миниатюрную микросхему для защиты антенн
- 15 ОУ обеспечивает высочайшую точность измерений в промышленных приложениях
- 16 Vishay создала 5-амперный понижающий преобразователь напряжения с частотой переключения 4 МГц и КПД 95%

Статьи

- 19 Чем отличаются дешевые мультиметры от промышленных
- 24 Новая технология управления моментом переключения твердотельных реле
- 31 Малошумящий повышающе-понижающий регулируемый преобразователь напряжения с выходным током 250 мА на основе зарядового насоса
- 35 MPLAB Harmony: писать программы для PIC32 стало проще
- 41 Hewlett-Packard, Agilent, Avago и Philips Lumileds в истории Кремниевой долины. Часть 2
- 46 Как сделать простой, но точный генератор розового шума

Схемы

- 48 ГУН на основе микросхемы источника опорного напряжения TL431
- 53 Разработка Android-контроллера для управления RGB светодиодной лентой. Часть 2
- 61 Маломощный измерительный усилитель с дифференциальным входом и выходом
- 63 Простая схема индикации разряда батареи

Высоковольтные MOSFET STMicroelectronics становятся меньше, тоньше и надежнее

STMicroelectronics (ST) расширяет три семейства высоковольтных мощных MOSFET, представив два новых варианта корпусов, которые позволят сделать зарядные устройства для аккумуляторов, солнечные микроинверторы и блоки питания компьютеров более компактными, прочными и надежными.



Усовершенствованные корпуса PowerFLAT 5 6 HV и PowerFLAT 5 6 VHV имеют большую длину пути утечки, как между выводами, так и по корпусу, что совершенно необходимо для приборов с рабочим напряжением 650 и 800 В. При этом новые корпуса имеют такие же размеры, как и PowerFLAT 5 6, в которых выпускаются стандартные

100-вольтовые транзисторы. Это на 52% меньше площади популярного корпуса DPAK. Помимо этого, корпус имеет высоту всего 1 мм и снабжен большой вскрытой контактной площадкой вывода стока, с максимальной эффективностью отводящей тепло в печатную плату.

Такое сочетание характеристик одновременно повышает стойкость к высокому напряжению, механическую прочность, надежность и системную плотность мощности.

ST выпустила три 650-вольтовых MOSFET семейства MDmesh V в корпусах PowerFLAT 5 6 HV, установив на них цены, начинающиеся от \$2.20 (для STL12N65M5), и четыре 800-вольтовых MOSFET семейства SuperMESH 5 в корпусах PowerFLAT 5 6 VHV, оптимизированных для сверхвысоковольтных приложений, продающихся по ценам от \$1.50 (STL2N80K5). Все цены приведены для объемов заказанных партий, превышающих 1000 транзисторов.

Кроме того, ST приступила к поставке в корпусах PowerFLAT 5 6 HV образцов новых 600-вольтовых быстродействующих переключательных MOSFET семейства MDmesh II Plus с малым зарядом затвора.

Vishay разработала сверхпрецизионные выводные фольговые резисторы для аудио приложений

Vishay Precision сообщила, что группой ее дочерних компаний, объединенных под брендом Vishay Foil Resistors (Фольговые Резисторы Vishay, VFR), разработана новая серия ультра высокоточных выводных фольговых резисторов с низким уровнем шумов и мини-



мизированными значениями паразитных параметров, предназначенных для аудио приложений класса Hi-End. Защищенные конформным покрытием, низкопрофильные приборы серии AUR имеют номинальный ТКС 0.05 ppm/°C в диапазоне температур 0 ... +60 °C (относительно опорной температуры +25 °C), отклонение сопротивления от номинального значения до $\pm 0.01\%$ и временную стабильность $\pm 0.01\%$ после выдержки под нагрузкой в течение 2000 часов при +70 °C.

При создании звукового оборудования высшего класса тщательный выбор резисторов является одним из важнейших средств минимизации шумов и искажений на пути прохождения сигнала. Типичный аудио уси-

литель состоит из предварительного усилителя напряжения и оконечного усилителя мощности. Предусилитель работает с сигналами низкого уровня, и очень критичен к внутренним шумам резисторов, в то время как от усилителя мощности требуются высокая линейность усиления и минимальные динамические искажения. Металло-фольговые резисторы AUR, благодаря использованию в них холоднокатаной фольги из специального объемного сплава, в полной мере удовлетворяют обоим требованиям.

AUR имеют особую «нешумящую» конструкцию и подвергаются специальной стабилизации в процессе производства, вносящей дополнительный вклад в уменьшение искажений сигнала и повышение прозрачности звучания. Но это еще не все. Резисторы сконструированы так, что ток в смежных токопроводящих участках протекает в противоположных направлениях, взаимно компенсируя паразитные индуктивности, а взаимные емкости соседних областей включены последовательно, минимизируя общую паразитную емкость резистора.

«Многим пользователям досаждают необъяснимые нестабильности и дрейфы, обусловленные шумовыми эффектами и гармоническими искажениями. Они постоянно регулируют и ремонтируют свою аппаратуру, хотя на самом деле этого можно избежать, – сказал Ювэл Херник (Yuval Hernik), старший управляющий отдела разработки приложений VFR. – Причиной нестабильности часто могут быть якобы постоянные резисторы, которые на самом деле постоянными вовсе не являются. Если бы эти резисторы были способны сохранять первоначальные значения своих параметров, не было бы ника-

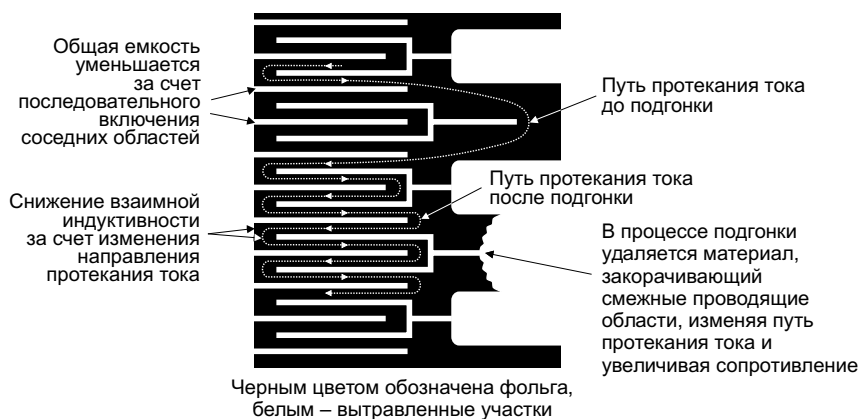
кой необходимости в дорогостоящих схемах управления и компенсации. Вот почему фольговые резисторы являются единственными устройствами, пригодными для подобных приложений».

«Микрофонный шум является паразитным эффектом, в основном, присущим резисторам поверхностного монтажа. Плоскость установленного резистивного элемента параллельна поверхности печатной платы, вибрации которой порождают в нем паразитные сигналы, примерно таким же образом, как диафрагма акустической системы, – продолжал Херник. – Физические колебания печатной платы или мощные звуковые волны, воздействуя на горизонтальный резистивный элемент, вызывают в нем микрофонный эффект».

Резисторы серии AUR выпускаются с сопротивлениями от 5 Ом до 120 кОм. Потребитель имеет возможность заказывать приборы, сопротивления которых выражаются любыми числами из указанного диапазона с точностью до 6 знаков, при этом ни цена, ни сроки поставки не увеличиваются.

Вот перечень остальных технических характеристик резисторов:

- Номинальная мощность рассеивания: 300 мВт при температуре +70 °C;
- Максимальное рабочее напряжение: 300 В;
- Время нарастания: менее 1 нс (причем, переходный процесс происходит практически без «звона»);
- Токовый шум: менее 0.010 мкВ на один вольт приложенного напряжения (< -40 дБ);



Комментарий

Для получения прецизионного сопротивления производится подгонка чипа резистора путем селективного удаления встроенных «закорачивающих перемычек».

Для увеличения сопротивления на заданную величину маркированные области поочередно обрезаются, увеличивая сопротивление на последовательно уменьшающиеся значения. Эта технология снижает эффект «горячих точек» и улучшает долговременную стабильность фольговых резисторов Vishay.

Иллюстрация концепции подгонки сопротивлений.

- Время стабилизации температурного режима: менее 1 с (в пределах 10 ppm от установившегося уровня);
- Коэффициент напряжения: менее 0.1 ppm/V.

«Наиболее подходящими резисторами для высокоточных аудио приложений часто оказываются устройства, предназначенные для монтажа в отверстия. Они специально разработаны для работы при повышенных уровнях мощности, имеют более точные допуски, лучшую долговременную стабильность, занимают при этом меньше места на плате и допускают отмычку растворителями, – добавил Херник. – Стабильность устройств

для монтажа в отверстия выше за счет того, что они не подвергаются термомеханическим нагрузкам со стороны печатной платы. А резисторы AUR, в отличие от других резисторов, устанавливаемых в отверстия платы, не требуют запаса по высоте для формовки выводов, необходимой для снятия с них напряжений, поскольку эта задача уже решена на уровне внутренней конструкции приборов».

В настоящее время доступны как единичные образцы, так и промышленные количества резисторов AUR. Срок поставки составляет две недели для образцов, и восемь недель для больших партий.

Telit представила самый миниатюрный на рынке сотовый модуль

Самый миниатюрный в мире коммуникационный GSM/GPRS модуль GE866-QUAD в корпусе LGA имеет размеры 13 × 17 мм

Компания Telit Wireless Solutions сообщила о выпуске самого миниатюрного в мире сотового модуля стандарта 2G, в производстве которого впервые используется передовая технология герметизации «Conformal Coating». Прибор, содержащий интерпретатор языка описания сценариев Python, способен обеспечивать полнофункциональную сотовую связь и автономно выполнять приложения пользователя, не нуждаясь в каких-либо дополнительных схемах. Площадь корпуса нового модуля составляет всего 227 мм², что приблизительно вдвое меньше стандартной SIM-карты.



Созданный для глобального рынка GSM 850/900/1800/1900 МГц, четырехдиапазонный движок модуля GE866-QUAD обеспечи-

вает обмен данными по протоколам GPRS class 10 и 3GPP Release 4. Он оснащен высокоскоростным интерфейсом UART ITU-T V.24, семью портами ввода/вывода, а также АЦП и ЦАП. Для упрощения разработки приложений и интеграции их в систему компания предлагает RIL драйверы для основных операционных систем.

Встроенный интерпретатор сценариев, написанных на языке Python, позволяет процессорному ядру сотового модуля выполнять пользовательские приложения, которые, наряду с прочим, могут непосредственно взаимодействовать с дополнительными GNSS модулями Telit, образуя законченные ультра миниатюрные устройства слежения за местоположением. Благодаря самому низкому в своем классе потреблению энергии, рекордно малым размерам и входам/выходам общего назначения, работающим при напряжении питания 1.8 В, GE866-QUAD будет идеальным прибором для сегмента портативных изделий с батарейным питанием. Свой новый продукт Telit рассчитывает увидеть в интеллектуальных приборах учета, мобильных POS терминалах, щитах аварийной сигнализации, носимых устройствах медицинского контроля и в малогабаритном телемеханическом оборудовании.

Analog Devices выпустила 16-битный ЦАП с лучшими в отрасли характеристиками и самыми миниатюрными корпусами

Analog Devices выпустила новый ЦАП AD5683R. Одноканальный 16-битный прибор из семейства nanoDAC+ продолжает серию nanoDAC на новом уровне характеристик и с еще меньшими размерами корпусов. Сочетание бескомпромиссной интегральной нелинейности ± 2 LSB, встроенного источника опорного напряжения 2.5 В с температурным коэффициентом 2 ppm/°C и сверхминиатюрных корпусов позволит разработчикам расширить диапазон приложений, высокая точность которых не будет достигаться ценой увеличения площади печатной платы.

Набор совместимых по выводам доступных опций с разрешением 16, 14, 12 и 10 бит дает возможность использовать одну универсальную конструкцию для различных по характеристикам решений в области средств коммуникационной инфраструктуры, управления производственными процессами, здравоохранения и измерительной техники.

Основные особенности 16-битной микросхемы nanoDAC AD5683R

- Интегральная нелинейность, не превышающая ± 2 LSB, позволяет использовать преобразователь в приложениях с разомкнутой обратной связью;
- Внутренний источник опорного напряжения 2.5 В с нестабильностью 2 ppm/°C делает ненужной температурную калиб-



ровку системы и экономит площадь печатной платы;

- Общая погрешность без подстройки, не превышающая 2 мВ, позволяет отказаться от первоначальной калибровки и регулировки;
- 8-выводной корпус LFCSP 2 2 мм и 10-выводной MSOP предоставляют больше функциональности на меньшей площади печатной платы;
- Устойчивость к электростатическому разряду 4 кВ (модель человеческого тела) обеспечивает надежность системы;
- В ближайшее время появятся версии с интерфейсом I²C.

Доступность и цены

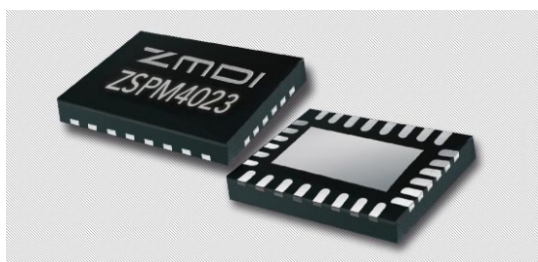
Микросхема	Состояние производства	Разрешение	Интегрированный ИОН	Интерфейс	Цена за ед. в партии из 1000 шт.	Корпус
AD5683R	СЕРИЯ	16 бит	Есть	SPI	\$3.15	LFCSP 8 выв., MSOP 10 выв.
AD5683	СЕРИЯ	16 бит	Нет	SPI	\$2.50	LFCSP 8 выв.
AD5682R	СЕРИЯ	14 бит	Есть	SPI	\$2.30	LFCSP 8 выв.
AD5681R	СЕРИЯ	12 бит	Есть	SPI	\$1.90	LFCSP 8 выв., MSOP 10 выв.
AD5310R	СЕРИЯ	10 бит	Есть	SPI	\$1.29	MSOP 10 выв.

AD5683R могут использоваться в программируемых логических контроллерах, картах ввода/вывода и других устройствах

совместно с недорогим одноканальным прецизионным формирователем сигналов тока и напряжения AD5750-2.

ZMDI расширяет линейку DC/DC преобразователей миниатюрной микросхемой с высоким КПД и выходным током до 12 А

Компания ZMDI объявила о выпуске нового высокоэффективного понижающего стабилизатора постоянного напряжения для приложений без гальванической развязки. ZSPM4023 – это однофазный понижающий стабилизатор с встроенным драйвером и силовым MOSFET, способный работать в широком диапазоне входных напряжений и отдавать в нагрузку ток до 12 А. Микросхемой ZSPM4023 ZMDI расширила семейство решений для питания аналоговых систем, предназначенных для использования в простых высокопроизводительных однофазных приложениях, включая серверы, телекоммуникационное оборудование, системы хранения данных и потребительские устройства.



ZSPM4023 расширяет возможности анонсированной ранее микросхемы ZSPM4022, при таких же параметрах и КПД позволяя работать с более высокими входными напряжениями, как того требуют современные приложения. ZSPM4023 обеспечивает высокий КПД преобразования во всех диапазонах нагрузок, с возможностью автоматического переключения на прерывистый или непрерывный режим работы, в зависимости от требований нагрузки. Высокая эффективность

при слабой нагрузке достигается за счет прерывистого режима работы, в котором регулятор отключает все ненужные цепи и сводит к минимуму собственное потребление. В прерывистом режиме работы общее потребление устройства составляет всего 450 мкА. В дополнение, высокая степень интеграции регулятора позволяет упростить проектирование, уменьшить стоимость комплектации и занимаемое пространство.

Особенности ZSPM4023:

- Высокий КПД при любой нагрузке
- Широкий диапазон входных напряжений: от 4.5 В до 28 В
- Высокий уровень интеграции, уменьшающий время разработки, цену комплектующих и объем
- Низкое собственное потребление
- Высокое соотношение между входным и выходным напряжением (например, $U_{ВХ} = 28 В$, $U_{ВЫХ} = 0.8 В$)
- Широкий диапазон рабочих температур: от $-40^{\circ}C$ до $125^{\circ}C$

Доступность и цены

ZSPM4023 выпускается серийно и, в зависимости от выходного тока, предлагается в трех вариантах ZSPM4023-12 (12 А), ZSPM4023-09 (9 А), и ZSPM4023-06 (6 А). Микросхемы и оценочный набор для ZSPM4023 можно приобрести в компании ZMDI.

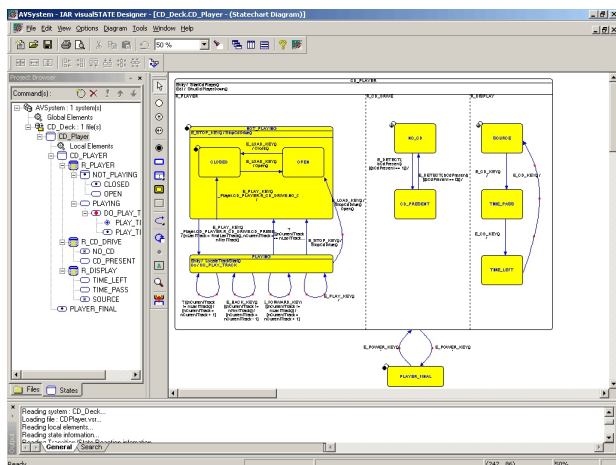
В партиях объемом 1000 микросхем ZSPM4023-12 стоят €1.46 или \$2.05 за штуку.

IAR Systems упрощает разработку и отладку встроенных приложений, основанных на конечных автоматах

IAR Systems выпустила новую версию графической среды разработки IAR visualSTATE, основанной на принципе конечных автоматов. В версию 7.2 включено несколько новых функций, упрощающих проектирование больших систем для встроен-

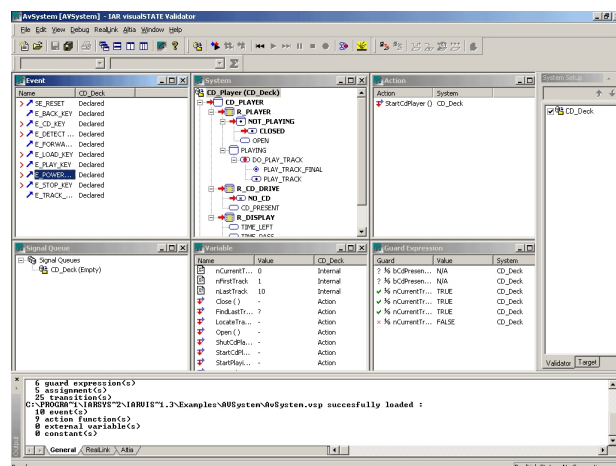
ных приложений, в том числе, обновленные руководства пользователя и новая система управления лицензиями.

IAR visualSTATE позволяет разработчикам строить их системы, начиная с верхнего уровня, структурировать комплексные задачи,



постепенно добавлять детализированные функции и автоматически генерировать код, на 100% соответствующий проекту. Среда также обеспечивает расширенную формальную верификацию, анализ и проверку, которые могут использоваться для подтверждения того, что приложения работают именно так, как и предполагалось. Для повышения простоты использования и упрощения проектирования и процесса отладки разработчиками очень больших систем, в IAR visualSTATE был обновлен симулятор конечных автоматов. Теперь он позволяет описывать значения, возвращаемые функциями действий, как последовательность значений, которые будут возвращены при каждом обращении к функции. Кроме того, теперь симуляция может управляться файлами последовательностей событий, которые создаются отдельно при помощи очень простого синтаксиса. Еще одна новая функциональность включает поле поиска, упрощающая подробное описание событий, состояний и действий а проектах с большим количеством элементов.

Также в версию 7.2 IAR visualSTATE добавлены обновленные руководства пользователя, документация и новая система управления лицензиями (LMS), которая упрощает администрирование системы за счет возможности временного использования сетевой лицензии за пределами сети (commuter licenses), автоматической активации лицензии и поддержки виртуальных серверов.



IAR visualSTATE полностью интегрирована с мощным компилятором C/C++ и отладочным инструментарием IAR Embedded Workbench. При совместном использовании этих инструментов доступна полноценная отладка конечного автомата непосредственно на устройстве. IAR Systems также предлагает автономный инструмент просмотра Viewer для пользователей IAR visualSTATE. Viewer может использоваться для просмотра, но не редактирования, файлов моделей, и может распространяться бесплатно для ознакомления и обсуждения проектов с другими участниками, не входящими в команду разработчиков.

Сree создала новые матрицы светодиодов с беспрецедентной плотностью светового потока

Самая высокая в отрасли плотность светового потока открывает новые возможности создателям светодиодных осветительных приложений

Три новые матрицы светодиодов, разработанные Cree, заставят по-новому взглянуть на возможности использования светодиодов в осветительных приложениях высокой интенсивности. Светоотдача матриц высокой плотности XLamp CXA2590, CXA1850 и CXA1310 удвоена, по сравнению с существующими матрицами стандартной плотности, при сохранении прежних размеров приборов. Беспрецедентное увеличение плотности светового потока позволит полностью заменить металлокерамические галогенные (СМН) источники света, расширить возможности узконаправленных светодиодных

ющими матрицами стандартной плотности, при сохранении прежних размеров приборов. Беспрецедентное увеличение плотности светового потока позволит полностью заменить металлокерамические галогенные (СМН) источники света, расширить возможности узконаправленных светодиодных

источников и разработать новые устройства, создание которых на основе светодиодов предыдущих поколений было невозможно.

Излучая более 15,500 лм с поверхности диаметром 19 мм, матрица CXA2590 позволит создавать осветительные приборы с той же СВСР (сила света в направлении оси лампы) и таким же качеством излучения, как в 150-ваттных СМН, но более эффективные, с большим ресурсом и лучшей управляемостью. CXA1850 отдает более 9,000 лм с поверхности диаметром 12 мм, и сможет использоваться для замены 70-ваттных СМН с вдвое меньшей потребляемой мощностью и такой же СВСР. Светодиодная матрица CXA1310 излучает поток свыше 2,000 лм при диаметре источника света 6 мм. На основе этих приборов изготовители смогут конструировать малогабаритные и эффективные трековые светильники, вдвое сократив размеры эквивалентов галогенных ламп и, одновременно, вдвое увеличив показатель СВСР и на 30% сократив потребление мощности.

Оставаясь лидером отрасли, Cree предлагает богатый ассортимент многоэлементных светодиодов, в том числе, единственный в мире набор светодиодных матриц высокой плотности. Разнообразие геометрических и



световых характеристик новых приборов серии CXA поможет производителям светотехники расширить номенклатуру выпускаемых изделий в диапазоне от малогабаритных аналогов галогенных и СМН ламп до систем освещения спортплощадок и стадионов. Разработчики, использующие CXA, по достоинству оценят и возможность повышения светотдачи без увеличения размеров.

Имеющие лучшую в отрасли насыщенность цвета приборы Cree XLamp CXA, созданные для конструкций, состоящих из одного светодиода, тестируются и разбраковываются при температуре 85 °С, могут иметь цветовую температуру от 2700 К до 6500 К) и индекс цветопередачи и 70, 80 и 95. Образцы новых многоэлементных светодиодов могут предоставляться немедленно. Промышленные партии поставляются заказчикам в рамках стандартных сроков.

Миниатюрная антенна Taoglas FXP75 Atom в приложениях 2.4 ГГц втрое эффективнее ЧИП антенн

Международный консорциум поставщиков потребительской электроники выбрал разработанную компанией Taoglas антенну Atom для своей новой Bluetooth мини-гарнитуры

Ирландская компания Taoglas начала производство миниатюрных гибких печатных антенн FXP75 Atom, предназначенных для приложений диапазона 2.4 ГГц. Характеристики новой антенны «Atom» улучшены втрое по сравнению с ЧИП антеннами сопоставимых размеров, предлагаемыми на сегодняшнем рынке. В отличие от ЧИП антенн, эта



ультра тонкая миниатюрная несимметричная антенна имеет КПД 45% для любых приложений Bluetooth, Wi-Fi, ZigBee, Zwave и ISM, работающих в стандарте 802.11bg диапазона частот 2.4 ГГц.

«Одним из первых потребителей заказных версий антенн FXP75 Atom стал международный консорциум поставщиков потребительской электроники, использовавший антенны в Bluetooth наушниках для повышения качества их звучания и увеличения срока службы батарей, – сообщил Ронан Куинлан (Ronan Quinlan) соучредитель и член правления Taoglas Group. – У меня была личная мечта – сделать самую маленькую в мире Bluetooth антенну с кабелем, которая при

больших объемах производства была бы ультра надежной. И она сбылась. Наша команда, возглавляемая старшим инженером, доктором Элеазаром Зунигом (Eleazar Zuniga), здесь, в Ирландии, разработала и испытала, а потом испытывала еще и еще на протяжении 12 месяцев, новую антенну для приложений 2.4 ГГц. Мы гордимся тем, что FXP75 при размерах 5.9 4.1 0.24 мм имеет бескомпромиссную эффективность, на которую не влияет окружение самых плотно упакованных устройств».

Секреты уникальных характеристик FXP75 Atom

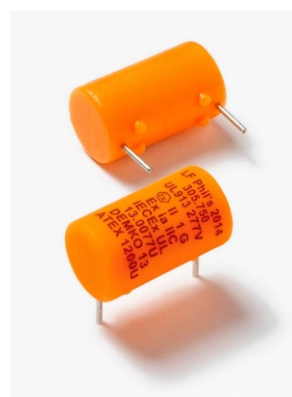
- Благодаря использованию уникального гибкого полимерного материала, в миниатюрных, забитых помехами приложениях антенна Atom обладает намного более высокой эффективностью, чем имеющиеся на рынке ЧИП антенны. Недостаток места на печатной плате для трассировки полноценных полосковых линий и земли не позволяет поднять КПД типичных ЧИП антенн, используемых в современных,
- постоянно уменьшающихся в размерах устройствах, выше 15-20%.
- Для монтажа антенны достаточно лишь удалить защитную пленку, воспользовавшись клеящей лентой 3М, и приклеить ее. Таким образом, теперь антенну можно установить в любом месте устройства на любой поверхности.
- Антенна настолько мала, что может быть размещена сколь угодно далеко от металлических предметов и источников электрических шумов для того, чтобы расширить радиус действия и снизить потребление мощности.
- Антенны серии Atom поставляются в комплекте с кабелем и разъемом для подключения к основной плате или модулю. Это позволяет повысить эффективность излучения, расположив антенну вне печатной платы, и одновременно освободить место для других компонентов.
- С антенной Atom, имеющей толщину бумаги, можно уменьшить толщину любого устройства. Для заказа новых антенн FXP75 следует обращаться непосред-

Littelfuse выпустила первый 277-вольтный предохранитель, сертифицированный по нормам UL913

Разработаны для более высоковольтных приложений в электрооборудовании, работающем в опасных условиях

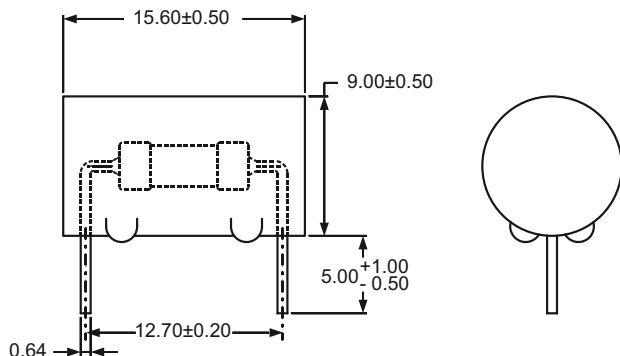
Littelfuse выпустила первый искробезопасный предохранитель с рабочим напряжением 277 В, сертифицированный по нормам последней редакции стандарта безопасности UL913. Приборы серии PICO 305 являются герметизированными предохранителями с большой разрывной способностью (1500 А) и широким диапазоном номинальных токов от 50 мА до 750 мА. Устройства разработаны для эксплуатации во взрывоопасной среде аппаратуры, используемой в нефтегазовой, добывающей, химической, фармацевтической и пищевой отраслях промышленности.

Использование сертифицированных на искробезопасность устройств является обязательным требованием к оборудованию, работающему в определенных потенциально взрывоопасных зонах. Конструкция предохранителей серии PICO 305 и их герметизи-



рующей оболочки предотвращает опасные газы или пыль от контакта с искрами и теплом. Они могут использоваться в искробезопасном оборудовании с напряжением не превышающем 277 В с.к.з. Предохранители сертифицированы не только лабораторией Underwriters Laboratories, но и прошли испытания на соответствие требованиям дирек-

тив АTEX и IECEx. Подобно 125-вольтовым предохранителям серии PICO 259-UL913, приборы PICO 305 предназначены для тестового, измерительного и технологического электронного и электрического оборудования, для контроллеров двигателей, освети-



тельной аппаратуры, расходомеров, систем управления и автоматизации технологических процессов, для датчиков и другой искро-

безопасной аппаратуры. На сегодня PICO 305 и PICO 259-UL913 являются единственными предохранителями на рынке, сертифицированными по нормам UL913.

Преимущества

- Не допускают попадания тепла и искр во взрывоопасную среду, содержащую пыль или газы
- Снижают общую стоимость системы за счет исключения дополнительных операций герметизации или заливки компаундом
- Повышают общую безопасность устройств, находящихся в опасных для человеческой жизни местах

Доступность

PICO 305 поставляются россыпью в пакетах по 5, 100, или 1000 штук. Заказать образцы можно через авторизованных дистрибьюторов Littelfuse.

Ехаг анонсировала семейство самых маломощных в отрасли приемопередатчиков RS-485/RS-422 повышенной надежности

Устройства XR3070-78X работают при напряжении питания 3.3 В и выдерживают подключение к шинам ± 18 В

Компания Ехаг анонсировала семейство приемопередатчиков RS-485/RS-422 повышенной надежности, предназначенных для тяжелых условий эксплуатации. Выводы аналоговых шин микросхем XR3070-78X выдерживают прямое подключение к напряжению ± 18 В, а степень их устойчивости к электростатическим разрядам соответствует Уровню 4 стандарта IEC. Микросхемы работают при напряжении питания 3.3 В и имеют рекордно малый для отрасли ток покоя, равный 300 мкА. Это вдвое меньше, чем у аналогов с подобным уровнем защиты. Семейство из

девяти устройств, поддерживающее скорости обмена данными до 20 Мбит/с, как в полно-, так и в полудуплексной конфигурациях, предназначено для использования в электросчетчиках, системах автоматизации зданий, в технических средствах безопасности, устройствах управления технологическими процессами и в других промышленных приложениях.

Обычной практикой в подобных приложениях является использование общего кабеля, как для линий передачи данных, так и для питания 15 В AC или 12 В DC. При повреждении кабеля или его неправильном подключении это напряжение может попасть на приемопередатчик, что неизбежно выведет из строя стандартные устройства RS-485. XR3070-78X обеспечивают недорогую но эффективную защиту от замыканий на шины с напряжением до ± 18 В, и, одновременно, от электростатических разрядов с параметрами, превышающими требования IEC Level 4. Необходимо подчеркнуть, что предписания



стандарта IEC значительно строже спецификации HBM (в основном, в части величин токов), на которую обычно ориентируются производители полупроводниковых приборов.

Основные характеристики

XR3070-78X содержат по одному приемнику и передатчику RS-485/422, работают от напряжения 3.0 ... 3.6 В (3.3 В $\pm 10\%$) и полностью соответствуют стандартам TIA/EIA-485 и TIA/EIA-422. Выводы шины данных имеют усиленную защиту от электро-

статических разрядов до ± 15 кВ (± 15 кВ по спецификации IEC 61000-4-2 разряд через воздушный промежуток, ± 8 кВ IEC 61000-4-2 контактный разряд, ± 15 кВ HBM). Остальные выводы имеют уровень защиты ± 4 кВ HBM.

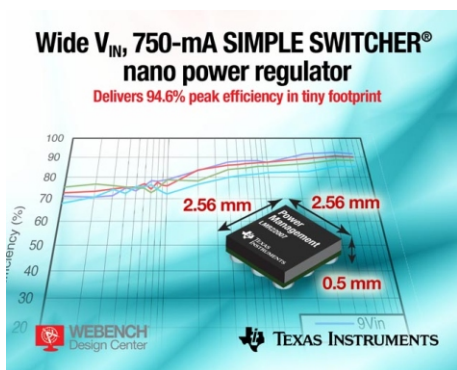
Доступность и цены

XR3070-78X выпускаются в стандартных промышленных корпусах NSOIC с 8 или 14 выводами. Рекомендованная розничная цена одной микросхемы семейства XR3070-78X составляет \$1.25 при объеме закупки партии 1000 шт.

Texas Instruments представляет самый миниатюрный DC/DC преобразователь 12 В/750 мА

Миниатюрный импульсный микромощный преобразователь SIMPLE SWITCHER обеспечивает пиковый КПД 94.6 %, занимая на плате всего 30 мм²

Texas Instruments представила самый миниатюрный в отрасли DC/DC преобразователь 12 В/750 мА. Имея отличные характеристики и сверхминиатюрные размеры, новый преобразователь из семейства SIMPLE SWITCHER будет востребован в потребительских, промышленных и автомобильных приложениях с ограниченным объемом и высокой плотностью мощности. Объединив множество функций в миниатюрном корпусе, занимающем площадь всего 2.56 мм², преобразователь существенно облегчит инженерам создание источников питания, и вместе с отмеченным многочисленными наградами инструментом онлайн проектирования WEBENCH упростит и ускорит процесс разработки.



Импульсный преобразователь LMR22007 имеет режим работы, обеспечивающий высокую эффективность при малых нагрузках.

Схема управления обеспечивает быструю переходную характеристику и превосходное качество стабилизации при изменениях нагрузки и входного напряжения. LMR22007 выдает непрерывный ток до 750 мА и имеет ограничитель входного тока с настраиваемым порогом, предотвращающий чрезмерные пусковые токи и защищающий входной источник питания при включении. Полная схема источника питания на LMR22007 с несколькими внешними компонентами занимает меньше 30 мм².

LMR22007 присоединился к семейству импульсных преобразователей SIMPLE SWITCHER компании Texas Instruments, которое насчитывает уже более 50 микросхем с выходным током от 100 мА до 5 А для приложений с широким диапазоном входных напряжений.

Ключевые особенности LMR22007

- Миниатюрный регулятор с выходным током 750 мА и диапазоном входных напряжений от 2.7 В до 20 В.
- Выходное напряжение от 0.9 В до 5.5 В.
- Выдерживает выбросы входного напряжения до 24 В.
- Работает с разнообразными источниками питания: Li-Ion, USB, 5 В и 12 В.
- Встроенный синхронный MOSFET обеспечивает пиковый КПД до 94.6%.

- Номинальная частота преобразования 2.1 МГц.
- Архитектура цепей управления не требует внешней частотной компенсации цепи обратной связи и обеспечивает сверхбыструю переходную характеристику.
- 9-выводной корпус CSP с размерами 1.6 1.6 0.5 мм имеет оптимальное расположение выводов, позволяющее разместить схему на двухсторонней печатной плате без переходных отверстий.

- Встроенная схема мягкого старта.
- Встроенный бутстрепный конденсатор.
- Защита от перегрева.

Доступность и цены

Преобразователь LMR22007 выпускается в промышленных объемах и может быть приобретен непосредственно у TI или у авторизованных дистрибьюторов по цене \$0.89 за штуку при размере партии 1000 микросхем.

Epson представляет новые «всечастотные» программируемые VCXO

Epson создала программируемые VCXO с самым низкими в мире джиттером и потребляемой мощностью

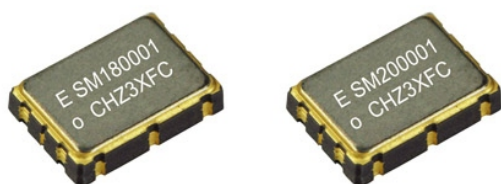
Компания Seiko Epson Corporation представляет два программируемых управляемых напряжением кварцевых генератора (VCXO) с низким уровнем джиттера. Частота новых продуктов VG7050EAN и VG7050ECN программируется в диапазоне от 50 МГц до 800 МГц, при этом приборы демонстрируют самый низкий джиттер в отрасли программируемых VCXO (270 фс на частоте 622.08 МГц) и самое низкое энергопотребление (70 мА при 3.3 В).

VG7050EAN и VG7050ECN – «всечастотные» программируемые VCXO – позволяют, например, оборудованию оптической передачи данных с одним генератором поддерживать несколько протоколов и скоростей линии передачи. Ранее в оборудовании использовали либо один генератор, который для перехода на новую частоту приходилось заменять, либо несколько генераторов с набором фиксированных частот, которые увеличивали площадь и стоимость печатной платы. В поисках решения этих проблем Epson создала новые маломощные программируемые VCXO с низким джиттером, объе-

динив в них высокую точность и стабильность высокочастотного кварцевого кристалла, способного на фундаментальной гармонике генерировать частоты выше 100 МГц, с интегральной схемой ФАПЧ с дробным коэффициентом деления. Такие резонаторы, называемые HFF (high-frequency fundamental), надежнее резонаторов, работающих на третьей гармонике, и имеют лучшие параметры фазовых шумов и джиттера, чем низкочастотные резонаторы, работающие на основной частоте. В результате в VG7050EAN и VG7050ECN достигнут самый низкий в мире уровень джиттера (270 фс) среди программируемых VCXO, работающих на частотах SONET (622.08 МГц) и Ethernet (156.25 МГц).

Частота и диапазон абсолютной нестабильности (APR) приборов VG7050EAN и VG7050ECN программируются в процессе производства. Настройки по умолчанию могут быть перезаписаны пользователем с помощью шины I2C, что позволяет запрограммировать любую выходную частоту и любую APR. Для упрощения многопротокольных конструкций в генераторе VG7050ECN имеется возможность выбора одной из четырех частот с помощью внешних выводов.

Двигаясь вперед, Epson будет использовать свои уникальные технологические преимущества в микротехнологии производства кварцевых резонаторов и полупроводников, предоставляя клиентам безопасные, простые в использовании и надежные решения.



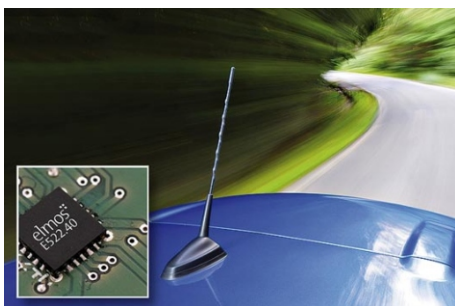
Управляемые напряжением программируемые кварцевые генераторы VG7050EAN (слева) и VG7050ECN (справа).

Elmos представляет самую миниатюрную микросхему для защиты антенн

E522.40 питания с интерфейсом I²C для защиты двух антенн с фантомным питанием

Elmos представляет компактную микросхему E522.40, предназначенную защиты одной или двух антенн. Полупроводниковое устройство в состоянии обеспечить защиту антенной системы от электростатического разряда, замыкания на землю или батарею, а также от перегрева самой микросхемы.

Интерфейс I²C позволяет обращаться к нескольким устройствам при помощи всего лишь двух линий связи. Микросхема поставляется в миниатюрном корпусе QFN20L5.



Микросхема может использоваться в антенных приложениях при входных напряжениях от 4.5 В до 25 В. Два независимых выходных напряжения от 3.3 В до напряжения аккумулятора могут быть установлены при помощи внешних делителей напряжения.

Несмотря на малые размеры, прибор обладает обширным набором диагностических функций. Благодаря наличию интерфейса I²C в сочетании с 8-битным АЦП, имеется возможность мониторинга выходных напряжений и токов в реальном времени. Уровни недостаточного и превышенного напряжений задаются независимо для каждого выхода, и, если это допустимо, может использоваться функция автоматического отключения.

Дополнительный аналоговый датчик на входе в сочетании с программируемым цифровым выходом может использоваться для мониторинга третьей линии фантомного питания или для реализации дополнительных функций.

ОУ обеспечивает высочайшую точность измерений в промышленных приложениях

В 36-вольтовом RRIO ОУ компании TI сочетаются малые смещение и дрейф с высокой скоростью установления, что позволит улучшить характеристики прецизионных АЦП

Texas Instruments (TI) представила первый в отрасли 36-вольтовый Rail-to-Rail по входу и выходу (RRIO) операционный усилитель (ОУ), прецизионные параметры смещения и дрейфа которого реализованы без использования технологий автоподстройки нуля. ОРА192 имеет неизменный дрейф напряжения смещения во всем диапазоне рабочих температур, что исключает необходимость калибровки на системном уровне.

Малое время установления и большой выходной ток, в сочетании с высокой точностью, позволяют разработчикам использовать устройство для управления аналого-цифровыми преобразователями в высоково-

льтных прецизионных системах сбора данных, включая тестовые и измерительные системы, а также промышленные датчики и элементы управления.

Основные возможности и преимущества ОРА192:

- **Лучшая в отрасли точность:**

Использование не имеющей аналогов в отрасли запатентованной технологии подгонки параметров, выполняемой после корпусирования микросхемы, без использования внутренней автоподстройки нуля обеспечивает напряжение смещения 5 мкВ и температурный дрейф смещения

0.2 мкВ/°С, что увеличивает точность схем обработки сигналов промышленных датчиков.

- **Точный 36-вольтовый диапазон входных напряжений:**

RRIO обеспечивает максимальный динамический диапазон входного сигнала для прецизионных измерений высоких напряжений в приложениях промышленной автоматизации и управления.

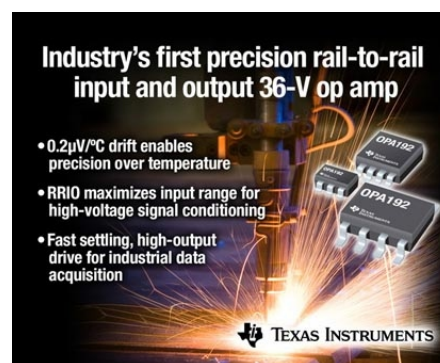
- **Мощный выходной каскад:**

Выходной ток 60 мА при допустимой емкостной нагрузке 1 нФ гарантируют стабильность системы в схемах высоковольтных буферов и мультимплексоров сбора данных.

Средства разработки и поддержка

OPA192 поддерживается четырьмя новыми базовыми проектами для прецизионных приложений, помогающими инженерам быстро оценить и настроить систему:

- 16-битная, 4-канальная система мультимплексированного сбора данных с быстродействием 400 KSPS, с высоковольтными входами и низким уровнем искажений.
- Комбинированный выходной терминал ток/напряжение для промышленных приложений.
- Оценочный проект управления емкостной нагрузкой с использованием изолирующего резистора.
- Базовый проект ограничителя скорости нарастания выходного напряжения на одном ОУ.



Также доступна TINA-TI SPICE модель для схем TI Precision Design, которая поможет точно смоделировать и отладить схему.

Для быстрой оценки функциональности и универсальности OPA192 предлагается оценочный модуль с DIP адаптером или универсальный оценочный модуль для ОУ.

OPA192 также поддерживается системой WEBENCH Filter Designer компании TI – интерактивным инструментом, позволяющим инженерам проектировать, оптимизировать и моделировать законченные проекты многоступенчатых активных фильтров в течение нескольких минут.

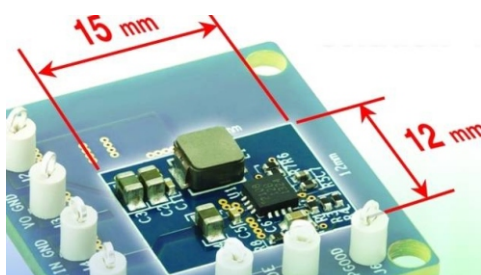
Дополнительная поддержка доступна на форуме Precision Amplifier в сообществе TI E2E, где инженеры могут поискать решения, получить помощь, обменяться знаниями и решить проблемы с помощью инженеров и экспертов TI.

Упаковка, наличие и стоимость

OPA192 предлагаются в трех вариантах корпусов по рекомендованной розничной цене \$1.35 при партии в 1000 штук: SO-8 5 4 мм, MSOP-8 3 3 мм и SOT23-5 3 1.75 мм.

Vishay создала 5-амперный понижающий преобразователь напряжения с частотой переключения 4 МГц и КПД 95%

Компания Vishay Intertechnology расширила свое семейство microBUCK интегрирован-



ных понижающих преобразователей напряжения новым устройством с выходным током 5 А и частотой переключения до 4 МГц. SiP12108 в миниатюрном корпусе QFN-16 размером 3 3 мм содержит интегрированные силовые MOSFET верхнего и нижнего плеча, и позволяет разработчикам создавать законченные высокоэффективные решения на площади всего 180 мм².

Высокая частота переключения SiP12108 позволяет создавать компактные конструк-

ции с минимальным количеством элементов, что делает его идеальным устройством для систем распределенного питания с выходным напряжением 3.3 В или 5 В, используемым в большом количестве приложений с ограниченным пространством, таких, как вычислительные устройства, бытовая электроника, телекоммуникационное и промышленное оборудование. Типичными продуктами, на которые ориентированы новые приборы, являются процессоры малой мощности, сетевые процессоры, DSP, FPGA, специализированные микросхемы, модули памяти, ТВ-приставки, видеорегистраторы и многое другое.

Диапазон входных напряжений SiP12108 составляет от 2.8 В до 5.5 В, а выходное напряжение регулируется до 0.6 В с точностью $\pm 1\%$. При выборе экономичного режима микросхема позволяет достичь 95% КПД во всем диапазоне токов нагрузки. Архитектура с обратной связью по току и постоянным временем включенного состояния (CM-COT) обеспечивает очень быструю переходную характеристику при минимальной выходной емкости, а также низкий уровень пульсаций при облегченной нагрузке.

SiP12108 имеет полный набор средств защиты, включая защиту от повышенного и пониженного выходного напряжения, отключение при перегреве, блокировку при снижении входного напряжения, встроенная цепь мягкого запуска и индикатор «Питание в норме». Версия «А», SiP12108A, не имеет функции защиты от снижения выходного напряжения. Регулятор устойчив, независимо от величины ESR используемых конденсаторов, полностью отвечает требованиям директивы RoHS и не содержит галогенов.

При полной совместимости с 3-амперной моделью SiP12107 по размерам корпуса и расположению выводов, SiP12108 предлагает простое решение для перехода к более высоким выходным токам. Фирменный бесплатный онлайн симулятор PowerCAD предоставляет разработчикам быстрый и удобный способ проверки и оптимизации схем, использующих SiP12107, SiP12108, SiP12108A, или любые другие микросхемы семейства DC/DC преобразователей microBUCK.

Доступны как единичные образцы SiP12108, так и промышленные объемы. При больших объемах заказов срок поставки составляет 10...12 недель.

0+

15-17 АПРЕЛЯ | 2014

МЕСТО
ПРОВЕДЕНИЯ

**МОСКВА
КРОКУС ЭКСПО**

ПАВИЛЬОН 1, ЗАЛЫ 1, 2, 3

ВСЕ ЦВЕТ
ЭЛЕКТРОНИКИ

ufi
Approved
Event

Е•Х•Р•О ELECTRONICA



17-Я МЕЖДУНАРОДНАЯ ВЫСТАВКА
ЭЛЕКТРОННЫХ КОМПОНЕНТОВ
И КОМПЛЕКТУЮЩИХ

**Обладатель
звания «Лучшая
выставка России»**

по тематике «Электроника
и комплектующие»
во всех номинациях*



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

Организаторы:



primexpo



ITE GROUP PLC

т. (812) 380 6003/07/00,

ф. (812) 380 6001,

e-mail: electron@primexpo.ru

Совместно с выставками:



electrontech

**LEDTECH
EXPO**

Получите электронный билет на сайте
www.expoelectronica.ru

Чем отличаются дешевые мультиметры от промышленных

Tak Tsang, Agilent Technologies

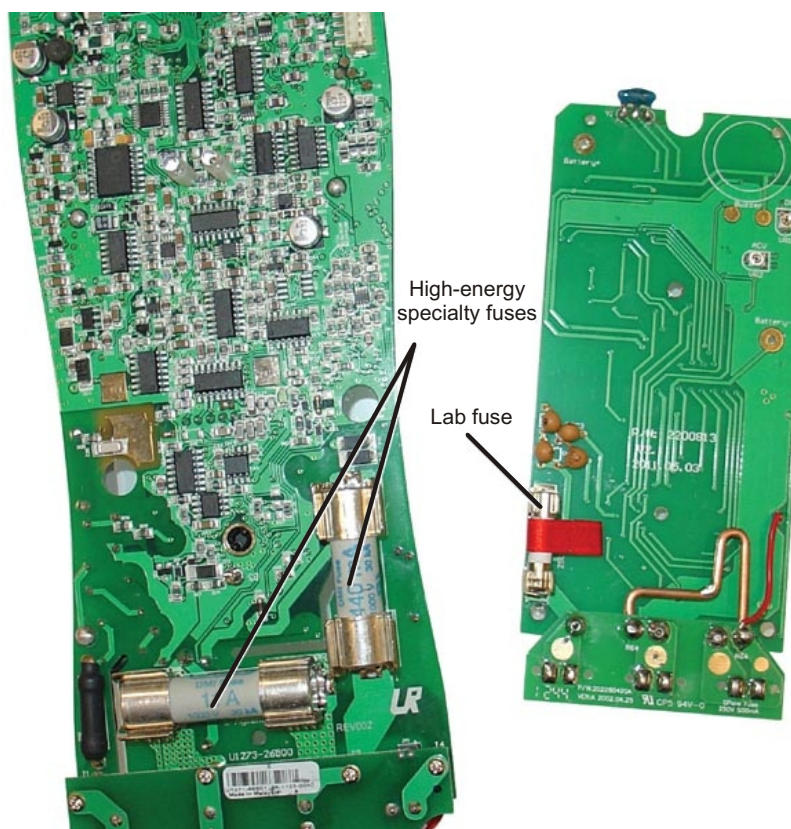
Machine Design

Ни для кого не секрет, что электрические и механические перегрузки укорачивают жизнь портативного мультиметра. Но некоторые инструменты переносят плохое обращение намного более стойко, чем другие.

Ручной цифровой мультиметр (HNDMM) сегодня легко можно купить на eBay за 20 долларов, и даже дешевле. Но еще легче найти на Интернет форумах посты с плачем по поводу плохой точности и надежности таких мультиметров, если и не всех, то мно-

гих из них. Совершенно очевидно, что между приборами разных ценовых диапазонов должны быть существенные различия.

Пользователи, давно работающие с измерительными приборами, возможно, помнят времена, когда портативные мультиметры



Предохранители в типичном промышленном мультиметре выбираются таких габаритов, которые исключали бы возможность возникновения дугового разряда при случайном замыкании (слева). В дешевых мультиметрах вы найдете лишь единственный предохранитель (справа), купленный в розничном магазине, и неспособный защитить схему от электрической дуги.



В дешевых мультиметрах обычно используются ЖК-индикаторы (слева). Промышленные приборы могут выпускаться с индикацией на матричных OLED (справа), способных отображать более детальную информацию.

имели, в основном, аналоговые стрелочные шкалы. Сейчас они практически исчезли, и иногда встречаются лишь в изделиях нижнего ценового сегмента. Основным аргументом в защиту аналоговых шкал обычно была возможность удобного наблюдения за тенденциями в изменении измеряемого параметра. В последние годы этот аргумент звучит менее убедительно, поскольку возросшая скорость выборки мультиметров позволяет им точнее отслеживать динамику поведения входных величин. Однако главным недостатком стрелочных мультиметров является их входной импеданс, значительно более низкий, чем у цифровых приборов, из-за которого их точность оказывается намного хуже, чем у цифровых конкурентов.

Корпуса, в которые прячется электроника мультиметров, как правило, изготавливаются из ABS пластика, и могут считаться относительно долговечными. Однако их конструкция очень сильно зависит от цены прибора. Наименее дорогие мультиметры часто выпускаются в простых прямоугольных корпусах, поскольку затраты на изготовление пресс-форм для них минимальны. Сложные контуры корпусов увеличивают начальную стоимость пресс-форм, но изготовители мультиметров считают это оправданным компромиссом.

Скругление углов корпуса – лишь одна из многочисленных стратегий защиты от неизбежных падений и ударов. Например, второй уровень защиты мультиметра U1273A обеспечивается многослойным литьем, создаю-

щим второй слой корпуса из упругой, напоминающей резину пластмассы PC/ABS, закрывающий те поверхности, вероятность подвергнуть ударам которые особенно высока. Этот второй текстурированный слой, в сочетании с «приталенной» формой, образуют корпус, очень удобно лежащий в руке. Промышленные мультиметры конструируются таким образом, чтобы без повреждений выдерживать падение под любым углом с высоты 1 м на поверхность из твердой древесины, как это предписывается спецификацией IEC 61010. В некоторых приборах меньшего размера используется более дешевый способ защиты от падений: сделанные из эластичной пластмассы обтягивающие хольстеры.

Изучив, как собираются корпуса недорогих мультиметров, вы обнаружите, что в большинстве случаев они состоят из двух половинок, скрепленных саморезами. Проблема в том, что элементы питания и предохранители находятся внутри прибора. Периодическое



В промышленных мультиметрах, таких как Agilent U1273A, батареи и предохранители находятся под отдельной крышкой. Дешевые мультиметры нередко заставляют пользователей для смены батарей или предохранителей полностью разбирать весь корпус.

вскрытие корпусов для их обслуживания может стать утомительным. В устройствах класса High-End, таких, как U1273A, используются отдельные батарейные отсеки с индивидуальной крышкой и кольцевым уплотнением, которые фиксируются винтом для металла. Это позволяет в условиях пыли и влаги промышленной атмосферы обеспечить мультиметру защиту уровня IP54. Однако встречаются подобные мультиметры не очень часто.

Дисплей и АЦП

В простейших мультиметрах используются 3½-разрядные жидкокристаллические (ЖК) дисплеи. Каждая цифра состоит из семи сегментов, образуя привычную восьмерку. Приборы с расширенным набором функций имеют дополнительные элементы индикации, отображающие единицы измерения, вид напряжения (переменное или постоянное) и т. д. Фактически, каждый изготовитель заказывает ЖК-индикаторы с собственной конфигурацией элементов, не все из которых могут отображаться в более дешевых моделях.

Но, несмотря на постоянное совершенствование технологии ЖК-индикаторов, они по-прежнему имеют плохой контраст, небольшой угол обзора, и становятся инерционными в холодную погоду. Дешевизна и малое потребление мощности – единственные причины, побуждающие изготовителей идти на компромисс, устанавливая ЖК-индикаторы в свои приборы.

Не во всех мультиметрах используются ЖК-индикаторы. Например, в приборе Agilent U1273A установлен матричный OLED дисплей с разрешением 128 × 64 точек. OLED отличаются исключительно высоким уровнем контраста, позволяющим считывать показания из противоположного конца помещения, и большим углом обзора, достигающим 160°. И, конечно же, матричные дисплеи могут отображать любую информацию, а не только цифры.

Сердцем мультиметра является аналого-цифровой преобразователь (АЦП). АЦП, появившиеся еще в первых мультиметрах начала 1970-х годов, вы можете обнаружить в некоторых приборах и сейчас, 40 лет спустя. Многие радиолюбители до сих пор используют микросхему Intersil ICL7106 – недорогую, простую в обращении и легко встраиваемую

в любую схему. В ICL7106 содержится один АЦП двойного интегрирования и схема управления 3½-разрядным дисплеем, неторопливо обновляющая показания с темпом 2 отсчета в секунду. Не многие электронные приборы имеют такую многолетнюю историю.

В современных высококачественных цифровых мультиметрах используются АЦП намного более совершенные и быстрые, чем микросхема Intersil, способные решать множество задач. Как правило, это 24-битные дельта-сигма преобразователи, привлекаемые сочетанием невысокой цены и хорошей точности. 24-битные устройства позволяют отображать максимальное число 30,000, обновляемое со скоростью 7 отсчетов в секунду, в то время как показания аналоговой шкалы одновременно могут регенерироваться 50 раз в секунду.

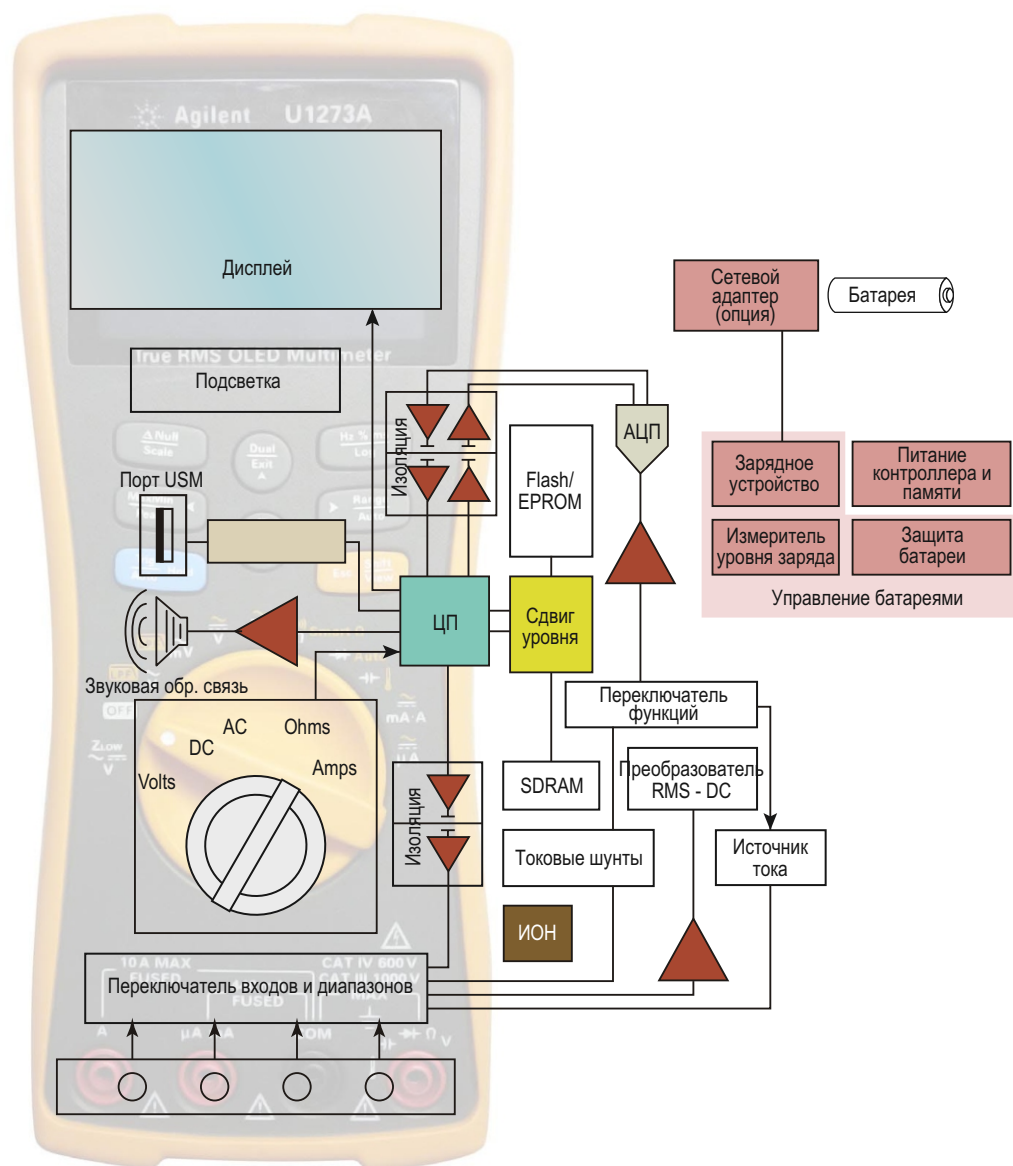
Разумеется, для АЦП с более высоким разрешением требуются и более качественные источники опорного напряжения, а также прецизионные матрицы входных делителей. Совокупность всех схемных решений намного улучшает метрологические характеристики мультиметров. Быстродействие этих АЦП достаточно для выполнения различных дополнительных функций, таких как измерение частоты, преобразование среднеквадратичного значения, автоматический выбор диапазона измерений и контроль температуры.

Любительский мультиметр на основе микросхемы 7106 мало пригоден для исследования схем с микропроцессорами. Но в современных приборах содержатся контроллеры достаточной производительности, чтобы обрабатывать большие потоки данных измерений. Оснащенные более мощными контроллерами, современные мультиметры способны решать задачи абсолютно недоступные дешевым моделям. Среди таких задач может быть автоматическая коррекция блуждающих напряжений, порождаемых токами утечки или термо ЭДС, измерение уровня гармоник, отображение результатов в дБВ или в дБм относительно опорного резистора, выбираемые масштабные коэффициенты для считывания показаний датчиков К или J термопар, синхронизируемая событиями регистрация данных с автоудержанием и многое другое.

Нельзя забывать и о такой важной характеристике, как временной дрейф параметров. Просмотрев спецификации недорогого мультиметра, скорее всего, вы не обнаружите никаких упоминаний о том, как долго прибор сохраняет первоначальные настройки. Хотя, даже в дешевых приборах предусмотрены средства повторной калибровки. Как правило, это подстроечные резисторы на печатной плате, использовавшиеся при первоначальной установке параметров на выходе из производства. Проблема в том, что средняя стоимость поверки и калибровки прибора в аккредитованной лаборатории

зачастую превышает стоимость самого устройства.

В отличие от любительских, промышленные мультиметры, такие как U1273A, рассчитаны на годичный калибровочный цикл, в полном соответствии со стандартной отраслевой практикой. В приборе нет никаких подстроечных потенциометров. Все калибровки выполняются программно. Обмен информацией производится через ИК порт, расположенный на обратной стороне мультиметра. Весь процесс перекалибровки может быть автоматизирован.



Современные ручные цифровые мультиметры устроены примерно так, как показано на этой блок-схеме. Но одними из важнейших характеристик мультиметров являются их эргономичность и безопасность. На блок-схеме эти функции не отражены.

Цепи защиты

Иногда мультиметры приходится использовать в опасных условиях. Самый распространенный случай – измерения в промышленных силовых схемах, энергии которых достаточно для возникновения электрической дуги, представляющей угрозу для здоровья и жизни. Представьте, что оператор по ошибке вставил контакты щупов в гнезда для измерения тока, а не напряжения. В промышленной сети это может стать причиной замыкания, последствия которого будут смертельными. В коммерческом и жилом секторе защиты в такой ситуации обеспечили бы автоматические размыкатели цепи, однако в промышленных установках размыкатели и предохранители рассчитаны на несоизмеримо более высокие уровни энергий, и служить защитой от случайного замыкания щупами мультиметра не могут. Это значит, что защитить пользователя может только мультиметр.

Надлежащим образом сконструированный мультиметр имеет высокоимпедансный вход с защитой от напряжений высоких энергий. А в батарейном отсеке приборов, подобных U1273A, можно увидеть два специальных предохранителя, каждый из которых защищает одно из двух гнезд, предназначенных для измерения силы тока. Изготовители предохранителей разрабатывают их специально для таких задач. Они достаточно малы, чтобы поместиться внутри прибора, но способны разорвать электрическую дугу с током до 10,000 А. Это специальные предохранители, и цена их весьма высока. Заменять их дешевыми аналогами категорически запрещено. В любительских мультиметрах подобной защиты нет. По этой причине любительские мультиметры никогда не должны

использоваться для проверки промышленного оборудования.

Случайные короткие замыкания – не единственная опасность, от которой должен защищать цифровой мультиметр. Не менее неприятны короткие броски напряжения амплитудой в несколько тысяч вольт, длящиеся в течение единиц миллисекунд. Самыми распространенными источниками таких всплесков являются грозовые разряды. При столь высоком напряжении эти всплески легко могут вызвать возникновение дуги между двумя расположенными рядом металлическими поверхностями. Проблема в том, что в отличие от простого статического разряда, всплеск напряжения на промышленном источнике питания затухает не сразу. Повышенное напряжение в линиях промышленной сети может сохраняться и после прекращения разряда. В воздухе достаточно проводящей плазмы для возникновения дуги, энергия которой, в свою очередь, порождает еще больше плазмы, поддерживающей разряд.

Небольшие размеры корпусов мультиметров создают большие сложности разработчикам, которые должны расположить металлические поверхности как можно дальше друг от друга. Стандартом IEC определены минимальные длины путей утечки по поверхности и между контактами печатной платы, но для промышленных, коммерческих и домашних схем эти нормы различны. Любительские мультиметры не отвечают тем требованиям стандарта, которые соблюдены в промышленных приборах. Требования к длине путей утечки косвенно определяют минимальные размеры корпусов. Именно этим и объясняется, почему размеры современных мультиметров практически не отличаются от выпущенных в 1970-е годы. **РЛ**

Новая технология управления моментом переключения твердотельных реле

Michael Kugelman

Power Electronics

Две новые запатентованные схемы управляют резистивной и реактивной нагрузкой в цепи переменного тока с минимальными электромагнитными помехами. Схемы применимы к одно- и многофазному переменному току различной частоты.

Переключение переменного тока было проблемой еще во времена Эдисона, более 125 лет назад. Теперь в твердотельных реле (SSR – Solid State Relay) используется минимизирующая электромагнитные помехи (ЭМП) запатентованная технология коммутации при прохождении переменного напряжения через ноль.

Чтобы увидеть, как работает эта технология, мы должны внимательно рассмотреть методы переключения переменного тока. Полупроводниковые приборы все больше вытесняют электромеханические реле. Полупроводники, используемые в SSR, обычно бывают двух типов: несимметричные и симметричные тиристоры (симисторы), и транзисторы (биполярные, MOSFET, IGBT и т. д.). Тиристоры открываются и остаются открытыми, пока их не выключит нулевой ток, в то время как транзисторы включаются и выключаются в любой момент сигналами управления.

Используемые в SSR тиристоры могут переключать переменный ток, но для этого потребуются два тиристора, соединенных встречно-параллельно для управления токами обоих направлений. Это усложняет задачу выключения тиристора в середине цикла, так как он защелкивает себя во включенном состоянии и должен выключаться принудительно. Кроме того, параллельному объеди-

нению тиристоров, необходимому для разделения тока и уменьшения рассеивания тепла, препятствует их свойство увеличения тока с ростом температуры. И, наконец, тиристоры чувствительны к скорости нарастания напряжения сети (dv/dt), и необходимо заботиться о том, чтобы они не включались случайно.

Применение в SSR симисторов сокращает количество элементов, поскольку симистор – это, фактически, два тиристора, включенных встречно-параллельно. Однако симисторы могут быть выключены только в очень узком интервале времени при переходе через ноль, из-за чего в более высокочастотных решениях они используются нечасто. Для предотвращения этого часто используются снабберные цепи, снижающие dv/dt . Симисторы также труднее соединять параллельно, по тем же причинам, что и тиристоры.

В приложениях переменного тока все чаще используются MOSFET, поскольку их легко объединять в параллельные группы, и, таким образом, уменьшать падение напряжения и снижать тепловыделение по сравнению с тиристорами или симисторами. Вдобавок, транзисторы можно включать и выключать в любой момент, и, кроме того, у них нет таких проблем с dv/dt , как у тиристоров и симисторов.

Электромагнитные помехи

Переключение реле в цепях переменного тока генерирует нежелательные ЭМП. Электромеханическое реле может порождать большое количество шума из-за дребезга контактов, поэтому при ограничениях по допустимому уровню помех часто выбирают SSR. Однако при фазовом управлении и SSR могут быть источниками ЭМП.

Каждый раз, когда тиристор переключается в чисто резистивной цепи, ток нагрузки меняется от нуля до значения, ограниченного нагрузкой, менее чем за несколько микросекунд. Это создает бесконечный спектр энергии с амплитудой, обратно пропорциональной частоте. В цепи 60 Гц с двухполупериодным фазовым управлением импульсы этого шума будут повторяться с периодичностью 120 раз в секунду. В случаях, когда фазовое управление используется в домашней технике, это может вызывать раздражение при попадании спектра помех в частотный диапазон вещания АМ радио.

ЭМП желательно устранять или, хотя бы, уменьшать. Общепринята технология переключения при нулевом напряжении (ПНН), которая, в идеале, обеспечивает замыкание цепи нагрузки в тот момент, когда напряжение на ней равно нулю, а размыкание – когда ток через нагрузку равен нулю. (Для резистивных нагрузок эти точки совпадают). Такой подход позволяет получать наименьшие из возможных значения di/dt , и гарантирует, что уровень высокочастотных помех будет минимальным. Большинство производимых в настоящее время схем SSR не обнаруживает истинную точку прохождения через ноль, а срабатывает, когда напряжение лежит между 5 В и 12 В. Если требуется низкий уровень ЭМП, особенно при высоком токе нагрузки, диапазон порогов 5 ... 12 В может оказаться слишком грубым.

Встречно включенные MOSFET также могут использоваться для управления переменным током. Обычно мощные MOSFET переключают ток одного направления, однако при встречном включении они способны управлять обеими полуволнами переменного напряжения.

Быстро открыть MOSFET в точке ПНН силовой сети для минимизации ЭМП не очень просто. Включение MOSFET обычно происходит не в нуле, отставая от команды управления вследствие присущей MOSFET задержки.

Технология TATTOO

Решить проблему позволяет новая технология управления последовательно соединенными транзисторами с параллельными диодами, использующая преимущества естественной коммутации диодов для получения почти идеальной точки переключения. Этот метод коммутации транзисторов при ПНН называют TATTOO (Technique of Alternate Transistor Turn On and Off – Технология попеременного включения и выключения транзистора). Метод сравнительно нечувствителен к частоте источника питания и может быть адаптирован к многофазным электрическим цепям.

Когда цепь получает команду начать работу, основная схема включает один MOSFET, в то время как другой остается выключенным (в режиме блокировки). Это позволяет току протекать лишь в одном направлении, и не сразу, а только после того, как первая волна напряжения пересечет ноль. Другой MOSFET откроется, когда первая волна сменит полярность, и ток получит возможность течь в противоположном направлении. Подключенные параллельно диоды позволяют току течь до тех пор, пока второй MOSFET не включится полностью, и начнет пропускать ток нагрузки. Это снимает требования строгой привязки момента включения MOSFET к точке пересечения нуля, так как диод, включаясь естественным образом, пропускает через себя ток, пока транзистор не открылся полностью. При отключении тока нагрузки схема работает противоположным образом, также обеспечивая коммутацию во время пересечения нуля. Рисунок 1 показывает состояние цепи при выключенных полевых транзисторах (K1 и K2). Диоды заперты в обоих направлениях, поэтому ток в нагрузке (R_L) отсутствует. Когда K2 замкнут, (Рисунок 2), SSR включено. Фаза А положительна, D1 заперт и ток не течет. K2

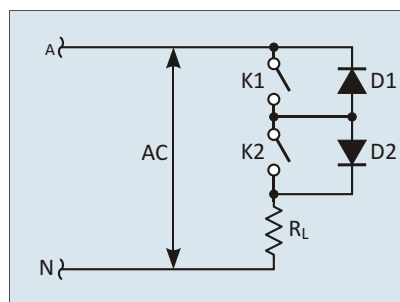


Рисунок 1. Состояние ключей K1 и K2 при выключенном SSR.

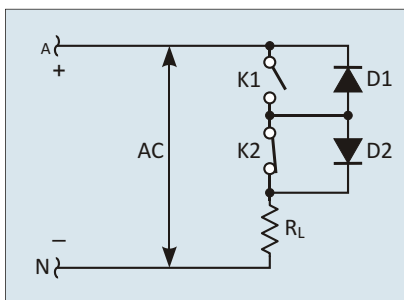


Рисунок 2. Когда K2 замкнут, SSR включено. Фаза A положительна, D1 заперт и ток не течет.

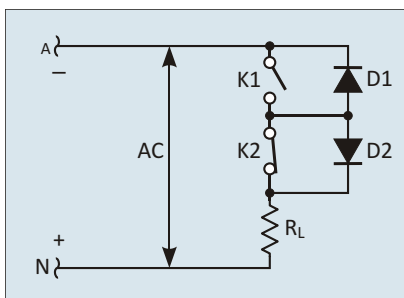


Рисунок 3. Когда фаза A становится отрицательной, ток появляется сразу, начиная с точки ПНН, и течет через K2 и D1.

можно включать медленно (за несколько сотен микросекунд). Поскольку запертый диод (D1) не позволит течь току, скорость или точность момента включения K2 здесь не критичны.

Когда фаза A становится отрицательной (Рисунок 3), ток появляется сразу, начиная с точки ПНН, и течет через K2 и D1. В течение этого первого цикла работы K1 можно включать медленно. На Рисунке 4 показано состояние схемы после того, как K1 закроется окончательно. Ток теперь течет преимущественно через K1 и K2 в обоих направлениях в фазе с напряжением питания. На Рисунке 5 показано состояние элементов схемы при выключе-

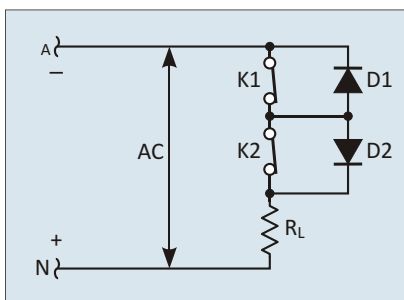


Рисунок 4. После того, как K1 закроется окончательно, ток течет преимущественно через K1 и K2 в обоих направлениях в фазе с напряжением питания.

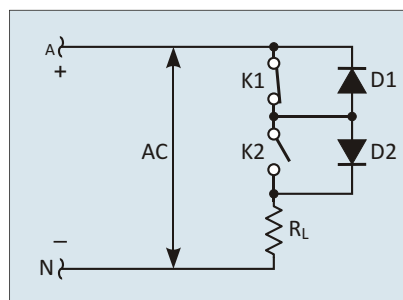


Рисунок 5. Когда SSR выключено, и фаза A становится положительной, K2 может открываться медленно, а пропускать ток будет D2.

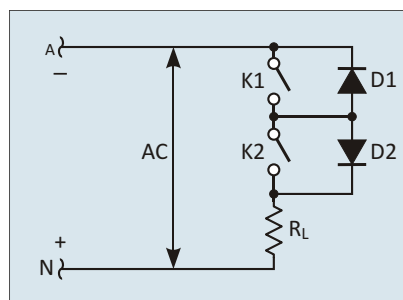


Рисунок 6. Когда фаза A становится отрицательной, K2 открывается, а D2 теперь заперт. Соответственно, ток в нагрузке прекращается, и K1 может быть выключен медленно.

нном SSR. Когда фаза A становится положительной, K2 может открываться медленно, а пропускать ток будет D2. Это не прерывает ток до следующего этапа.

Когда фаза A вновь становится отрицательной (Рисунок 6), K2 открывается, а D2 теперь заперт. Соответственно, ток в нагрузке прекращается, и K1 может быть выключен медленно (например, за несколько сотен микросекунд).

Конечным результатом будет то, что ток в нагрузке появляется и прекращается без каких-либо заметных «ступенек» на участках пересечения с нулем. Еще одним ценным свойством TATTOO является «целочисленное управление», означающее, что в нагрузку подаются только полные периоды напряжения. Это исключительно полезно при работе с нагрузками, чувствительными к магнитному насыщению.

Сравнение резистивной и реактивной нагрузки

В резистивной цепи ток и напряжение находятся в фазе, и никакой проблемы с включе-

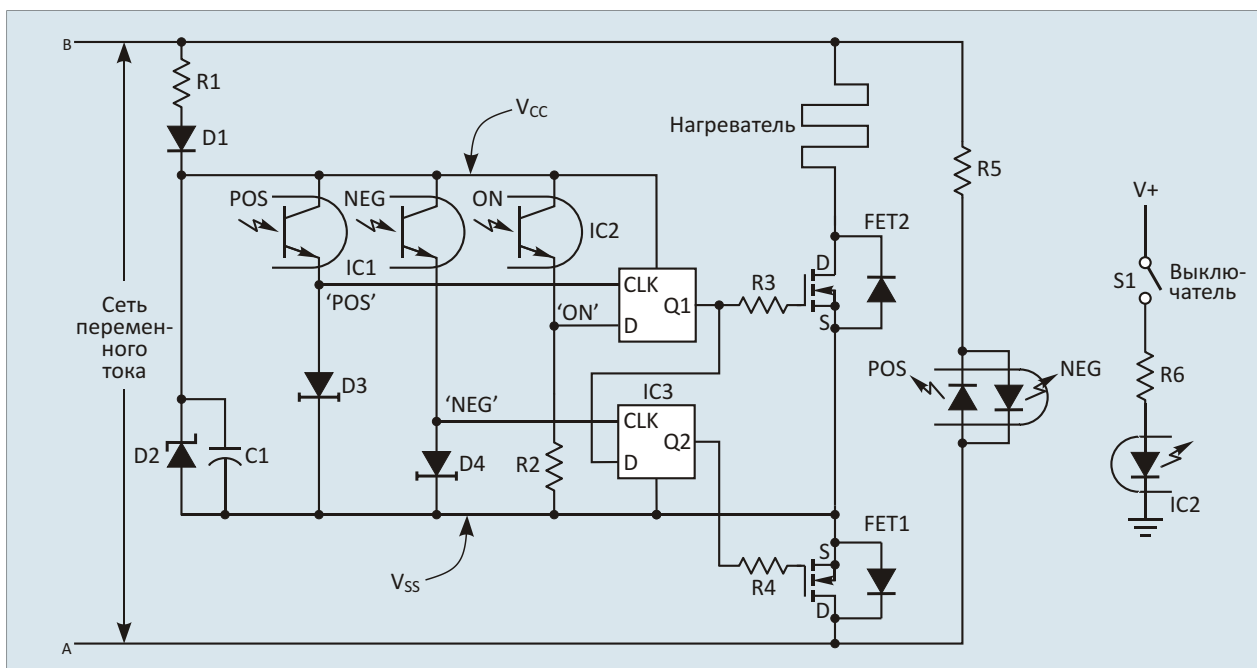


Рисунок 7. Реальная схема TATTOO.

нием и выключением в точках нулевого напряжения нет, поскольку напряжение и ток равны нулю одновременно. Однако в реактивной цепи ток сдвинут относительно напряжения, поэтому коммутатор должен включаться в точке нулевого напряжения, а выключаться в точке нулевого тока.

На Рисунке 7 приведена практическая схема, а ее временная диаграмма показана на Рисунке 8. Плавающее питание (V_{CC} на Рисунке 7) привязано к истокам двух MOSFET, так что любые командные сигналы будут иметь правильные уровни относительно затворов. Диод D1 выпрямляет полуволну переменного тока, протекающего через R1, D2 и внутренний диод FET1. C1 поддержива-

ет уровень V_{CC} во время противоположной полуволны переменного тока. Номиналы этих компонентов будут варьироваться в зависимости от напряжения переменного тока, частоты и допустимых пульсаций V_{CC} .

Оптрон IC1 вырабатывает импульсы («POS» и «NEG»), когда фаза A, соответственно, положительна или отрицательна по отношению к фазе B. Эти импульсы появляются на анодах D3 и D4 (на активной нагрузке транзисторов) и подаются на входы синхронизации двух триггеров IC3. Один импульс появляется каждые пол периода переменного напряжения, поэтому триггеры тактируются поочередно, каждый своей полуволной. Пока оптрон IC2 не включен, R2 подтягивает линию данных верхнего триггера к V_{SS} , и каждый тактовый импульс записывает «0» на выход Q1, сохраняя FET2 закрытым. Поскольку Q1 соединен с входом данных нижнего триггера, FET1 также будет выключен.

Так будет продолжаться до тех пор, пока тумблер S1 выключен. При включении S1 оптрон IC2 открывается, и на входе D верхнего триггера устанавливается сигнал высокого уровня («ON»). Далее появляется импульс «POS», который защелкивает «ON» в триггере, устанавливая Q1 в «1» и открывая FET2. Фаза A в это время положительна, поэтому FET1 закрыт, и ток через нагрузку не потечет. Однако, на выходе Q1 теперь высокий уро-

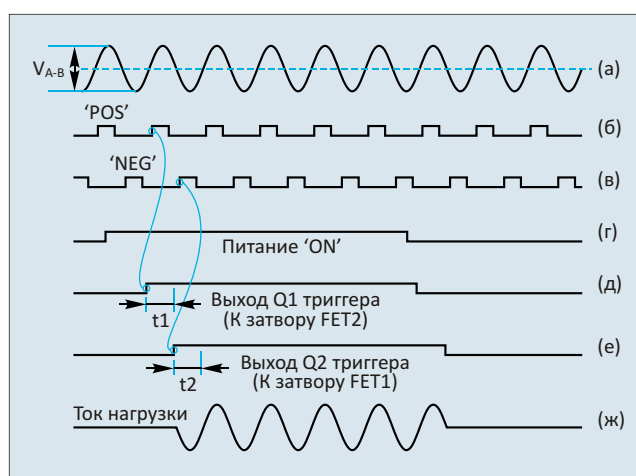


Рисунок 8. Временная диаграмма схемы TATTOO.



Рисунок 9. Осциллограммы показывают временные соотношения между командой включения ON, напряжением сети и током нагрузки.

вень, который подается на вход данных нижнего триггера. На следующей полуволне сетевого напряжения («NEG») «ON» будет защелкнут в нижний триггер, и установит Q2 в «1», открывая FET1. МОП транзистор включится с задержкой, но зато сразу откроется параллельный диод, и то, что FET1 откроется окончательно лишь спустя некоторое время в этом же полупериоде, принципиального значения не имеет. Теперь схема находится в полностью включенном состоянии, а выключение будет происходить в обратном порядке, когда будет выключен основной тумблер. Осциллограммы на Рисунке 9 показывают временные соотношения между командой «ON», напряжением силовой цепи и момен-

тами включения и отключения тока нагрузки. Заметьте, что ток нагрузки включается и выключается в точке ПНН точно по завершении очередного полного периода напряжения переменного тока, прошедшего после команды ON. Также обратите внимание на то, что скачок на линии «ON» не оказывает никакого влияния на ток нагрузки. Эта схема предназначена для работы в однофазной сети, но может быть повторена трижды для трехфазного SSR.

Схема TATTOO с реактивной нагрузкой

Схема на Рисунке 10 похожа на схему TATTOO для резистивной нагрузки. В исходную схему добавлены только IC2 (четыре логических элемента «2И-НЕ»), IC3 (счетверенный ОУ), шунты R7 и R8, делитель напряжения R2, R3 и схема сброса по включению питания R5, C2. Логические сигналы I_{NEG} и I_{POS} (и их инверсные значения) вырабатываются сразу, как только начинает течь ток.

В начале импульса «ON» схема работает так же, как TATTOO для резистивной нагрузки. Это объясняется тем, что I_{POS} и I_{NEG} равны

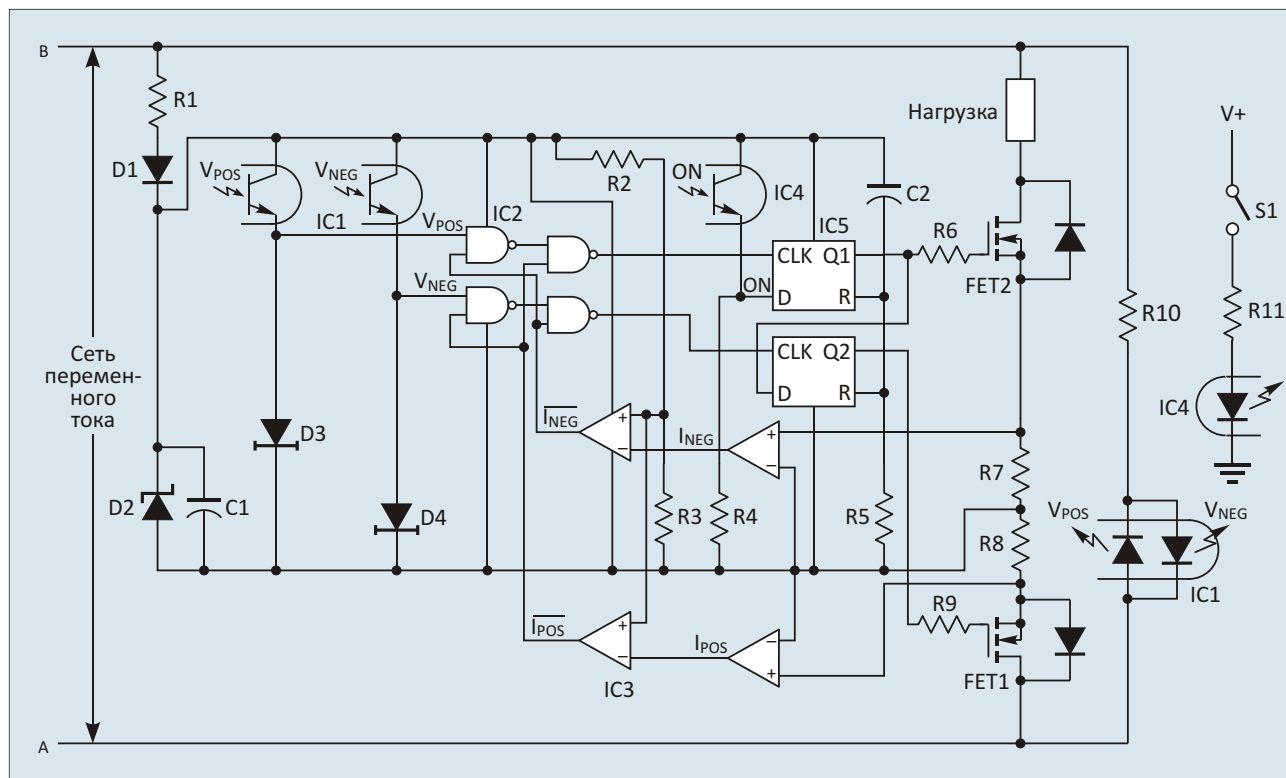


Рисунок 10. Для управления реактивной нагрузкой необходимо добавить четыре логических элемента «2И-НЕ» (IC2), счетверенный операционный усилитель (IC3), делители напряжения R7-R8, R2-R3, R5-C2 и цепь сброса по включению питания.



Рисунок 11. Такой точности, как от TATTOO, невозможно добиться от других схем ПНН.

нулю, разрешая прохождение сигналов V_{POS} и V_{NEG} через логические элементы «2И-НЕ» на входы синхронизации триггеров, как это было в резистивной схеме TATTOO. Как только через шунты начинает течь ток, операционные усилители вырабатывают логические сигналы I_{NEG} и I_{POS} и их инверсии. Эти сигналы запрещают прохождение V_{POS} и V_{NEG} , и лишь пропускают сигналы стробирования тока на входы триггеров. Поэтому теперь схема отключит ток в точке его перехода через ноль, а точку ПНН проигнорирует.

Поскольку сигналы токовых шунтов зависят от величины нагрузки, предполагается, что для каждого диапазона тока шунты будут подбираться индивидуально. Безусловно, вместо шунтов при желании можно использовать и другие токоизмерительные устройства, например, датчики Холла. Если ток слишком мал для того, чтобы на шунтах выделилось достаточное напряжение, схема по умолчанию будет работать в обычном режиме (режиме напряжения).

Как отмечалось выше, окно напряжений переключения в точке ПНН у некоторых современных коммерческих SSR чрезмерно широко, чтобы быть приемлемым для более высоких токов нагрузки или более высоких частот. Рисунок 11 иллюстрирует работу обычного коммерческого SSR с ПНН в сравнении с TATTOO. На первой растянутой осциллограмме представлен ток (60 Гц, 115 В), приложенный к нагрузке с использованием схемы TATTOO. Вторая осциллограмма демонстрирует подключение той же нагрузки, но с использованием коммерческого SSR с ПНН.

На временной диаграмме коммерческого SSR с ПНН виден положительный скачок тока нагрузки, предшествующий приходу первой отрицательной полуволны напряжения. Хотя это отклонение от нулевой точки пересечения и невелико (чуть больше 2.5 В), сигнал в схеме TATTOO, показанный на соседнем графике, в момент включения оказывается гораздо ближе к нулю. Согласно опубликованным техническим характеристикам, максимальная ширина окна ПНН для коммерческих SSR составляет 15 В. При включении схемы TATTOO отсутствует положительный выброс тока, а его изменение происходит плавно. Это может быть важно с точки зрения электромагнитных помех, особенно при высокой частоте коммутируемого переменного тока и высоких токах нагрузки.

На Рисунке 12 показаны формы тока нагрузки для случая, когда частота повышена до 2000 Гц. Два графика позволяют сравнить качество работы TATTOO-SSR с коммерческой SSR с ПНН.

Схема TATTOO может быть легко модифицирована для работы в широком диапа-

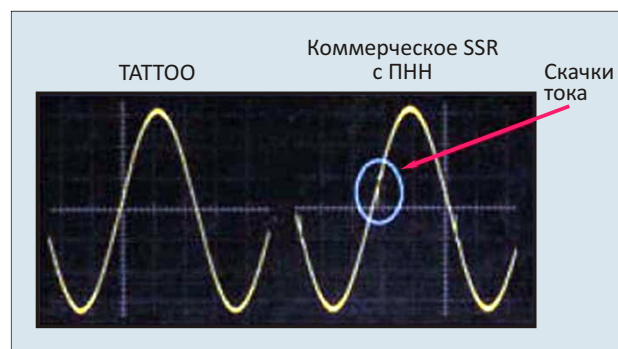


Рисунок 12. Форма тока нагрузки с частотой 2000 Гц при использовании схемы TATTOO имеет более гладкий характер.

зоне частот и напряжений. Многофазная схема ТАТТОО также является простой модификацией, объединяющей несколько схем (по одной для каждой фазы). В случае коммутации нескольких нагрузок, подключенных к одной фазе, повторять компоненты общие для цепи этой фазы нет необходимости. Таким образом, цепи сигналов «POS», «NEG» и схемы плавающего питания будут общими, что позволит сэкономить компоненты. **РЛ**

Ссылки

1. SCR Manual, Sixth Edition, General Electric.
2. Patent 7,196,435 B2 Handles Just Purely Resistive Loads by Turning the Load On at Zero-Voltage Crossing and Turns It off Also at Zero-Voltage Crossing.
3. Patent 7,196,436 B2 Handles Reactive Loads in General by Turning the Load On at Zero-Voltage Crossing but Turns the Load Off at Zero-Current Crossing.

Малошумящий повышающе-понижающий регулируемый преобразователь напряжения с выходным током 250 мА на основе зарядового насоса

George H. Barbehenn, Linear Technology

LT Journal of Analog Innovation

Повышающе-понижающему регулятору LTC3245 не нужна традиционная индуктивность, вместо которой используется емкостной зарядовый насос. Из входного напряжения от 2.7 до 38 В микросхема способна без делителя напряжения обратной связи сформировать фиксированные выходные напряжения 3.3 В и 5 В, а с использованием делителя – любое напряжение от 2.5 до 5.5 В (Рисунок 1). Максимальный выходной ток равен 250 мА. Повышающе-понижающая архитектура LTC3245 позволяет получить стабилизированное выходное напряжение как превышающее напряжение на входе, так и меньшее его.

КПД преобразователя на микросхеме LTC3245, понижающего входное напряжение 12 В до 5 В при выходном токе 100 мА, может

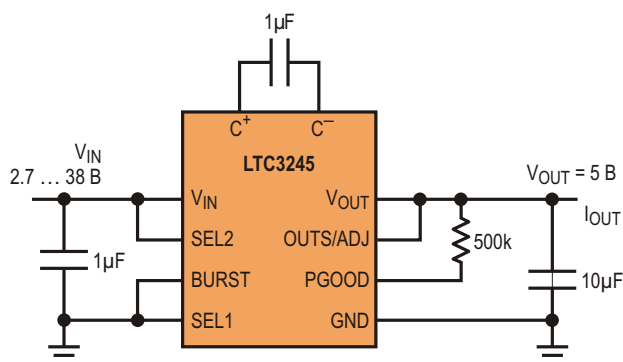


Рисунок 1. Повышающе-понижающий преобразователь с выходным напряжением 5 В.

достигать 80% (Рисунок 2), что значительно выше, чем у линейных LDO стабилизаторов. Это позволяет сделать намного более компактный и дешевый регулятор, так как, в отличие от LDO, в такой схеме не потребуется теплоотвод. LTC3245 выпускается в корпусе MSOP12 с открытым теплоотводящем основанием или в корпусе DFN12 размером 3 4 мм.

Работа зарядового насоса

На Рисунке 3 показана упрощенная блок-схема преобразователя LTC3245. Зарядовый насос может работать как преобразователь

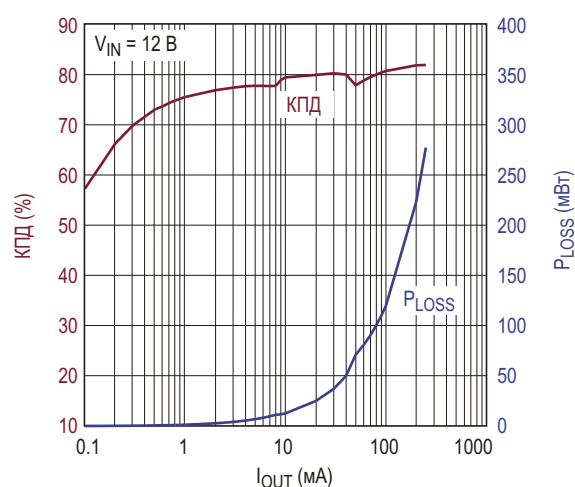


Рисунок 2. КПД преобразователя, изображенного на Рисунке 1.

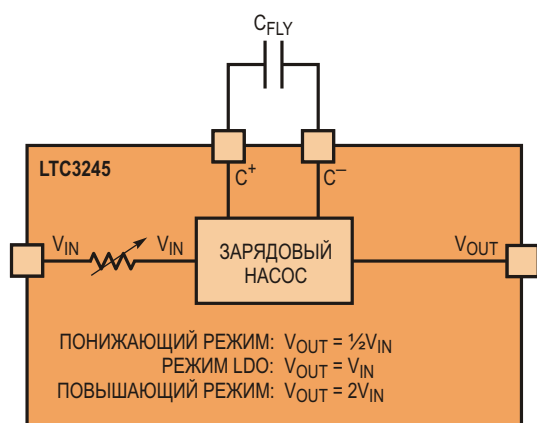


Рисунок 3. Детальное изображение блока зарядового насоса.

$N/M \cdot V_{IN}$, где N и M целые числа. Варианты $\frac{1}{2}$, 1 и 2 являются простейшими, и реализуются с помощью единственного переключаемого конденсатора (часто называемого «летающим»). При более высоком порядке N и M потребуется больше конденсаторов и больше ключей.

Ввиду того, что числа N и M могут принимать только целые значения, получить на выходе напряжение произвольной величины, используя прямую накачку заряда, невозможно. Вместо этого контроллер формирует из V_{IN} напряжение V_{IN} , которое и поступает

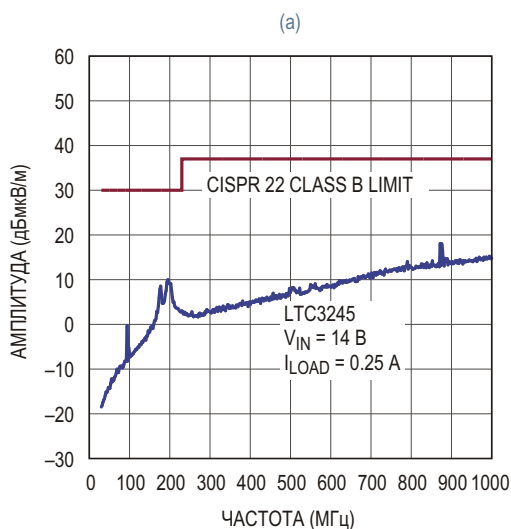
на зарядовый насос, способный работать в одном из трех режимов: понижающем, LDO или повышающем, которым соответствуют выходные напряжения $\frac{1}{2}V_{IN}$, V_{IN} или $2V_{IN}$.

Выбирая одновременно подходящее V_{IN} и режим работы зарядового насоса, можно получать произвольные выходные напряжения. В режиме понижающего преобразователя входной ток микросхемы составляет примерно половину тока эквивалентного LDO, давая значительный выигрыш в эффективности.

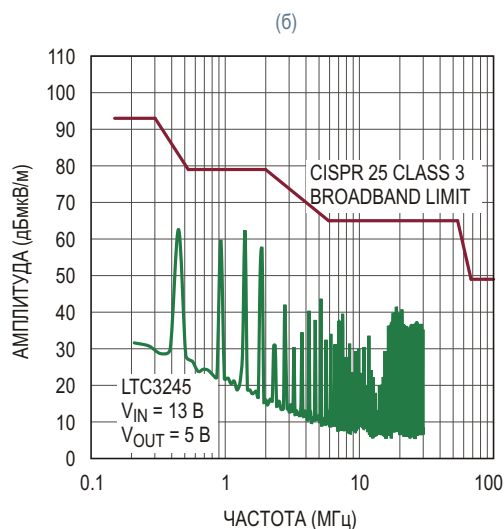
Входные пульсации и электромагнитные помехи

LTC3245 заряжает летающий конденсатор в каждом цикле переключения, поэтому для минимизации уровня создаваемых электромагнитных помех вход V_{IN} необходимо развязать с помощью конденсатора.

Для этой цели будет достаточно многослойного керамического конденсатора емкостью от 3.3 до 10 мкФ, который должен быть установлен как можно ближе к выводу V_{IN} . Единственный способ расположить конденсатор таким образом – ограничить разумной величиной его допустимое напряжение, что, в свою очередь, позволит минимизировать габариты и разместить его в непосредствен-



DETECTOR = PEAK HOLD
RBW = 120kHz
VBW = 300kHz
SWEEP TIME = 680ms, 10 SWEEPS
OF POINTS = 501



НАГРУЗКА = 240 Ом с ЭЛЕКТРОЛИТИЧЕСКИМ КОНДЕНСАТОРОМ 33 мкФ И ВХОДНЫМ КЕРАМИЧЕСКИМ КОНДЕНСАТОРОМ

DETECTOR = PEAK
RBW = 9kHz
VBW = 30kHz
SWEEP TIME = 3.7ms, 10 SWEEPS
OF POINTS = 501

Рисунок 4. Излучаемая (а) и кондуктивная (б) эмиссия.

ной близости от контакта V_{IN} . Например, хотя, согласно документации, LTC3245 может работать при входном напряжении до 38 В, для схем питания автоэлектроники будет достаточно конденсатора с допустимым напряжением 16 В.

Развязывающий конденсатор, даже при коротких шинах питания с низкой индуктивностью, будет не очень эффективен при большой индуктивности земляных проводников. Идеальна ситуация, когда питание подведено коротким и широким проводником, а подключение к земле выполнено широким полигоном, к которому припаяно открытое теплоотводящее основание корпуса LTC3245.

При этом мы предполагаем, что напряжение V_{IN} подведено не слишком длинными проводниками, а внутреннее сопротивление источника питания невелико. Если же источник питания имеет большое внутреннее сопротивление, или длина его соединения с микросхемой превышает 5 см, рекомендуется развязать питание дополнительным блокировочным конденсатором. В большинстве случаев адекватной будет емкость 33 мкФ.

Для повышения эффективности работы при облегченной нагрузке или для уменьшения выходных пульсаций LTC3245 может работать в пульсирующем или в малозумящем режиме, соответственно. Пульсирующий режим отличается малым током потребления, и, значит, высоким КПД. Малозумящий режим позволяет при малой нагрузке обменивать эффективность на величину пульсаций.

На Рисунке 4 представлены результаты измерений уровней излучаемой и кондуктивной эмиссии, проведенных в микрокамере в соответствии со стандартом CISPR25. Как можно видеть, при надлежащей развязке LTC3245 не вступает в противоречие с требованиями государственных регулирующих органов к уровням излучаемых или кондуктивных помех.

Выбор переключаемого конденсатора

Не слишком детализированная блок-схема зарядового насоса на Рисунке 3 создает впечатление, что летающий конденсатор участвует только непосредственно в накачке заряда. В действительности, он используется еще и регулируемым аттенуатором, форми-

рующим напряжение V_{IN} . Поэтому конденсатор следует выбирать, основываясь не на простом расчете, а с учетом нескольких дополнительных ограничений.

Переключаемый конденсатор не должен быть полярным, как алюминиевый или танталовый. Допустимое напряжение конденсатора должно на 1 В превышать выходное напряжение. Например, при выходном напряжении 5 В следует выбрать конденсатор с рабочим напряжением 6.3 В.

Емкость переключаемого конденсатора должна быть не менее 0.4 мкФ. Поскольку использование электролитических конденсаторов в этой схеме невозможно, лучшим выбором будет многослойный керамический конденсатор. При этом предпочтение необходимо отдавать конденсаторам с диэлектриком класса не ниже II (например, X7R) и с хорошим коэффициентом напряжения емкости (КНЕ). КНЕ конденсатора является функцией его номинального напряжения, из-за чего в 5-вольтовой схеме реальная емкость конденсатора, рассчитанного на 16 В будет намного больше, чем у конденсатора с номинальным напряжением 6.3 В.

Поэтому, если выбирать конденсатор с минимальной емкостью, вариант 0.47 мкФ / 6.3 В с диэлектриком класса II следует отбросить как непригодный, поскольку при 5 В его емкость будет меньше 0.4 мкФ, а вот 0.47 мкФ / 50 В с таким же диэлектриком вполне может работать в схеме преобразователя. Для большинства приложений подойдет конденсатор TDK C1005X5R1C105K 1 мкФ, 16 В, 0402.

Выходной конденсатор

Выбор величины емкости выходного конденсатора является компромиссом между уровнем пульсаций и скоростью реакции на скачки тока нагрузки. С увеличением емкости пульсации уменьшаются, но и реакция на скачок становится более медленной.

Допустимое напряжение конденсатора должно соответствовать выходному напряжению регулятора. Так, при напряжении 5 В подойдет конденсатор с максимально допустимым напряжением 6.3 В. Однако, как обсуждалось выше, при максимальном рабочем напряжении конденсатор потеряет намного больше половины своей номинальной емкости. Поэтому емкость, возможно, придется выбирать с запасом, если конденсатор будет использоваться при рабочем

напряжении близком к предельному. В противном случае требования по уровню пульсаций могут быть не соблюдены.

Хорошим компромиссом между величиной пульсаций и скоростью будет конденсатор, емкость которого в 10 - 20 раз превышает емкость летающего конденсатора. Это означает, что при рекомендованной емкости летающего конденсатора 1 мкФ емкость выходного конденсатора нужно выбирать между 10 и 20 мкФ. С учетом потерь емкости следует остановиться на величине 47 мкФ.

Регулируемый выход

Помимо двух фиксированных напряжений 3.3 В и 5 В, с помощью LTC3245 можно получить программируемое выходное напряжение, задаваемое с помощью резисторов обратной связи так, как это показано на Рисунке 5.

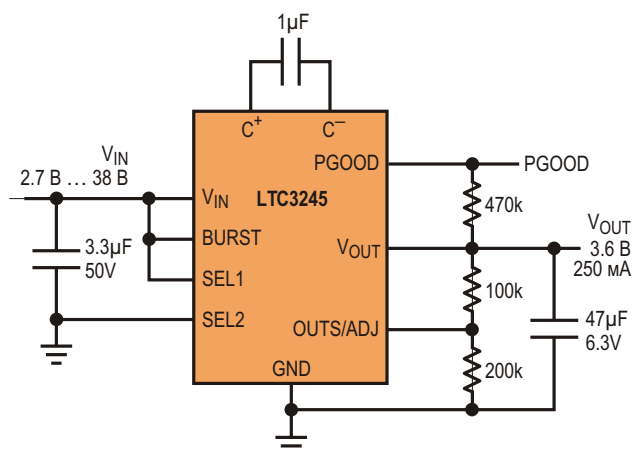


Рисунок 5. Повышающе-понижающий преобразователь с выходным напряжением 3.6 В.

Режим программируемого напряжения включается комбинацией низкого уровня на выводе SEL2 и высокого на SEL1. Вывод OUTS/ADJ используется либо для считыва-

ния выходного напряжения при фиксированном выходе, либо в качестве входа обратной связи в режиме регулируемого выхода. В режиме фиксированного напряжения вывод подключается непосредственно к выходу. В режиме регулируемого выхода опорное напряжение равно 1.200 В±2%. Выбором соответствующих резисторов обратной связи выходное напряжение можно установить любым от 2.5 до 5 В.

Выключение

LTC3245 можно переводить в режим отключения, при этом потребляемый ток будет снижаться до 4 мкА. Чтобы выключить микросхему, на входы SEL1 и SEL2 необходимо подать напряжение низкого уровня.

PGOOD

PGOOD – это выход с открытым стоком, высокий уровень на котором означает, что LTC3245 стабилизирует напряжение в штатном режиме. Порог включения PGOOD установлен на уровне 90% от требуемого напряжения обратной связи или от измеренного напряжения.

Заключение

Из входного напряжения 2.7 ... 38 В на выходе повышающе-понижающего DC/DC преобразователя на переключаемом конденсаторе LTC3245 можно получить стабилизированное фиксированное (3.3 В, 5 В) или регулируемое напряжение. Низкий рабочий ток (20 мкА без нагрузки, 4 мкА в режиме отключения) и минимальное количество внешних компонентов (три небольших керамических конденсатора) идеально соответствуют требованиям маломощных, компактных автомобильных и промышленных приложений. **РЛ**

MPLAB Harmony: писать программы для PIC32 стало проще



Михаил Русских

Приводится описание программной структуры MPLAB Harmony, рассматривается установка плагинов и подключение модулей к проекту, описывается структура проекта в соответствии с концепцией MPLAB Harmony

Компания Microchip давно известна на отечественном рынке микроконтроллеров. Ее 8-разрядные устройства серии PIC16 и PIC18 до сих пор ценятся разработчиками. Microchip также производит качественные 16-разрядные микроконтроллеры серий dsPIC30, dsPIC33 и PIC24, используемые в схемах управления двигателями и в малых мультимедийных системах. В сегменте 32-разрядных устройств эта компания поначалу была на лидирующих позициях, представив в 2007 году микроконтроллеры семейства PIC32MX с тактовой частотой до 80 МГц и производительностью до 120 млн. итераций основного цикла в секунду (DMIPS). Но выбранное ядро MIPS32, хотя и обладало значительной вычислительной мощностью, все же не было столь популярным, как Cortex-M3, которым оснащались устройства конкурентов, таких как Atmel и STmicroelectronics. Более того, впоследствии конкуренты стали использовать ядро Cortex-M4, благодаря чему их продукция значительно выиграла в производительности. Например, микроконтроллеры серии STM32F42x компании STmicroelectronics могут работать на частоте до 180 МГц и выполнять до 225 DMIPS. Популярности ядру Cortex также добавляет то, что единые среды разработки, например, Keil и CoCoSox, поддерживают множество устройств с данным ядром, а стандарт программного интерфейса CMSIS (Cortex Microcontroller Software Interface Standard) делает программирование максимально удобным и быстрым. Но Microchip вновь стремится выйти в лидеры, в связи с чем в конце 2013 года она

выпустила микроконтроллеры семейства PIC32MZ, работающие на частоте до 200 МГц и обладающие производительностью 330 DMIPS. Этот рывок был бы не таким значительным, если бы компания не представила базовую программную структуру MPLAB Harmony, речь о которой пойдет в данной статье.

MPLAB Harmony, по сути, является фреймворком, включающим в себя программные модули, которые выступают в роли строительных блоков при создании приложения. Используя MPLAB Harmony, разработчик может включить в свой проект библиотеки и программные драйверы как компании Microchip, так и сторонних производителей. Кроме того, фреймворк поддерживает такие операционные системы реального времени, как FreeRTOS и OPENRTOS. Блочная структура позволяет осуществить принцип «разделяй и властвуй» при программировании своего приложения. Это значит, что библиотеки и модули не используют какие-либо глобальные переменные и не делят между собой одни и те же регистры. Таким образом, каждый модуль может распоряжаться только своими ресурсами, что напоминает принцип инкапсуляции, принятый в объектно-ориентированном программировании. Если одному модулю нужно использовать ресурсы другого, то он вызовет интерфейсную функцию этого модуля. Это упрощает взаимодействие между модулями и позволяет избежать конфликтов внутри программы.

Модули в MPLAB Harmony делятся на четыре категории: библиотеки периферии,

драйверы устройств, системные службы и промежуточное программное обеспечение (middleware). Библиотеки периферии (PLIB) обеспечивают низкоуровневый интерфейс с периферийными модулями, позволяя программисту не задумываться о том, что происходит на уровне регистров, чем, в свою очередь, облегчают написание драйверов для других моделей микроконтроллеров семейства PIC32. Библиотеки, однако, не предназначены для применения непосредственно в приложении, поскольку при использовании нескольких библиотек очень высока вероятность конфликта, возникающего при распределении ресурсов. Поэтому драйверы устройства, или просто драйверы, являются надстройкой над этими библиотеками и обеспечивают простое и высокоабстрактное взаимодействие с периферийными модулями с помощью определенных функций. Применение драйверов также позволяет избежать конфликтов между библиотеками. Middleware-модули необходимы для организации работы периферийных блоков со сложными протоколами, например, стеков TCP/IP, USB, интерфейса работы с графикой. За тем, чтобы драйверы или middleware-модули не конфликтовали между собой из-за каких-либо общих ресурсов, следят системные службы. Например, если стеки интерфейсов TCP/IP и USB при отсчете времени для своих периодических задач должны использовать один и тот же таймер, то во избежание конфликта отслеживание обращений к этому таймеру нужно поручить системной службе.

Драйверы, системные службы и middleware-модули являются активными. Это значит, что они могут работать в фоновом режиме, то есть при вызове интерфейсной функции модуля возврат из этого модуля произойдет практически сразу, а сам он продолжит работу над указанной ему задачей. Большинство модулей имеет механизм уведомлений, поэтому приложение сможет вовремя определить момент завершения задачи.

Каждый модуль реализован по принципу конечного автомата. У него обязательно должна быть функция инициализации и одна или несколько функций выполнения задач. Инициализация происходит практически сразу же в функции `main()` после включения или перезагрузки микроконтроллера. В бесконечном цикле, то есть во время стандартной работы микроконтроллера, модулем последовательно выполняются задачи в соответствии со структурой конечного автомата. Благодаря такому подходу могут одновременно работать несколько модулей и само приложение, выполняя операции поочередно. Таким образом, реализуется принцип многозадачности.

Установка плагинов MPLAB Harmony

Установка MPLAB Harmony [1] происходит быстро и не вызывает затруднений. После установки в среде разработки MPLAB X [2] следует добавить рекомендуемые плагины.

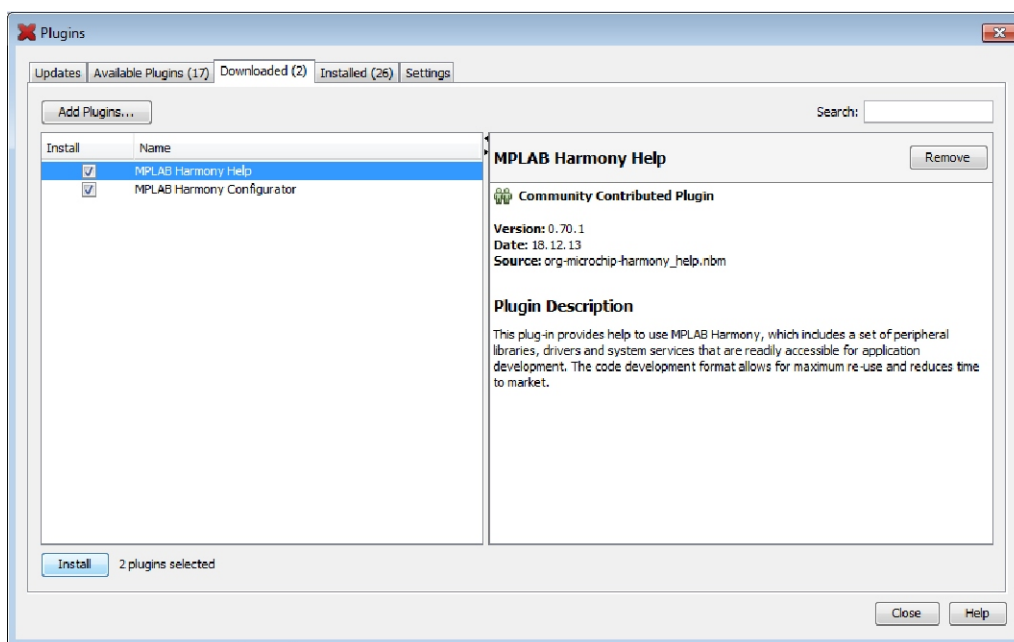


Рисунок 1. Установка плагинов MPLAB Harmony.

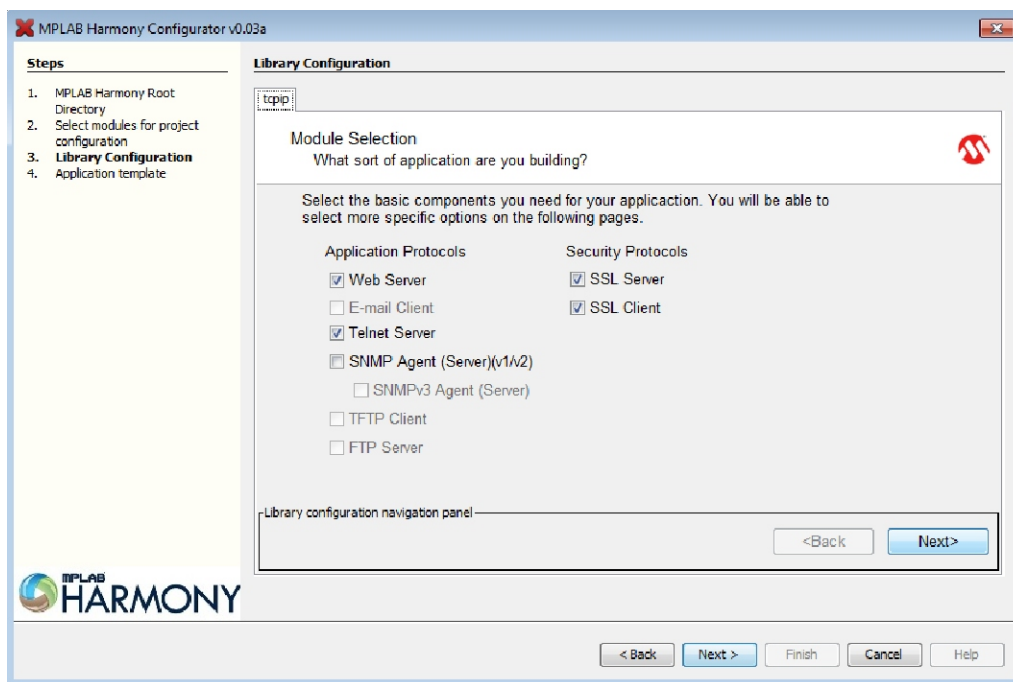


Рисунок 2. Настройка стека TCP/IP с помощью MPLAB Harmony Configurator.

В главном меню MPLAB X во вкладке **Tools** нужно выбрать **Plugins**. Затем необходимо перейти в каталог с установленной MPLAB Harmony, в нем зайти в директорию `/utilities/configurator` и выбрать файл `com-microchip-harmonyconfigurator.nbm`. Этот файл позволяет подключить конфигуратор, благодаря которому пользователь сможет в среде MPLAB X с помощью графического интерфейса добавлять к своему проекту различные модули Harmony. Помимо этого плагина, Microchip также рекомендует подключить файл с документацией `com-microchip-harmony_help.nbm`, находящийся в папке `[каталог MPLAB Harmony]/doc`. После выбора этих файлов во вкладке **Downloaded** окна **Plugins** (Рисунок 1) нужно нажать **Install** для установки этих плагинов. В результате во вкладке **Tools** главного меню должен появиться пункт MPLAB Harmony **Configurator**.

Подключение модулей MPLAB Harmony

Добавление модулей к проекту с помощью MPLAB Harmony Configurator также не сопряжено с какими-либо сложностями. Подключать модули можно как к имеющимся проектам, уже содержащим свои файлы с исходным кодом, так и к только что созданному пустому проекту. Во втором случае MPLAB Harmony может создать для проекта шаблон,

включающий в себя файл `main.c`. Процедура подключения состоит из четырех шагов. Сначала нужно указать корневой каталог MPLAB Harmony, в котором должен присутствовать файл `manifest.xml`. В этом файле имеется вся информация о программных модулях текущей версии MPLAB Harmony. Далее требуется выбрать необходимые для проекта модули. По умолчанию отмечены только пункты **Required Files** в **Peripheral Library Headers->Peripheral Library Module** и **configurations->PIC32**. Они позволят присоединить к проекту шаблонные заголовочные и конфигурационные файлы. Остальные пункты пользователь выбирает по своему усмотрению. В зависимости от выбранных модулей, на третьем шаге программа предложит либо перейти дальше, либо уделить время настройке модуля. Например, при подключении простых драйверов для UART или АЦП никаких дополнительных настроек не потребуется, все необходимые значения будут находиться в файлах `system_config.h` и `system_init.c`. А при выборе серьезного middleware-модуля, например, стека USB или TCP/IP, пользователь сможет настроить дополнительные параметры, связанные с этим модулем (Рисунок 2). На последнем шаге пользователю будет предложен выбор: включить шаблон приложения MPLAB Harmony в свой проект или нет. Включать его следует при создании

проекта с нуля, тогда к нему будут добавлены файлы, соответствующие концепции построения приложения с помощью MPLAB Harmony. К этим файлам относится и `main.c`, поэтому в случае уже имеющегося приложения этот файл будет перезаписан, что может привести к потере части программы. Также следует отметить, что при использовании библиотек MPLAB Harmony в проекте должны быть прописаны пути к заголовочным файлам используемых модулей. Сделать это можно, выбрав в главном меню **File->Project Properties**. В появившемся окне в разделе **General** посредством кнопки **add** нужно добавить пути `[каталог MPLAB Harmony]/framework` и `[каталог MPLAB Harmony]/bin/framework/Peripheral`. Также нужно прописать путь к файлу `system_config.h`, который желательно поместить в папку своего проекта.

Структура проекта

Проект, созданный с помощью MPLAB Harmony, имеет достаточно четкую и продуманную структуру (Рисунок 3). Основными разделами, в которых содержатся интересные нас файлы, являются **Source files** (файлы с исходным кодом) и **Header files** (заголовочные файлы). Дерево каталогов внутри этих разделов должно быть одинаковым, поэтому уделим внимание файлам с исходным кодом, содержащимся в **Source files**. В каталоге `app` имеются файлы `main.c` и `app.c`. Хотя сложные проекты могут содержать здесь также дополнительные файлы. Концепция MPLAB Harmony предполагает, что файл `main.c` должен быть максимально простым, поэтому его код (Листинг 1) образует

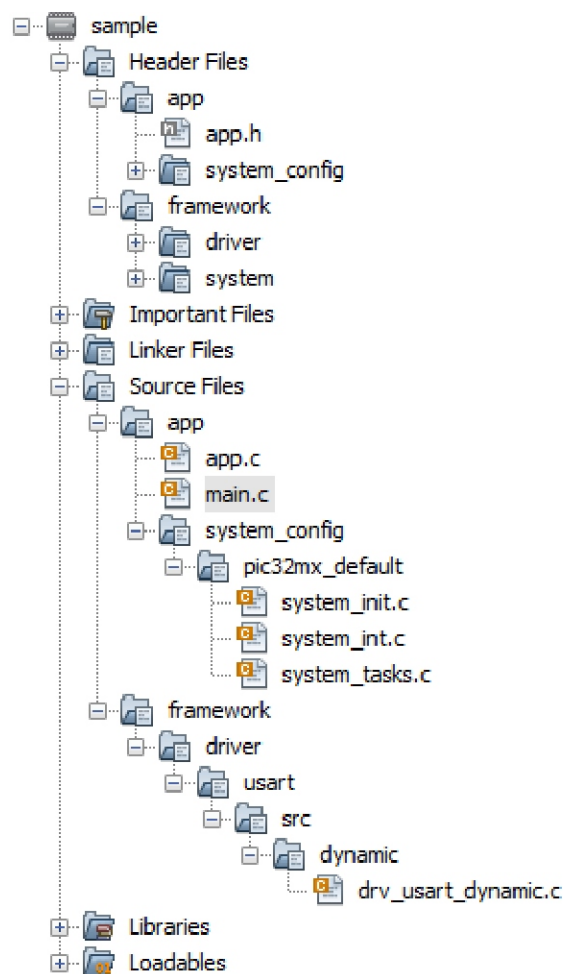


Рисунок 3. Структура проекта в соответствии с концепцией MPLAB Harmony.

только базовый каркас программы. Как уже можно судить по названию, в этом файле реализована обязательная в языке C функция `main()`. В ней сначала вызывается функ-

Листинг 1.

```
int main ( void )
{
    /* Инициализация системы */
    SYS_Initialize ( NULL );

    while ( true )
    {
        /* Выполнение задач */
        SYS_Tasks ( );
    }

    /* Нештатная ситуация, завершение программы */
    SYS_ASSERT ( false , "Error! Exiting main" );
    return ( EXIT_FAILURE );
}
```

ция `SYS_Initialize()`, целью которой является инициализация каждого используемого в приложении модуля. Поскольку работа модулей основывается на автоматном подходе, эта функция должна перевести автомат каждого модуля в начальное состояние. После инициализации программа сразу переходит в бесконечный цикл, из которого при нормальной работе программа никогда не должна выйти. Последние две строчки сигнализируют о возникновении нештатной ситуации и завершают работу программы возвратом из функции `main()`. Внутри бесконечного цикла вызывается функция `SYS_Tasks()`. Она поочередно обращается к каждому модулю, что позволяет функционировать системе в целом. Следует отметить, что некоторые модули могут работать по прерываниям, поэтому они могут не вызываться функцией `SYS_Tasks()`.

В файле `app.c` реализуется логика работы самого приложения. Этот файл должен иметь функции `APP_Initialize()` и `APP_Tasks()`. Вызываемая из `SYS_Initialize()`, функция `APP_Initialize()` обязана непосредственно перевести автомат каждого модуля приложения в начальное состояние, а также может при необходимости выполнить дополнительную инициализацию. Функция `APP_Tasks()`, в свою очередь, вызывается из `SYS_Tasks()`. В ней выполняемые приложением действия делятся на небольшие задачи, которые нужно исполнить максимально быстро. При этом между задачами одного модуля должен быть определенный временной промежуток, за который должны быть выполнены задачи других модулей. После завершения одной задачи, конечный автомат переходит в следующее состояние для выполнения другой задачи. Автоматный подход здесь реализуется структурой `switch-case`. Примерный каркас функции `APP_Tasks()` представлен в Листинге 2. В нем описан простой автомат, определяющий логику работы модуля и имеющий четыре состояния: `APP_STATE_INIT`, `APP_STATE_WAIT_FOR_READY`, `APP_STATE_WAIT_FOR_DONE` и `APP_STATE_IDLE`. В первом происходит конечная подготовка модуля к работе, например, открытие порта. Если эта подготовка проходит успешно, то выполняется переход в состояние `APP_STATE_WAIT_FOR_READY`, где проверяется, готов ли модуль выполнить

свою задачу, например, готов ли порт переслать данные. Если да, то совершается переход в следующее состояние, в противном случае автомат остается в этом состоянии до готовности модуля. В состоянии `APP_STATE_WAIT_FOR_DONE` ожидается, когда модуль завершит свою задачу. В случае с портом, это может быть отправка последнего байта. Если модулю больше не нужно выполнять какие-либо задачи, то он может быть переведен в пассивное состояние `APP_STATE_IDLE`. В этом случае при обращении к функции `APP_Tasks()` никакие действия внутри нее не выполняются. Если модуль из работы выводить не нужно, то автомат можно переключить во второе состояние. Серьезные проекты могут иметь более сложную автоматную структуру.

В каталоге `app` имеется каталог `system_config`, в котором также содержится один или несколько подкаталогов, которые отвечают за конфигурацию приложения. Создаваемый проект может иметь несколько конфигураций, и в каждой из них можно назначить определенный набор используемых библиотек или модулей и изменить интересующие настройки проекта, например, конфигурационные биты. Это сделано для удобного портирования программы при работе с несколькими файлами. Обычно в `system_config` содержатся следующие файлы: `system_config.h`, `system_init.c`, `system_tasks.c`, `system_int.c`. В заголовочном файле `system_config.h` прописываются константы и начальные значения величин, используемых в подключенных модулях. В `system_init.c` содержится вызываемая из `main()` функция `SYS_Initialize()`. В `system_tasks.c`, соответственно имеется функция `SYS_Tasks()`. Но, как уже ранее упоминалось, работающие по прерываниям модули не вызываются из `SYS_Tasks()`, вместо этого в файле `system_int.c` прописаны обработчики прерываний, в которых происходит вызов зависимых от прерывания задач.

Помимо директории `app`, содержимое файлов которой может и должен менять пользователь, существует еще директория `framework`. В ней находятся файлы с кодом модулей MPLAB Harmony. В зависимости от сложности проекта она может содержать большое число файлов и подкаталогов. Для нормальной работы приложения пользователь не должен вносить изменения в эти файлы.

Листинг 2.

```
void APP_Tasks(void)
{
    switch (state)
    {
        case APP_STATE_INIT:
        {
            /*Конечная подготовка модуля*/
        }
        case APP_STATE_WAIT_FOR_READY:
        {
            /*Проверка модуля на готовность выполнения задачи*/
        }
        case APP_STATE_WAIT_FOR_DONE:
        {
            /*Ожидание завершения задачи и переход в состояние
APP_STATE_IDLE*/
        }
        /* Переход в нерабочее состояние */
        case APP_STATE_IDLE:
        default:
            break;
    }
}
```

Заключение

MPLAB Harmony является отличным помощником при программировании микроконтроллеров семейства PIC32. Благодаря четкой структуре проекта и продуманной концепции добавлять модули и изменять их параметры стало намного проще. Таким образом, компания Microchip создала для своих

устройств нечто вроде CMSIS для микроконтроллеров с ядром Cortex, чем упрочила свои позиции на рынке. **РЛ**

Ссылки

1. http://www.microchip.com/pagehandler/en_us/devtools/mplabharmony/home.html
2. <http://www.microchip.com/pagehandler/en-us/family/mplabx/>

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

Часть 2

Окончание. Начало в номере 01-2014

Юрий Петропавловский

В 1966 году Хьюлетт и Паккард решили создать центральную исследовательскую лабораторию HP Labs в Пало-Альто (см. Рисунок 8) с целью освобождения ученых компании от текущих бизнес-задач и направления их усилий на перспективные исследования для обеспечения будущего корпорации. HP Labs расположилась в нескольких километрах от мемориального гаража HP и Стэнфордского университета. В настоящее время, кроме Пало-Альто, лаборатории HP Labs функционируют в Бангалоре (Индия), Пекине, Бристоле (Великобритания), Сингапуре, Хайфе (Израиль), Токио и Санкт-Петербурге. Исследовательский центр HP Labs Russia образован в 2007 году и занимается комплексными исследованиями в области технологий управления информацией совместно с коллегами в Пало-Альто, Бристоле и Пекине. Центром также Осуществляются совместные проекты и разработки с институтами РАН, МГУ, СПбГУ и другими вузами. К задачам HP



Рисунок 8.

Labs Russia относятся: автоматическая обработка и классификация текстов на естественных языках, обнаружение и распознавание текстов на изображениях, анализ мнений (Sentiment analysis), решение задач аннотирования генома, обнаружение таблиц в электронных документах и распознавание их структур, а также ряд других задач в области управления информацией [11].

Серьезные структурные изменения в корпорации произошли после смерти в 1996 году Дэвида Паккарда. В 1999 году было произведено выделение всех не компьютерных подразделений корпорации HP в самостоятельную компанию Agilent Technologies и проведение крупнейшего в истории «Кремниевой долины» IPO с первичным размещением акций на 2.1 млрд. долларов. К новой компании отошли подразделения измерительной техники и испытательного оборудования, полупроводников и медицинских приборов, оптоэлектроники и некоторые другие. В том же году Agilent и Philips Lighting создали предприятие по выпуску светодиодов, получившее название Lumiled Lighting. Изменения коснулись и структуры исследовательских подразделений, из HP Labs была выделена часть, получившая название Agilent Laboratories.

Довольно драматические события произошли после смерти в 2001 году Уильяма Хьюлетта, когда HP и крупнейший на то время

производитель персональных компьютеров Compaq объявили о слиянии, против которого выступили многие акционеры HP, в том числе Уолтер Хьюлетт (сын основателя HP). Сделка была утверждена только в 2002 году, после чего Compaq фактически прекратила существование как самостоятельная компания. После слияния последовали увольнения тысяч сотрудников Compaq и самой HP, а большинство продуктов Compaq впоследствии стало выпускаться под брендом HP [12].

В 2005 году Philips выкупила 100 % акций СП Lumiled Lighting и переименовала предприятие в Philips Lumileds. В том же 2005 году Agilent Technologies продала группу полупроводниковых приборов частным инвесторам, которые впоследствии образовали полупроводниковую компанию Avago Technologies.

Учитывая вышеизложенные обстоятельства, исторической точкой раздела можно условно считать 2000-й год, до которого все рассматриваемые компании находились в составе материнской HP. После этого вновь образованные компании приносили собственные достижения в области измерительных технологий, полупроводников и в некоторых других направлениях. Коротко остановимся на некоторых достижениях HP и разработках HP Labs, оказавших большое влияние на развитие многих отраслей электроники и вычислительной техники.

В 1964 году HP представила первый в мире транспортабельный атомный стандарт частоты HP-5060A на основе цезия-133 (см. Рисунок 9), благодаря которому беспрецедентная точность (погрешность 1 с за 3000 лет) атомных часов стала широко использоваться для практических целей. В 1964-1966 годах пригодные для транспортировки на самолетах стандарты 5060A с дополнительными блоками стали называть «летающими часами». Их перевозили в различные метрологические центры США, Европы и Азии, что



Рисунок 9.

позволило синхронизировать точное международное время. В результате атомные часы стали мировым стандартом измерения времени, благодаря чему стали возможными такие вещи, как спутниковое телевидение и связь, глобальные системы навигации и службы синхронизации времени.

В 1966 году была организована HP Labs и создан относительно компактный компьютер HP-2116A (по мнению ряда экспертов – первый в мире миникомпьютер), предназначенный для проведения разнообразных тестов семейства программируемых приборов фирмы (внешний вид HP-2116A показан Рисунок 10).



Рисунок 10.

Первый в мире настольный научный калькулятор HP-9100A был выпущен в 1968 году. Этот аппарат в рекламе именовался «персональным компьютером», он мог сохранять программы на магнитных карточках и давал возможность ученым осуществлять сложные расчеты (Рисунок 11). В том же году был запу-



Рисунок 11.

щен в производство коммерческий светодиод видимого света (красный) на основе кристаллов фирмы Monsanto. Руководителем группы разработчиков в Monsanto был Джордж Крафорд (M. George Craford), впоследствии перешедший на работу в HP. Через год компания приступила к выпуску светодиодных алфавитно-цифровых индикаторов для измерительных приборов и калькуляторов (Рисунок 12).

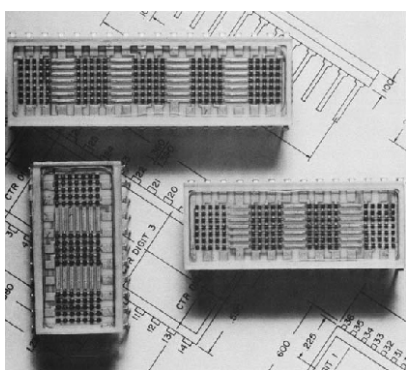


Рисунок 12.

В 1972 году компания представила первый в мире научный карманный калькулятор HP-35 (Рисунок 13). Прибор со светодиодными индикаторами имел полный набор тригонометрических и показательных функций. Единственным сопоставимым по функциям аналогом HP-35 была логарифмическая линейка, поэтому аппарат быстро набрал популярность, в частности, им пользовались и американские астронавты. В 2009 году ИИЭР (IEEE) наградил HP престижной памятной доской «IEEE Milestone» в области электротехники и вычислительной техники (краткое содержание памятной надписи: HP-35 позволил вывести из обращения логарифмическую линейку).



Рисунок 13.



Рисунок 14.

В начале 1980-х годов HP выпустила серию персональных компьютеров, первым из которых был HP-85 (Рисунок 14). Аппарат был выполнен в виде единой конструкции, в состав которой входили также монитор, принтер и ленточный накопитель.

Основные параметры ПК:

- 16 К ОЗУ,
- 32 Кб ПЗУ,
- ЭЛТ с диагональю 5 дюймов,
- разрешение 256 × 192 (графика).

Следует отметить, что руководство компании в этот период не рассматривало ПК в качестве продукта широкого применения, они были предназначены для исследователей, ученых, инженеров и корпоративных пользователей (цена более 3000 долл.). В этой связи интересен факт предложения HP прав на идею бытового компьютера Apple, сделанного его разработчиком Стивом Возняком, которое компания отклонила [13].



Рисунок 15.

Hewlett-Packard широко известна своими принтерами. В 1984 году компания представила свой первый лазерный принтер LaserJet (Рисунок 15). Основанный на ряде технологий Canon, аппарат выгодно отличался почти бесшумной работой, разрешением 300 точек на дюйм, скоростью печати 8 листов в минуту

и меньшей, чем у конкурентов (Canon) ценой, что способствовало быстрому росту его популярности у корпоративных пользователей. В том же году был выпущен и первый струйный принтер ThinkJet (см. Рисунок 16), обеспечивающий разрешение 192 × 96 точек на дюйм. В ноябре 2013 года компания объявила о выпуске 200-миллионного лазерного принтера под маркой LaserJet.



Рисунок 16.

В 1991 году компания представила один из первых карманных клавиатурных компьютеров (КПК) HP 95 LX размерами 159 × 85 × 26 мм с черно-белым ЖК экраном диагональю 4.8 дюйма (Рисунок 17). Аппарат был построен на x86-совместимой платформе и работал под управлением ОС MS-DOS. В 1993 году HP представила КПК HP OmniBook 300 с полноразмерной клавиатурой (Рисунок 18), выполненный на базе процессора Intel 386. Операционная система Windows 3.1, Word 2, Excel 4.0 и MS-DOS 5.0 хранились не на жестком диске, а в ПЗУ, что позволяло компьютеру загружаться почти мгновенно.



Рисунок 17.

В 1998 году компания запустила в производство КПК серии HP Jornada и выпускала их до 2002 год. После слияния с Compaq эта



Рисунок 18.

серия была заменена на более популярную iPAQ. Первой моделью серии был HP Jornada 820/820CE (Рисунок 19), работающий под управлением ОС Windows CE 2.11. Аппаратная часть была построена на базе ARM-процессора Intel StrongARM с тактовой частотой 190 МГц, компьютер отличался большим размером экрана (8.2 дюйма/208 см) с разрешением 640 × 480, большим временем работы от аккумулятора (10 часов) и встроенным модемом (56 кбит/с). Одной из первой в серии iPAQ была модель H1910.



Рисунок 19.

Период 1999-2005 годов можно назвать «переходным», в этот отрезок стратегия HP претерпела существенные изменения: выделение Agilent Technologies, слияние с Compaq, выделение полупроводниковых подразделений, образование Avago Technologies и Philips Lumileds. Развитие материнской компании и «дочек» в последующий период требует отдельного рассмотрения.

В заключение остановимся на приоритетах и толковании самого названия Кремниевой долины, которую нередко называют Сили-

коновой долиной. Silicone – кремнийорганическое соединение (силикон), Silicon – кремний, в 2010 году, будучи с визитом в Калифорнии, президент Дмитрий Медведев посетил Silicon Valley, там ему рекомендовали пользоваться термином Кремниевая долина, так как силикон: «это то, что видят некоторые голливудские актрисы, когда смотрят себе под ноги» (на Рисунке 20 Д. Медведев и Стив Джобс во время визита). Многие склоняются к мнению, что Кремниевая долина началась с основания изобретателем транзистора Уильямом Шокли лаборатории Shockley Semiconductor Laboratory в 1956 году. Но уже в 1957 году из-за «несовместимости» с основателем из компании уволились 8 сотрудников («вероломная восьмерка») и основали фирму Fairchild Semiconductor, двое из них (Роберт Нойс и Гордон Мур) впоследствии основали Intel.



Рисунок 20.

Приоритет того или иного явления (патента, изобретения, и т. п.) иногда имеет весьма большое значение. Уместно упомянуть в этой связи историю с изобретением радио. Как известно, теоретические принципы радиосвязи обосновал Джеймс Максвелл в системе уравнений, описывающих электромагнитное поле и его связь с электрическими зарядами и токами еще в середине 19-го века. На практике возможность передачи и приема радиоволн осуществил Генрих Герц в 1888 году с помощью дипольной антенны (диполь Герца), а первую демонстрацию радиосвязи на расстоянии 40 метров осуществил Оливер Джозеф Лодж в 1894 году.

«Эффективный менеджер» Г. Маркони в 1896 году продемонстрировал аппарат, обеспечивающий радиосвязь на расстояние

1.5 км, затем с помощью В. Г. Пирса (бывшего директора британской почты и телеграфа) 2 июня 1896 года подал заявку на изобретение, представляющее собой «черный ящик» под названием «Усовершенствования в передаче электрических импульсов и сигналов и аппаратура для этого» (на Рисунке 21 Маркони со своим радиоприемником и диполем Герца). Сам Маркони практически не изобретал принципиально новых составляющих этого «черного ящика»), однако во всем мире признан изобретателем радио, а в 1909 году совместно с Ф. Брауном получил за это Нобелевскую премию по физике.



Рисунок 21.

Никола Тесла предложил свою теоретическую модель радио за 4 года до Маркони, а затем и продемонстрировал ее экспериментально. В 1915 году он предпринял неудачную попытку получить судебный запрет против авторства радио Маркони. В 1943 году американский Верховный суд все-таки принял решение о признании Теслы изобретателем радио.

Интересно, что в известном документальном фильме Би-Би-Си «Шок и трепет – История Электричества» (2011 год) Александр Попов, считающийся у нас изобретателем радио (1895 г.), даже не упоминается. Имеется свой изобретатель радио и в Индии, в 1896 году в Калькутте индийский ученый Дж. К. Бозе продемонстрировал британскому генерал-губернатору радиопередачу на расстояние более 3 миль. **РЛ**

Литература:

11. <http://www.hpl.hp.com/russia/>
12. <http://en.wikipedia.org/wiki/Compaq>
13. http://en.wikipedia.org/wiki/HP_series_80

Как сделать простой, но точный генератор розового шума

Dennis Seguire, Cypress Semiconductor

Electronic Design

С помощью генератора псевдослучайных последовательностей (PRS – pseudorandom sequence) и довольно простой программы можно создать источник розового шума, частотная характеристика которого в полосе звуковых частот отличается от идеальной не более чем на 1 дБ.

Генераторы белого шума обычно используются для тестирования аппаратуры, например, при измерениях коэффициента битовых ошибок (BER), служат источниками широкополосных сигналов для анализа вибраций, средством быстрой оценки характеристик цифровых фильтров, основанных на быстром преобразовании Фурье, и находят применение во множестве других приложений.

В аудио приложениях, где источники шума используются для создания фонового шума или для настройки звукоусилительной аппаратуры под помещения конференц-залов, предпочтительнее использовать «розовый» шум. Розовый шум характеризуется равенством спектральной мощности в пределах каждой октавы. Это означает, что например, в

диапазоне частот от 100 до 200 Гц сосредоточена та же мощность, что и в диапазонах 1.0 ... 2.0 кГц или 10 ... 20 кГц.

Представленный здесь источник розового шума основан на генераторе псевдослучайных последовательностей, и во многом напоминает источник белого шума, ранее описанный в статье [1].

Сигнал на выходе белого шума будет случайным, то есть, будет иметь равномерное распределение спектральных составляющих и гауссовское распределение амплитуд, если уровень точки фильтрации шума выбрать ниже 5% от тактовой частоты PRS. Сигнал на выходе генератора розового шума звукового диапазона частот (от 20 Гц до 20 кГц) удовлетворяет требованиям статистической случайности и практически не отличается от аналогового.

Частотная характеристика розового шума имеет спад 3 дБ на октаву или 10 дБ на декаду. Это вдвое меньше крутизны спада однополюсного фильтра нижних частот. Следовательно, схема фильтра должна быть

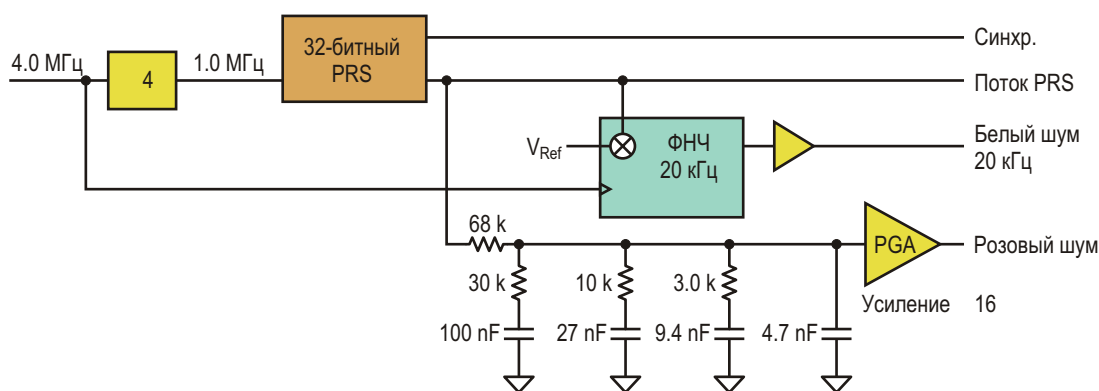


Рисунок 1. Основанная на генераторе псевдослучайных последовательностей схема имеет выходы, как белого, так и розового шума звукового диапазона частот.

чуть сложнее однозвенной RC цепочки. Многочисленные примеры фильтров розового шума можно найти в сети. Один из них был описан в 1976 году в книге National Semiconductor Audio Handbook, давно вышедшей из печати, но достаточно часто переиздаваемой.

Номиналы компонентов были подобраны таким образом, чтобы, во-первых, максимально приблизить характеристику к идеальной в верхней области диапазона, а во вторых, увеличить импеданс нагрузки фильтра. В схеме, формирующей как белый, так и розовый шум, использована программируемая система на кристалле CY8C24423 и несколько внешних компонентов (Рисунок 1). Программный код ограничен лишь установкой значений полиномов PRS и несколькими командами запуска.

По сравнению с предыдущей схемой генератора белого шума была увеличена длина PRS, в результате чего период ее повторения стал шире полосы моего анализатора спектра. Любая последовательность длиной 24 бита и более пригодна для аудио приложений. Сигнал на выходе фильтра с затуханием 3 дБ/октава весьма слаб, поэтому в схему был добавлен операционный усилитель с программируемым усилением (PGA), добавляющий к уровню сигнала 24 дБ. PGA, способный работать на нагрузку 32 Ом, также обеспечивает буферизацию выхода (Рисунок 2).

Спад выходного сигнала соответствует номинальной крутизне 3 дБ/октава с точнос-

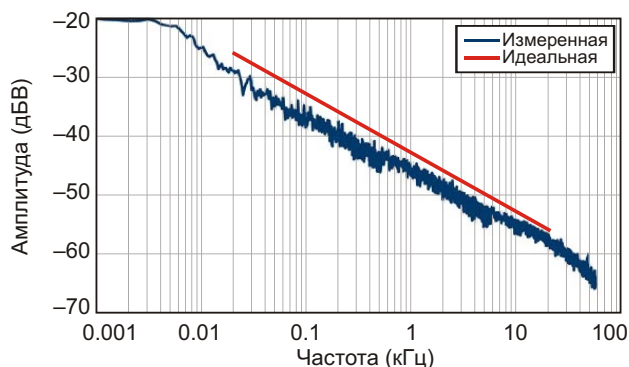


Рисунок 2. Амплитуда розового шума на выходе схемы спадает со скоростью 3 дБ/декада, отклоняясь от идеальной характеристики не более чем на 1 дБ во всем диапазоне звуковых частот.

тью не хуже 1 дБ во всем диапазоне от 20 Гц до 20 кГц. Если на частотах ниже 20 Гц требуется ослабить сигнал, сделать это можно с помощью подключенного к входу PGA однополюсного фильтра верхних частот с частотой среза 10 Гц. Если же возникнет необходимость в аттенюации частот выше 20 кГц, потребуется полосовой фильтр, включенный на выходе PGA. В любом случае, сделать это будет очень просто, рассчитав фильтры с помощью инструмента программирования систем на кристалле Cypress PSoC Designer. **РЛ**

Ссылки

1. «Well-Controlled Audio-Band Noise Source Uses Basic Microcontroller Filtering,» Dennis Seguire, <http://electronicdesign.com/digital-ics/well-controlled-audio-band-noise-source-uses-basic-microcontroller-filtering>

ГУН на основе микросхемы источника опорного напряжения TL431

RO Osaуa

EDN

Микросхема TL431 представляет собой программируемый трехвыводной шунтовой стабилизатор напряжения, функционально подобный стабилитрону с низким температурным коэффициентом. Выходное напряжение TL431 стабилизируется внутренним опорным источником и программируется в диапазоне от 2.5 до 36 В с помощью двух внешних резисторов. Микросхема интересна также широким диапазоном рабочих токов от 1 мА до 100 мА при типовом динамическом сопротивлении 0.22 Ом. Характеристики этих опорных источников делают их отличной заменой для стабилитронов во множестве приложений, таких, скажем, как цифровые вольтметры, источники питания и любые иные схемы, которым нужен прецизионный источник напряжения. В настоящее время они широко

распространены в импульсных источниках питания.

При определенных сочетаниях напряжения питания и емкости нагрузки TL431 проявляет любопытную нестабильность, следствием которой является возникновение устойчивой генерации, частота которой может варьироваться в диапазоне от 10 кГц до 1.5 МГц, в основном, в зависимости от входного управляющего напряжения. Отчасти это происходит из-за образования в этих условиях области отрицательного сопротивления. Как показано в предлагаемой статье, причинами нестабильности не являются ни наличие двух внутренних полюсов, ни третий полюс, вносимый внешним конденсатором, включенным последовательно с сопротивлением нагрузки (Рисунок 1). Выходной каскад

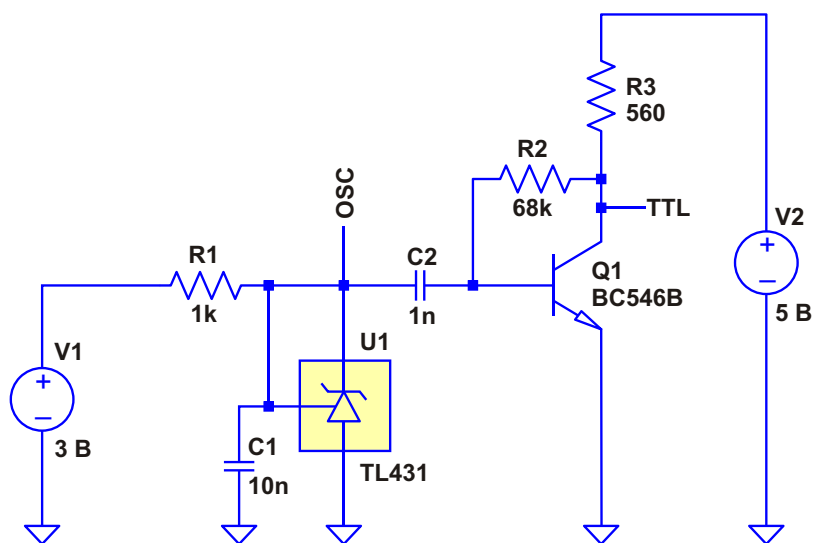


Рисунок 1. Управляемый напряжением генератор на основе TL431 с буферизованным выходом.

на одном транзисторе, добавленный для буферизации генератора, формирует выходной сигнал с TTL уровнями.

Описание работы TL431

Принцип работы генератора можно понять, рассматривая схему в двух аспектах. Первый связан с основной функцией TL431 как источника опорного напряжения. Обратимся к эквивалентной схеме генератора, изображенного на Рисунке 2. Величина постоянного тока I_1 (см. Рисунок 3) зависит от напряжения приблизительно следующим образом:

$$\frac{V_{CTRL}}{R} \frac{V_{KA}}{R},$$

где V_{KA} – напряжение «стабилитрона». Предположим, что вначале конденсатор не заряжен, и, соответственно, $V_{KA} = 0$. Конденсатор постепенно заряжается частью тока I_1 до тех пор, пока напряжение на нем не достигнет равновесного значения с TL431, то есть, $V_{KA} = 2.49$ В. Однако зарядный ток на этом не обрывается, и конденсатор продолжает заряжаться. Моделирование переходных процессов в изображенной на Рисунке 2 схеме показало, что напряжению конденса-

тора достаточно превысить равновесное значение V_{KA} всего на несколько микровольт, чтобы обратная связь вновь восстановила равновесие. Происходит это следующим образом.

Поскольку база транзистора Q1 напрямую соединена с конденсатором, с ростом V_{KA} увеличивается и напряжение на эмиттере Q1 (которое также является напряжением базы Q11), и, соответственно, увеличивается ток через транзистор Q11. Транзистор Q9 и резистор R8 образуют коллекторную нагрузку Q11. Поэтому увеличение коллекторного тока Q11 приводит к снижению коллекторного напряжения Q9. В связи с тем, что Q9 и Q10 являются элементами токового зеркала, коллекторные токи этих двух транзисторов имеют ту же величину, что и Q11, но Q10 имеет динамическую коллекторную нагрузку в виде транзистора Q6, который через резистор R5 получает ток базы от второго токового зеркала, состоящего из транзисторов Q2, Q4 и Q12. Конструкция токового зеркала такова, что начальный рост эмиттерного напряжения Q1 увеличивает его напряжение V_{BE} . Это вызывает увеличение тока коллектора Q6, а, следовательно, и коллекторного тока Q10. В результате напряжение на его коллекторе возрастает, и также возрастает напряжение на подключенной к нему базе транзистора

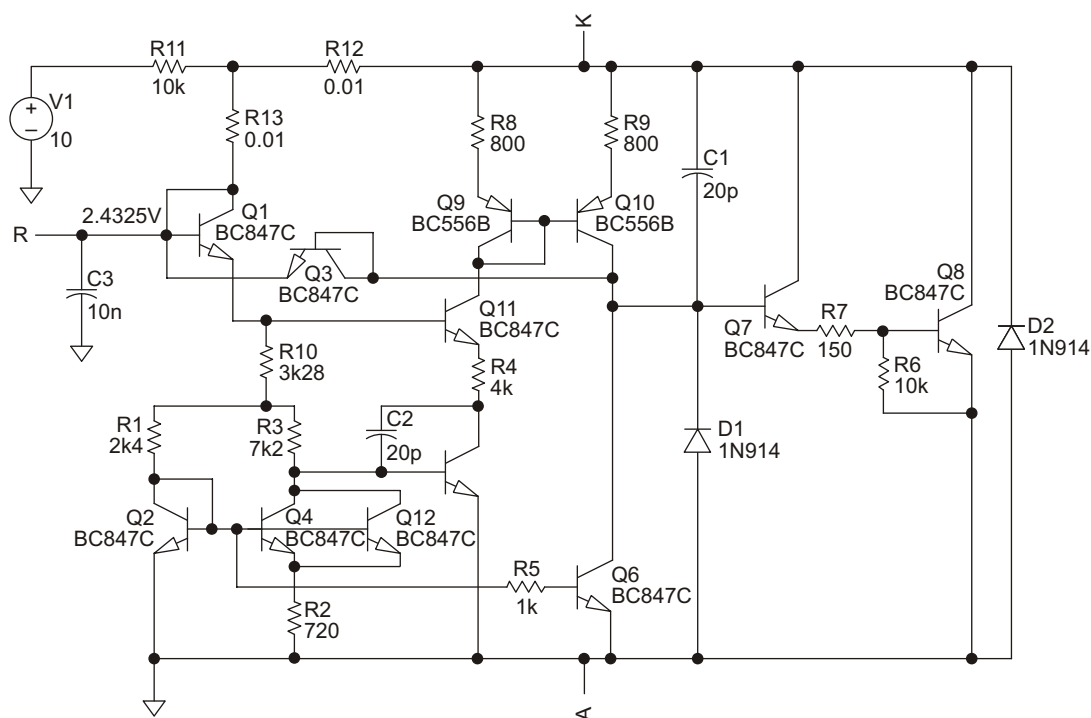


Рисунок 2. Эквивалентная схема TL431 для LTSpice.

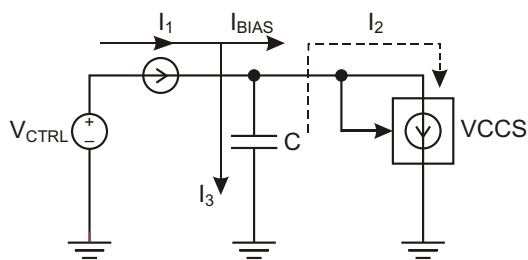


Рисунок 3. Упрощенная иллюстрация распределения токов в релаксационном генераторе на основе TL431.

Дарлингтона Q7, Q8, отчего Q8 открывается, и напряжение V_{KA} быстро падает. В данной конкретной схеме вывод опорного напряжения (R), к которому подключен конденсатор, соединен с выводом катода (K). Таким образом, как только напряжение на конденсаторе начинает превышать равновесное значение, устройство стремится тут же восстановить равновесие, быстро уменьшая напряжение катод-анод.

С помощью блок-схемы изображенной на Рисунке 3, мы объясним, каким образом возникают устойчивые колебания при нарушении равновесия TL431. Конденсатор заряжается небольшим, почти постоянным током, частично отбираемым от тока источника питания I_1 . На Рисунке 3 зарядный ток обозначен как I_3 . Когда напряжение конденсатора проходит точку равновесия V_{REF} , ток I_2 , состоящий из суммы коллекторных токов Q7 и Q8 (Рисунок 2), быстро и эффективно уносит заряд, накопленный в конденсаторе. Длительность импульса I_2 невелика, но достаточна для того, чтобы сбросить напряжение на конденсаторе ниже точки равновесия. Затем конденсатор вновь начинает заряжаться, забирая ток от I_1 , цикл заряда-разряда повторяется, и, таким образом, начинаются устойчивые колебания. Разряд конденсатора происходит очень быстро, поэтому ток во время разряда намного превышает ток I_1 источника питания, подчиняясь соотношению $I = Q/t$, где Q – накопленный заряд конденсатора.

Оценка времени заряда и разряда

Если токи заряда и разряда известны, можно найти приближенное выражение для величин зарядов, получаемых конденсатором, и отдаваемых им в выходные каскады TL431. При установившихся колебаниях эти заряды будут равны.

Из Рисунка 3 видно, что

$$I_3 = I_1 - I_{BIAS}.$$

Величина тока I_{BIAS} микросхемы TL431 равна примерно 260 мкА и практически не меняется в широком диапазоне управляющих напряжений V_{CTRL} .

На основании сказанного можно составить следующее дифференциальное уравнение:

$$I_3 \frac{dQ}{dt} = \frac{CdV_C}{dt} = \frac{V_{CTRL}}{R_S} \frac{V_C}{V_C^L} I_{BIAS}.$$

Здесь R_S – сопротивление, включенное последовательно с источником управляющего напряжения. Решая дифференциальное уравнение на интервале между нижним (V_C^L) и верхним (V_C^H) порогами напряжения V_C при установившихся колебаниях, можно найти время заряда:

$$t_1 = R_S C \ln \frac{V_{CTRL}}{V_{CTRL}} \frac{I_{BIAS} R_S}{I_{BIAS} R_S} \frac{V_C^L}{V_C^H}.$$

Оценить время разряда несколько сложнее, поскольку он происходит через динамически изменяющееся сопротивление. Эффективное сопротивление, через которое уходит приобретенный заряд, можно приблизительно рассчитать следующим образом. Моделирование и эксперименты показывают, что в режиме устойчивых колебаний V_{KA} не опускается ниже 1.60 В и не поднимается выше 2.74 В. На Рисунке 4 показана взятая из

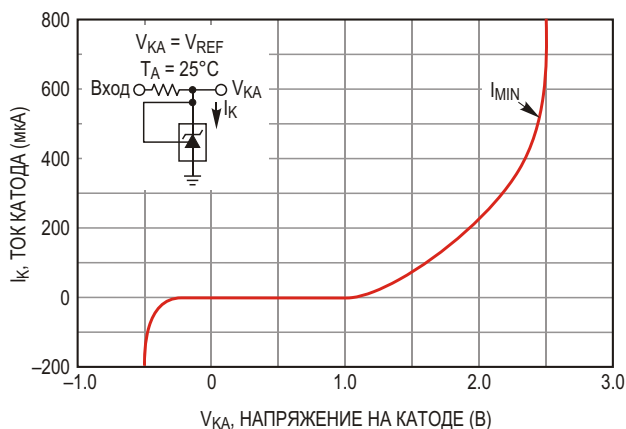


Рисунок 4. Характер изменения динамического сопротивления TL431В. (Взято из [1]).

справочных данных вольтамперная характеристика TL431.

Эта зависимость напоминает прямую ветвь диодной характеристики, поэтому ее можно аппроксимировать следующей функцией:

$$I_{\text{BIAS}} = I_0 e^{V/V_{\text{KA}}}$$

В отличие от обычного диода с p-n переходом, ток TL431 слабо зависит от температуры, поскольку в микросхеме используется опорный источник с напряжением, определяемым шириной запрещенной энергетической зоны. Можно показать, что динамическое сопротивление равно

$$R = \frac{dV}{dI} = R_0 e^{V_{\text{KA}}/V}$$

Линейная аппроксимация взятых из справочных данных характеристик дает $R_0 = 135.9 \text{ кОм}$, 2.304 В/кОм . Таким образом, в области существования колебаний сопротивление меняется от 1.7 кОм до 246 Ом . В контексте разряда конденсатора это означает, что с увеличением управляющего напряжения скорость разряда увеличивается, так как сопротивление эффективного пути протекания разрядного тока мало. Значит, можно ожидать, что при увеличении управляющего напряжения время разряда уменьшится, т.е., частота увеличится. Фактически это и наблюдалось в реальном генераторе. Моделирование показывает, что ток, забираемый из конденсатора при разряде, весьма велик, поэтому время разряда обычно очень мало и может не приниматься во внимание.

Выходной сигнал генератора берется непосредственно с конденсатора, поэтому для исключения влияния нагрузки необходима внешняя буферизация. SPICE модели

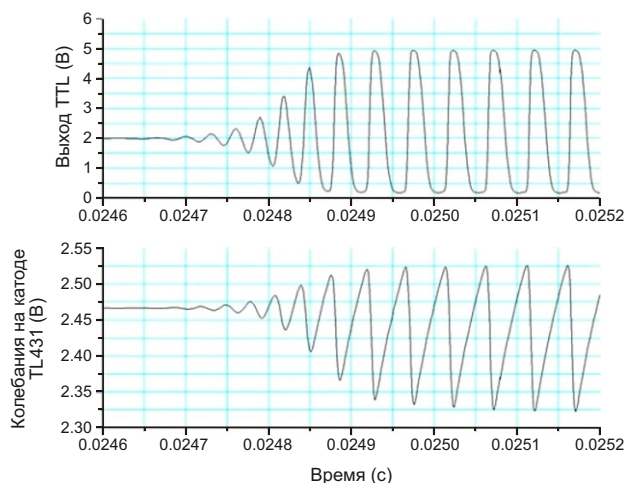


Рисунок 5. Выходные сигналы SPICE модели ГУН на микросхеме TL431.

микросхемы TL431 можно найти в различных источниках, например, на сайтах Texas Instruments и LTspice Wiki. В симуляторе использовались различные модели, и все они генерировали одинаково (Рисунок 5). Практические эксперименты выполнялись с микросхемами TL431A и B, KA431 и LM431. И хотя во всех случаях возникали колебания, входные напряжения, необходимые для возбуждения схемы, а также диапазон частот генерации для каждой микросхемы были различны. Кроме того, опорные напряжения этих устройств имели разброс от 2.43 В до $+2.53 \text{ В}$.

Наблюдения показали, что амплитуда выходных колебаний генератора в точке, обозначенной на Рисунке 1 как OSC, возрастает с увеличением управляющего напряжения V1. Частота в диапазоне практически используемых токов также находилась приблизительно в прямой зависимости от входного управляющего напряжения, однако при определенных токах картина менялась, и рост напряжения сопровождался уменьшением частоты. В Таблице 1 приведены результаты измерений в области прямой

Таблица 1. Результаты измерений режимов ГУН на схеме TL431 в области, где увеличение управляющего напряжения сопровождается ростом частоты

Емкость C1 [нФ]	KA431		LM431	
	Диапазон управляющих напряжений V1 [В]	Выходная частота [кГц]	Диапазон управляющих напряжений V1 [В]	Выходная частота [кГц]
10	2.69 – 3.39	52.1 – 150.1	3.90 – 5.75	934.0 – 1517.0
100	2.69 – 11.6	12.4 – 211.5	7.47 – 11.60	383.0 – 435.0

линейной зависимости частоты от напряжения для двух различных микросхем.

В этих экспериментах управляющее напряжение было ограничено величиной порядка 12 В, чтобы катодные токи не превышали 10 мА, хотя в справочных данных на TL431 утверждается, что устройство может пропускать ток до 100 мА. Из всех опробованных микросхем область с обратной зависимостью частоты от напряжения наблюдалась только у LM431. Это происходило в диапазоне управляющих напряжений от 5.20 В до 7.04 В, при соответствующем изменении частоты от 602 кГц до 433 кГц. Емкость конденсатора C1 была выбрана равной 100 нФ. Согласно техническому описанию [1], в диапазо-

не емкостей от 10 до 100 нФ схема теряет устойчивость, что полностью согласуется с результатами экспериментов.

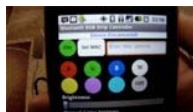
Схема может использоваться в сверхдешевых лабораторных генераторах TTL импульсов и в качестве ГУН низкочастотной ФАПЧ для диапазона средних волн. Описанное устройство успешно работало в схеме диодного кольцевого смесителя программно-определяемого радиоприемника (SDR) AM диапазона. **РЛ**

Ссылки

1. Motorola Inc., TL431A,B Programmable precision references, Document TL431/D Revision 6, 1998 (Current TI datasheet)

Загрузки

1. LTwiki, SPICE модель TL431	
2. Texas Instruments, SPICE модель TL431	
3. Файлы SPICE	



4. Видео работы ГУН

Разработка Android-контроллера для управления RGB светодиодной лентой

Часть 2

Окончание. Начало в номере 01-2014

Вадим Колесник, Тирасполь

Программное приложение для Android-устройства

В процессе разработки и отладки приложения в реальном времени для ОС Android автор использовал смартфон LG MS690 с версией ОС 2.2.1.

Как упоминалось ранее, программное приложение для Android-устройства разрабатывалось в графическом редакторе MIT App Inventor Beta [3]. Это гибкая онлайн среда разработки с достаточно богатыми возможностями, предназначенная, в основном, для составления простых приложений. Продукт предоставляется компанией Google и работает совместно с Java-библиотекой Open Blocks, разработанной в Массачусетском Технологическом Институте (MIT). Для доступа к среде разработки потребуется наличие учетной записи Google.

Внимание

На момент публикации статьи компания Google сообщила о выходе новой версии программы MIT App Inventor 2 [4], которая несовместима с MIT App Inventor Beta. Разработчики обещают в скором времени предоставить инструментарий для импортирования проектов предыдущей версии в MIT App Inventor 2.

Среда разработки представляет собой HTML-конструктор, работающий по принципу WYSIWYG («что видишь, то и получишь»). Удобный и понятный интерфейс предостав-

ляет возможность, щелкая мышью, добавлять и соединять воедино все элементы и функции. Установив программу, пользователь получает графический редактор Design Editor (Рисунок 12), позволяющий на первом этапе определиться с внешним оформлением программы, а также с опциями и данными, которые будут содержаться в вашем приложении. Все действия выполняются в браузере. Вторая часть программы представлена графическим редактором блок-схем Blocks Editor, предназначенным для логического объединения всех созданных ранее элементов (Рисунок 13). Это может быть, например, кнопка, при нажатии на которую приложение выполняет определенные математические операции или запускает фотокамеру. И здесь вам не потребуются навыки программиста, так как все функции будут доступны в виде блоков. А если где-то произойдет ошибка,

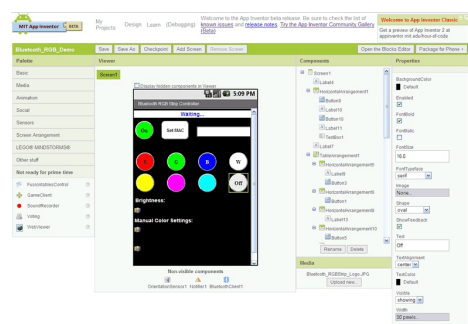


Рисунок 12. MIT App Inventor Beta – окно графического редактора Design Editor в браузере.

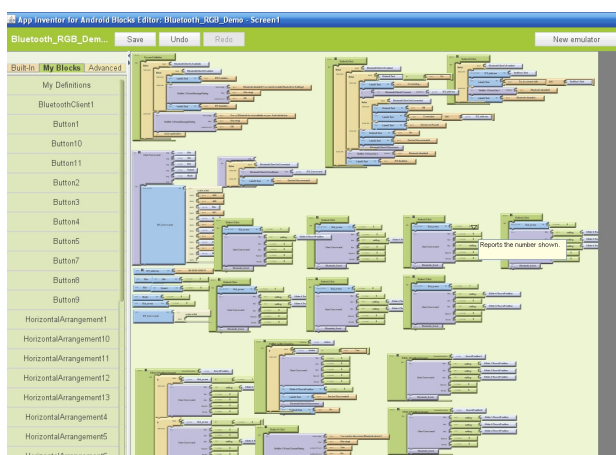


Рисунок 13. MIT App Inventor Beta – внешний вид исходного кода приложения в редакторе блоков. Все блоки.

программа сообщит вам об этом. Блоки поддерживают комментарии и могут «сворачиваться» в компактный размер, оставляя лишь имя функции/процедуры/метода.

Разработку приложений сильно упрощают доступные справочные материалы, руководства, а также демонстрационные программы и примеры. Кроме того, редактор блоков имеет встроенную систему проверки правильности подключения блоков и подсказки. Процесс установки среды разработки не вызовет сложностей и займет несколько минут.

Основные преимущества среды разработки MIT App Inventor:

- графический редактор:
 - простой и понятный интерфейс;
 - множество готовых компонентов: кнопки, слайдеры, поля текстового ввода, картинки, базы данных;
 - доступ к сенсорам и встроенной периферии Android-устройства, например, телефонный модуль, Bluetooth, акселерометр, камера, датчик ориентации экрана, GPS;
 - доступ к сохраненным контактам и встроенным мультимедиа ресурсам;
 - гибкие настройки визуальных компонентов;
 - возможность использования нескольких экранов;
 - доступны компоненты LEGO MIND-STORM;
 - встроенный компилятор приложений в байт-код для Android и несколько вариантов загрузки готового приложения;

• редактор блок-схем:

- исходный код собирается из готовых блоков, внешне напоминающих пазлы;
- простое создание пользовательских алгоритмов и функций;
- для разработчика доступно множество встроенных функций, включая циклы, операции сравнения, операции выбора, операции над текстами и списками, математические операции и функции;
- полный доступ к свойствам, событиям и методам визуальных компонентов;
- встроенная система помощи и подсказок;
- многие свойства компонентов доступны для изменения в приложении;
- поддержка отладки в реальном времени на Android-устройстве, а также в симуляторе Android-устройства, с возможностью отслеживания переменных и некоторых свойств элементов;
- реальное Android-устройство может подключаться к среде разработки по Wi-Fi или по кабелю USB (в последнем случае необходима установка драйвера Android-устройства).

Управление цветовой гаммой светодиодной ленты осуществляется с помощью кнопок предустановленных цветов, слайдера яркости (**Brightness**) и трех слайдеров ручной установки интенсивности для каждого из основных цветов (**Manual Color Settings**). Кнопка **On** предназначена для соединения/разъединения с Bluetooth-контроллером. Кнопка **Off** позволяет одновременно отключить все три канала и, по выбору пользователя, выполнить разъединение с Bluetooth-контроллером. Кнопка **Set MAC** используется для пользовательской установки MAC-адреса Bluetooth-контроллера.

Над кнопками **On** и **Set MAC** расположена строка состояния, в которой отображаются различные информационные сообщения и MAC-адрес подключенного Bluetooth-контроллера.

Процесс установки различных графических элементов пользовательского интерфейса, а также управление их внешним видом и параметрами интуитивно понятен и не займет много времени. Необходимые элементы перетаскиваются мышкой на экран, а затем редактируются их свойства и параметры инициализации. После того, как все эле-

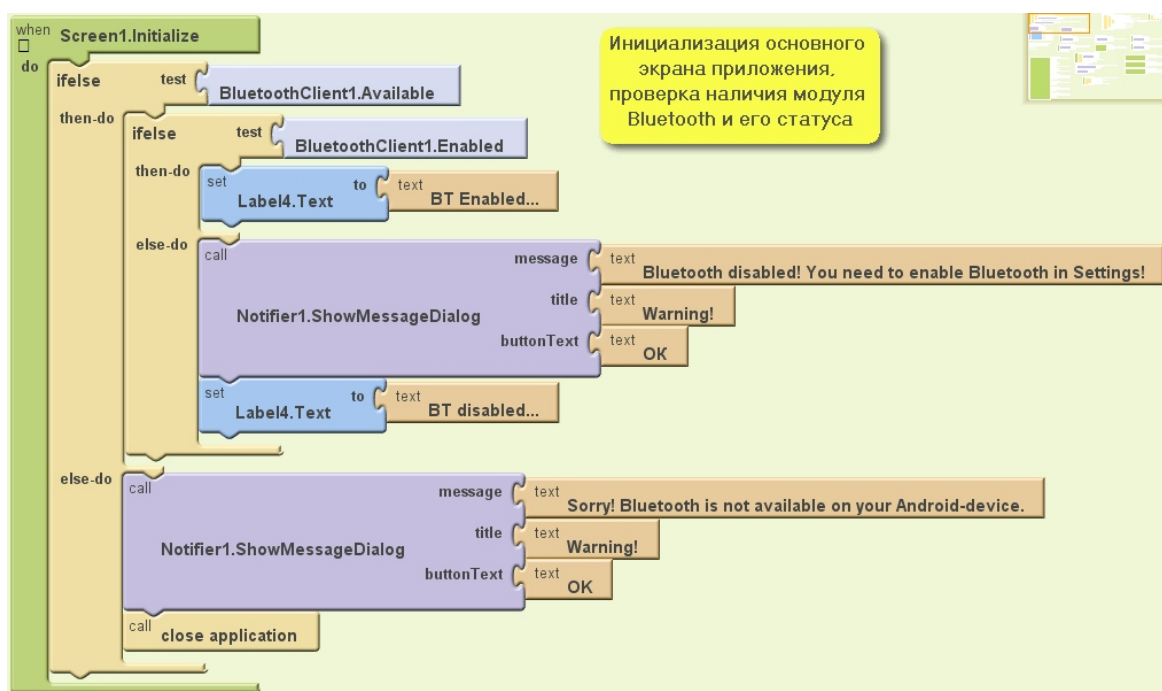


Рисунок 14. В блоке инициализации экрана приложения выполняется проверка наличия Bluetooth в Android-устройстве.

менты приложения расставлены на экране, мы можем переходить к составлению алгоритмов приложения, для чего необходимо открыть редактор блок-схем, нажав на панели управления кнопку «Open the Block Editor».

В открывшемся окне (уже в среде Java Open Blocks) справа располагается панель выбора готовых блоков, вверху – панель управления. Вставка нужных блоков в свое приложение производится простым перетаскиванием объектов из панели в рабочую зону. Далее, на примере построения основных функций приложения автора, мы узнаем, как составляется приложение для Android [1].

Основная задача приложения (*Bluetooth RGB Strip Controller*) – это формирование команды на основе пользовательских данных и отправка ее по беспроводному интерфейсу Bluetooth-контроллеру. Однако, в целях корректного и надежного функционирования приложения, а также повышения его универсальности, к основной задаче добавляются различные алгоритмы проверок и информирования пользователя. Этого можно не делать, ввиду того, что приложение будет автоматически вызывать системные сообщения об ошибках в работе. Любое приложение начинается, как правило, с инициализации основного экрана, поэтому здесь

будет оптимальным расположить проверку доступности Bluetooth на Android-устройстве.

Примечание

Все сообщения, названия кнопок и слайдеров, оповещения и комментарии в приложении автор писал на английском языке, чтобы исключить вероятность несовместимости приложения на различных Android-устройствах.

В блоке кода инициализации экрана приложения, изображенного на Рисунке 14, проверяется доступность Bluetooth-модуля с помощью операторов выбора *if...else*. Значением логического параметра **Bluetooth Client1.Available** может быть «истина» (модуль Bluetooth поддерживается) или «ложь» (модуль Bluetooth отсутствует). Если Bluetooth не поддерживается устройством, то выводится соответствующее информационное сообщение и приложение закрывается. Иначе, далее проверяется его состояние (включен/выключен) и выводится соответствующая подсказка в строке состояния (текстовое поле **Label4**). Если Bluetooth выключен (**BT disabled**), то потребуются только включить его в системном меню. Проверка в приложении состояния встроенного Bluetooth выполняется еще в нескольких случаях: перед соединением и перед каждой отправкой команды.

Для соединения с Bluetooth-контроллером необходимо в текстовое поле ввести в стандартной форме MAC адрес Bluetooth-модуля HC-05, нажать кнопку **Set MAC**, и затем зеленую кнопку **On**. В программной реализации для этого автор использует только обработчики нажатия соответствующих кнопок (Рисунок 15), а функция ввода MAC адреса (текстовой информации) реализуется компилятором автоматически. После ввода MAC адреса в текстовое поле, при нажатии на кнопку **Set MAC** переменная **BT_address** получит указанное текстовое значение, которое будет использоваться в качестве параметра функции соединения с Bluetooth-контроллером.

Чтобы не вводить известный MAC адрес каждый раз при запуске приложения, необходимо внести значение переменной **BT_address** в исходном коде приложения, скомпилировать его уже с новым параметром и установить на свой телефон/планшет. В этом случае, после запуска приложения можно сразу нажать кнопку **On** для соединения с Bluetooth-контроллером.

Нажатие кнопки **On** инициализирует алгоритм соединения с Bluetooth-контроллером и сопровождается информационными сообщениями в строке состояния. Если соединение установлено успешно, то в строке состояния будет отображаться MAC-адрес подклю-

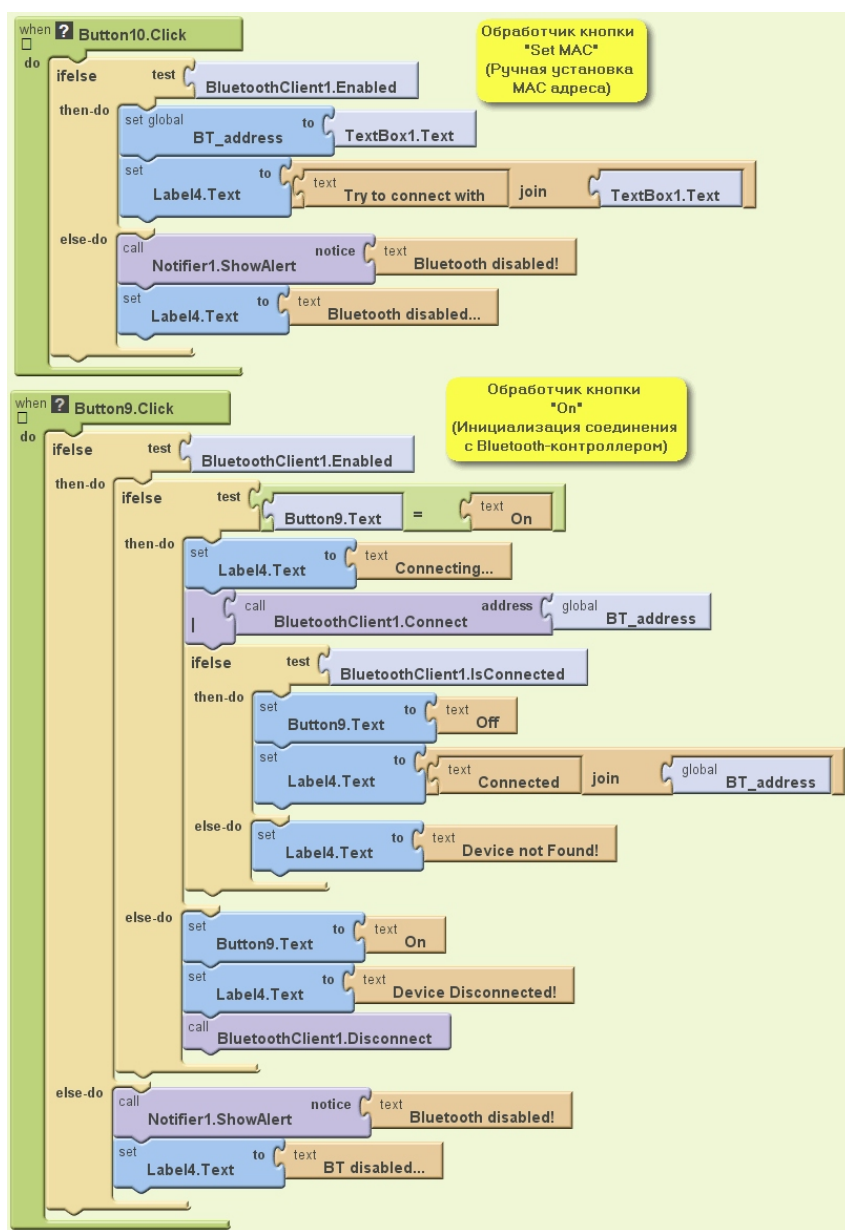


Рисунок 15. Блок обработчиков нажатия кнопок установки MAC адреса и соединения с Bluetooth-контроллером.

ченного Bluetooth-контроллера. После этого пользователь может управлять светодиодной лентой.

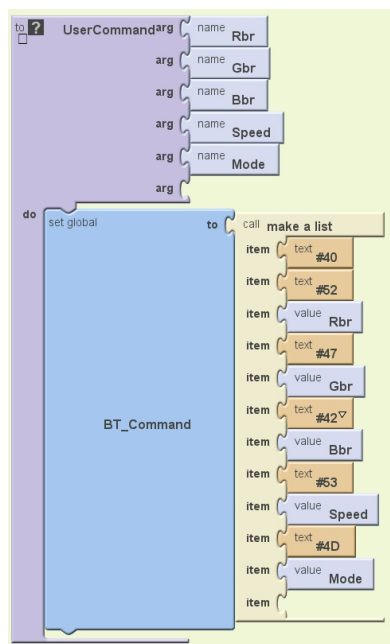


Рисунок 16. Блок-схема процедуры формирования пользовательской команды.

Пользовательская команда формируется в блоке процедуры **UserCommand** (Рисунок 16), параметры которой определяются переменными **RBr**, **GBr**, **BBr**. В теле процедуры формируется список (**make a list**) из последовательности однобайтных значений команды (**BT_Command**). Последовательность байтов расшифровывается в Таблице 2.

Значения переменным **RBr**, **GBr**, **BBr** присваиваются в обработчиках нажатий кнопок выбора предустановленной цветовой гаммы и в обработчиках изменения положения слайдера установки яркости и слайдеров ручной

установки цвета. Диапазон значений слайдеров выбран от 0 до 255 (однобайтные значения).

В таком виде последовательность байтов команды готова к отправке по Bluetooth. Передача данных осуществляется в процедуре **Bluetooth_Send**, вызываемой однократно при каждом нажатии кнопок управления цветами или при изменении положения слайдеров, после процедуры формирования команды.

В процедуре передачи команды вызывается метод **BluetoothClient1.SendBytes**, который последовательно передает байты сформированной команды по беспроводному интерфейсу Bluetooth.

В режиме ручной установки цветовой гаммы (**Manual Color Settings**) значения положений движков соответствующих слайдеров присваиваются переменным **RBr**, **GBr**, **BBr** только при изменении положения любого из них.

При разработке приложения автора очень порадовала возможность его отладки в реальном времени. Для этого на смартфон необходимо установить специальное приложение MIT AICompanion, работающее совместно с редактором блоков. Телефон подключается к среде разработки по интерфейсам Wi-Fi или USB, в последнем случае необходимо установить соответствующие драйверы Android-устройства. В редакторе блоков на панели инструментов необходимо нажать кнопку «Connect to Device», выбрать из списка свое устройство, и через минуту на экране Android-устройства вы увидите экран своего приложения. Неважно, на каком этапе разработки программы вы находитесь, компилятор сам определяет, какие элементы

Таблица 2. Формируемый список однобайтных значений команды в процедуре UserCommand

Байты	Значение	Описание	Примечание
1	#40	Шестнадцатеричное значение символа @	Таблица ASCII
2	#52	Шестнадцатеричное значение символа R	Таблица ASCII
3	RBr	Значение переменной	
4	#47	Шестнадцатеричное значение символа G	Таблица ASCII
5	GBr	Значение переменной	
6	#42	Шестнадцатеричное значение символа B	Таблица ASCII
7	BBr	Значение переменной	
8	#53	Шестнадцатеричное значение символа S	В демо-версии не используются
9	Speed	Значение переменной	
10	#40	Шестнадцатеричное значение символа M	
11	Mode	Значение переменной	

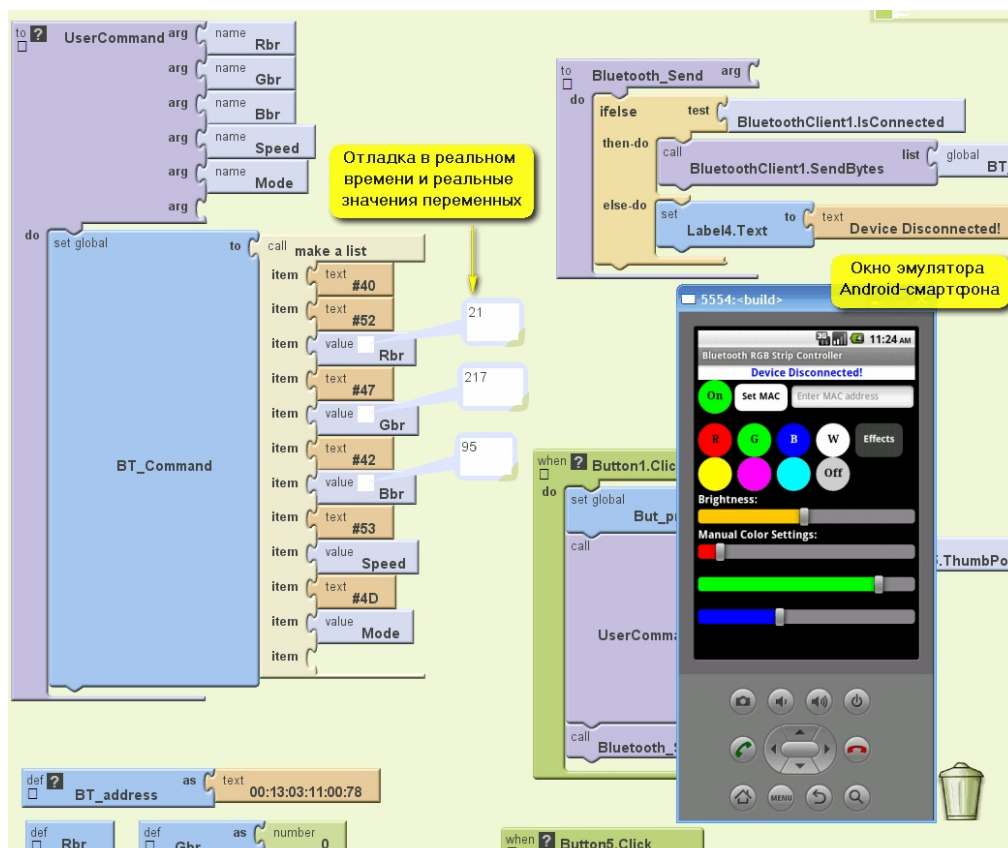


Рисунок 17. Симулятор Android-смартфона подключается к редактору блоков для отладки приложения.

отображать и активировать. Также хорошо реализован и симулятор (Рисунок 17), но работает он значительно медленнее и многие функции, связанные с аппаратной периферией телефона/планшета, при отладке приложения будут недоступны.

Во время отладки приложения в редакторе блоков можно отметить переменные и блоки для контроля их значений в реальном времени, к примеру, для наблюдения реального значения положения слайдера и последовательности однобайтных значений в сформированной команде.

Вы, вероятно, уже успели оценить множество преимуществ этой среды разработки, и ее методологии в целом, ведь на создание и отладку простого, но достаточно функционального приложения требуется всего несколько часов. Но, как и в любой подобной графической среде, здесь присутствуют некоторые серьезные недостатки и недоработки, не позволяющие реализовать серьезные и универсальные проекты. В части оформления графического интерфейса здесь нет возможности «привязать» объекты к сетке или расположить их произвольно на экране, что

исключает возможность расстановки кнопок и слайдеров на удалении друг от друга, чтобы исключить появление ложных нажатий/срабатываний.

Что касается редактора блоков, то при «разрастании» программного кода приложения работать с ним становится тяжело, даже если свернуть большинство готовых блоков. Кроме того, не продуман механизм масштабирования и размещения блоков, что приводит к странному поведению элементов в готовых алгоритмах и функциях. Также существенным недостатком автор считает отсутствие инструментов и средств работы с файлами. Возможно, что многие недостатки устранены во второй версии программы.

Заключение

Автор представил самый простой вариант системы управления RGB светодиодной лентой с базовыми функциями. Как вы заметили, ни в приложении, ни в программе микроконтроллера не выполняются какие-либо проверки передачи/приема и целостности данных. В данном случае мы полагаемся только

на штатные функции Bluetooth-интерфейса, выполняемые телефоном/ОС и Bluetooth-модулем HC-05. Самый простой контроль целостности принятых данных в микроконтроллере можно реализовать с помощью встроенных в библиотеку **uart.h** функций, что приведет к необходимости использования обратной связи с приложением или дополнительных способов информирования пользователя об ошибках.

Однако, возможностей среды разработки MIT App Inventor и ресурсов микроконтроллера ATmega8 вполне достаточно для реализации более гибкого управления и повышения функциональности системы, здесь все зависит от вашей фантазии. Например, можно добавить управление различными световыми эффектами и регулировку их исполнения, реализовать обратную связь для синхронизации

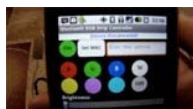
Bluetooth-контроллера и Android-приложения, реализовать управление с синхронизацией по времени, и многое другое.

Кроме того, встроенные функции Bluetooth-модуля HC-05 позволяют повысить безопасность обмена данными и реализовать автоматическое соединение только с определенным ведущим Bluetooth-устройством, в качестве которого может выступать не только смартфон/планшет, но и другой МК с подключенным Bluetooth-модулем.

Для пользователей доступен исходный код приложения [1] и установочный файл (**.apk**) приложения [2]. Исходный код представляет собой zip-архив, именно в таком виде он загружается в программу MIT App Inventor для последующего редактирования, модернизации и компилирования в исполняемое приложение. **РЛ**

Загрузки и ссылки

1. Исходный код Android-приложения (.zip)	
2. Установочный файл приложения Bluetooth RGB Demo (.apk)	
3. Среда разработки Android-приложений MIT App Inventor Beta	
4. Среда разработки Android-приложений MIT App Inventor 2	



5. Демонстрационное видео

настоящее немецкое качество

Testboy
GmbH, Germany

контрольно-
измерительное
оборудование



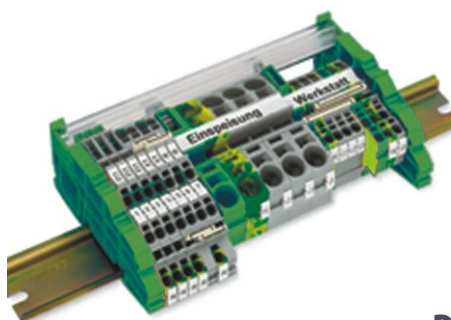
»»JOKARI®
original

инструмент для
разделки кабеля
и снятия изоляции



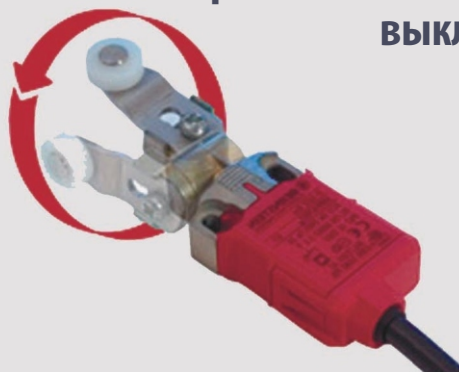
WAGO
INNOVATIVE CONNECTIONS

клеммы
на DIN рейку
и для печатных плат



BERNSTEIN
safe solutions

промышленные корпуса
выключатели
датчики



ДЕЦИМА

ПОСТАВКА ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ

ДИСТРИБЬЮТОР В РОССИИ

WWW.DECIMA.RU

МОСКВА, ЗЕЛЕНОГРАД, +7(495) 988-4858

Маломощный измерительный усилитель с дифференциальным входом и выходом

Sandro Herrera

EDN

В настоящее время все коммерчески доступные измерительные усилители, состоящие из трех операционных усилителей (ОУ), имеют несимметричный выход, в то время как для многих приложений требуются измерительные усилители с дифференциальным выходом. Полностью дифференциальные измерительные усилители имеют множество преимуществ перед своими несимметричными аналогами, основными из которых являются:

- более высокая устойчивость к синфазным шумам;

- меньший уровень искажений по второй гармонике;
- лучшее отношение сигнал/шум;
- простота подключения к современным АЦП с дифференциальными входами.

На Рисунке 1 показана схема маломощного полностью дифференциального измерительного усилителя, образованного каскадами прецизионного маломощного сдвоенного ОУ OP2177 (IC₁) и полностью дифференциального усилителя/драйвера АЦП AD8476 (IC₂). При токе потребления менее 1.2 мА

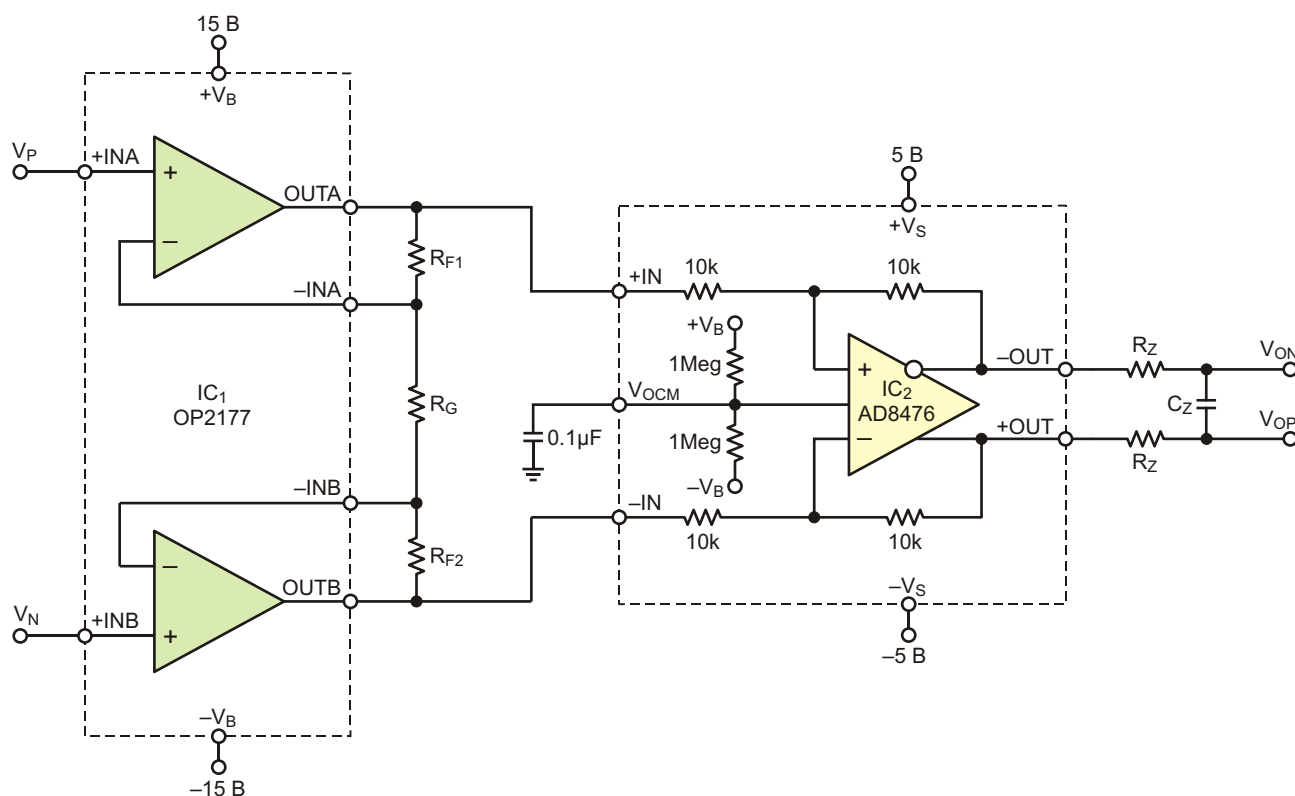


Рисунок 1. Маломощный, полностью дифференциальный измерительный усилитель.

усилитель имеет коэффициент шума на входе 11 нВ/ Гц, максимальный ток смещения 2 нА, максимальное приведенное ко входу напряжение смещения нуля 75 мкВ и максимальный температурный дрейф напряжения смещения 0.9 мкВ/К.

Микросхема OP2177 и резисторы R_{F1} , R_{F2} и R_G образуют предварительный усилитель с коэффициентом передачи напряжения

$$\text{Усиление} = 1 + \frac{R_{F1} + R_{F2}}{R_G}.$$

Если $R_{F1} = R_{F2} = R_F$, то

$$\text{Усиление} = 1 + \frac{2R_F}{R_G}.$$

AD8476 выполняет функцию вычитающего устройства измерительного усилителя, которое принимает усиленный сигнал с выхода предусилителя, обрезает его синфазную составляющую и пропускает дифференциальную. Коэффициент подавления синфазного сигнала (CMRR) микросхемы AD8476 равен 90 дБ, соответственно, такой же уро-

вень имеет CMRR измерительного усилителя при единичном усилении. При более высоких коэффициентах усиления приведенные к входу синфазные помехи во входном сигнале подавляются еще больше за счет усиления первого каскада.

Образованная тремя ОУ схема измерительного усилителя требует хорошего согласования сопротивлений резисторов R_{F1} , R_{F2} и R_G , от которых зависит точность установки коэффициента усиления. AD8476 также содержит выходной дифференциальный драйвер, позволяющий напрямую подключать его к симметричным входам АЦП с быстродействием до 500 Квыб/с. Необязательная цепь R_Z , C_Z образует однополюсный фильтр нижних частот, который может использоваться в качестве антиалиазингового фильтра.

Выходное синфазное напряжение измерительного усилителя задается выводом V_{OSM} . Если этот вход оставить неподключенным, синфазное напряжение установится посередине напряжения питания. При использовании AD8476 в качестве драйвера АЦП точка подключения V_{OSM} должна соответствовать диапазону входных напряжений преобразователя. **РЛ**

Простая схема индикации разряда батареи

James Wood

EDN

зображенная на Рисунке 1 схема индикации разряда батареи разрабатывалась для аудио измерительного прибора, питающегося от четырех батареек типоразмера AA. Ввиду того, что сам прибор был сделан исключительно на дискретных транзисторах, идея использования аналогичных компонентов и для индикаторной части показалась более логичной, чем приобретение специальной микросхемы.

Самый обычный красный светодиод служит одновременно и индикатором, и источником опорного напряжения. Ограниченный резистором R5 ток светодиода очень мал, поэтому его свечение практически незаметно, даже в темной комнате.

В этом приложении светодиод оказался вполне приличным стабилитроном. Его температурный коэффициент близок к температурному коэффициенту напряжения база-эмиттер транзистора Q1, а излом характе-

ристики и начало стабилизации происходят при меньшем токе, чем у стабилитрона. Пока схема не переключилась, потребляемый ею ток составляет всего 160 мкА, а при индикации разряда при открытом светодиоде ток увеличивается до 2 мА.

R5 удерживает напряжение на светодиоде возле порога его включения. Для красного светодиода оно равно приблизительно 1.5 В. Это напряжение через резистор R6 приложено к базе транзистора Q1. R1 и R2, между которыми подключен эмиттер Q1, делят напряжение батареи примерно до 1.1 В. Таким образом, разница между напряжениями базы и эмиттера оказывается равной 0.4 В, что недостаточно для включения транзистора.

По мере разряда батареи напряжение на светодиоде остается постоянным, но напряжение на эмиттере транзистора падает пропорционально, и в какой-то момент Q1 начи-

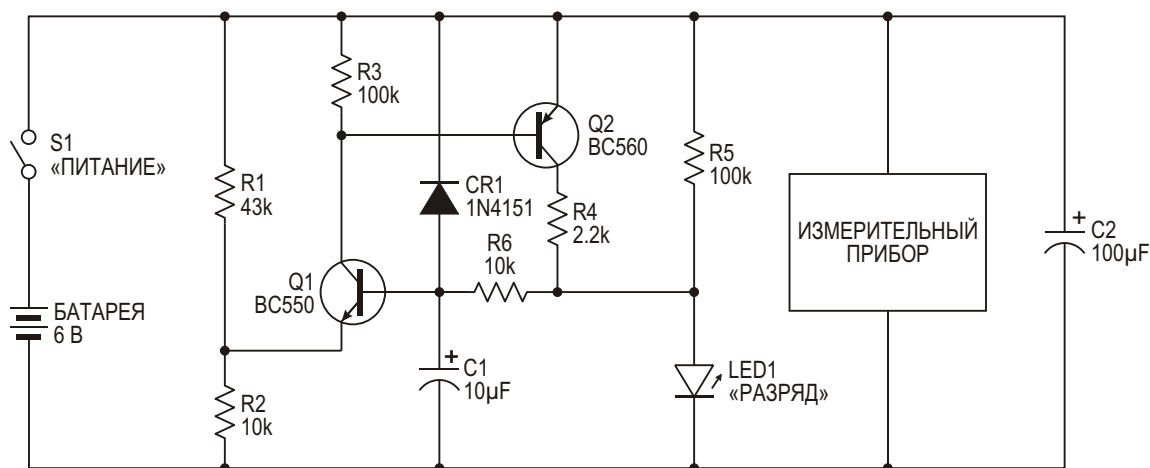


Рисунок 1. Простая схема индикации разряда батареи.

нает проводить ток. В результате появляется базовый ток транзистора Q2, который также открывается. Дополнительный ток, текущий в светодиод через R4, увеличивает напряжение на базе Q1, и эта положительная обратная связь энергично переключает схему в состояние тревоги. Когда светодиод загорается, падение напряжения на нем увеличивается до 1.65 В.

Величина гистерезиса схемы определяется видом прямой ветви вольтамперной характеристики светодиода, а именно, разницей напряжений при малом токе, текущем в светодиод через сопротивление R5, и при большем, когда добавляется ток через R4. Однако, поскольку батарея во время работы измерительного прибора восстановиться, совершенно очевидно, не может, гистерезис здесь значения не имеет.

RC цепочка R6, C1 предназначена для замедления реакции схемы. Это уменьшает ее чувствительность к кратковременным про-

валам напряжения, обусловленным бросками тока нагрузки. Диод CR1 разряжает конденсатор C1 при размыкании выключателя питания, предохраняя схему от включения сигнализации, если при частично разряженной батарее схема неожиданно будет включена вновь через короткий промежуток времени.

Точка включения сигнализации выбиралась в соответствии с диапазоном рабочих напряжений измерительного прибора. При тех сопротивлениях резисторов, которые обозначены на схеме, включение происходит при разряде батареи приблизительно до 5 В. Изменить этот порог можно подбором сопротивления R1, который, при желании, можно заменить подстроечным резистором 100 кОм. Транзисторы серии «BC» были использованы в схеме лишь по той причине, что такие же применялись в самом измерительном приборе. На самом деле, прекрасно подойдут практически любые маломощные транзисторы общего назначения. **РЛ**

ОКО Архив АВТО GPS/GSM

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

ОКО Мобайл 3G

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



ВИДЕОРЕГИСТРАТОРЫ СЕРИИ “ОКО АРХИВ”

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

ОКО Архив 4NET

подключение по LAN/internet
сменный жесткий диск

ОКО Архив 4NET LE

подключение по LAN/internet
встроенный жесткий диск

ОКО Архив LITE CF

запись на карту Compact Flash

ПРОФЕССИОНАЛЬНЫЕ ИНСТРУМЕНТЫ ДЛЯ ВИДЕОНАБЛЮДЕНИЯ



“Децима”

Москва, Зеленоград, проезд 4922, дом 4, строение 1

тел: +7 (495) 988 48 58

<http://www.decima.ru>



РАДИОЛОЦМАН

Журнал для тех, кто интересуется электроникой

Скоро новые
тематические номера:

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

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

приглашаем к сотрудничеству!